

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра "Управление эксплуатационной работой"**

**Н. Н. КАЗАКОВ**

**ТЕХНОЛОГИЯ  
И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК  
НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ**

**Гомель 2015**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра "Управление эксплуатационной работой"

Н. Н. КАЗАКОВ

# ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Утверждено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебника для студентов учреждений высшего образования по специальности «Экономика и организация производства»*

Гомель 2015



УДК 656.6 (075.8)  
ББК 39.48  
К14

Рецензенты: *А. Д. Молокович*, заведующий кафедрой «Логистика» Института бизнеса и менеджмента технологий Белорусского государственного университета, канд. экон. наук, доцент;  
*С.Б. Соболевский*, ученый секретарь Белорусского научно-исследовательского института транспорта «Транстехника», канд. техн. наук, доцент

**Казаков, Н. Н.**

К14 Технология и организация перевозок на водном транспорте : учеб. / Н. Н. Казаков ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 291 с.  
ISBN 978-985-554-369-6

Содержит систематизированные сведения об инфраструктуре водного транспорта и о характеристиках транспортного флота. Изложены основы технологии и организации перевозок на водном транспорте. В систематизированном виде представлена характеристика транспортного процесса и технологических процессов работы транспортного судна. Рассмотрены вопросы технического нормирования и оценки работы водного транспорта на перевозках, освещены вопросы планирования перевозок и оперативного управления работой флота. Рассмотрены особенности технологии и организации перевозок пассажиров, отдельных видов грузов, а также перевозочного процесса, протекающего в особых условиях.

Предназначен для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства» направления 1-27 01 01-06 «Экономика и организация производства (водный транспорт)».

**УДК 656.6 (075.8)**  
**ББК 39.48**

**ISBN 978-985-554-369-6**

© Казаков Н. Н., 2015  
© Оформление. УО «БелГУТ», 2015

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

---

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>1 ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФРАСТРУКТУРЫ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА</b> .....	8
1.1 Общая характеристика инфраструктурных подсистем водного транспорта.....	8
1.2 Водные пути. Инфраструктура обеспечения габаритов судового хода.....	12
1.2.1 Классификация водных путей.....	12
1.2.2 Инфраструктура обеспечения гарантированных глубин.....	14
1.2.3 Инфраструктура обеспечения безопасности и улучшения условий судоходства.....	25
1.3 Инфраструктура портов.....	39
1.3.1 Классификация и назначение портов.....	39
1.3.2 Основные элементы порта.....	43
1.3.3 Характеристика портовых устройств.....	46
1.4 Инфраструктура судостроительных и судоремонтных предприятий.....	69
1.4.1 Производственные процессы судоремонтных и судостроительных предприятий.....	69
1.4.2 Производственная инфраструктура судоремонтных и судостроительных предприятий.....	71
1.5 Инженерная инфраструктура предприятий водного транспорта.....	78
<b>2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА</b> .....	86
2.1 Классификация флота.....	86
2.2 Общие сведения об устройстве судна. Технические характеристики транспортного флота.....	91
2.3 Эксплуатационные характеристики транспортного судна.....	103
2.4 Экономические характеристики транспортного судна.....	110
<b>3 ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОК ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ</b> .....	115
3.1 Характеристика транспортного процесса.....	115
3.2 Классификация перевозок грузов и пассажиров.....	116
3.3 Показатели перевозок грузов и пассажиров.....	120
3.4 Формы изображения грузовых и пассажирских потоков.....	123
3.5 Технологические процессы работы транспортного судна.....	133
<b>4 ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ И ДВИЖЕНИЯ ФЛОТА</b> .....	140
4.1 Понятие об организации перевозок и движения флота.....	140
4.2 Формы организации движения флота.....	141
4.3 Сочетание грузовых потоков. Понятие о грузовой линии и грузовом кольце.....	142
4.4 Характеристики грузовой линии.....	145
4.5 Разработка расписания движения флота при работе его на линии....	149
4.6 Тяговое обслуживание несамоходного флота.....	153
4.7 Пропускная способность водного пути и провозная способность флота.....	158
4.7.1 Расчет пропускной способности однопутного участка водного пути.....	159

4.7.2 Расчет пропускной способности шлюзованной системы.....	163
4.7.3 Расчет пропускной способности порта.....	168
<b>5 ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА.....</b>	<b>173</b>
5.1 Значение технического нормирования и состав технических норм....	173
5.2 Общая характеристика методов технического нормирования.....	175
5.3 Техническое нормирование загрузки флота.....	177
5.4 Техническое нормирование скорости и продолжительности движения флота.....	190
5.4.1 Определение расчетной скорости движения грузового самоходного судна.....	190
5.4.2 Определение расчетной скорости движения составов несамоходных судов.....	191
5.5 Техническое нормирование продолжительности обработки флота в портах.....	195
5.6 Анализ выполнения технических норм и их корректировка.....	200
<b>6 ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА.....</b>	<b>202</b>
6.1 Общая характеристика системы эксплуатационных показателей работы транспортного флота.....	202
6.2 Расчет эксплуатационных показателей работы флота.....	204
6.2.1 Расчет эксплуатационных показателей нагрузки.....	204
6.2.2 Расчет эксплуатационных показателей скорости.....	209
6.2.3 Расчет показателей использования флота по времени.....	210
6.2.4 Расчет эксплуатационных показателей производительности.....	212
6.3 Зависимость эксплуатационных показателей от условий работы флота.....	214
6.4 Экономические показатели работы транспортного флота.....	217
6.4.1 Эксплуатационные расходы и себестоимость перевозок.....	217
6.4.2 Доходы, прибыль и рентабельность перевозок. Производительность труда.....	219
6.5 Взаимосвязь эксплуатационных и экономических показателей работы флота.....	224
<b>7 ПЛАНИРОВАНИЕ ПЕРЕВОЗОК НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ.....</b>	<b>226</b>
7.1 Навигационное планирование работы флота.....	226
7.1.1 Понятие о графике движения флота.....	226
7.1.2 Последовательность и исходные данные для разработки навигационного плана работы флота.....	227
7.1.3 План освоения грузопотоков.....	230
7.1.4 План портового и путевого обслуживания грузового флота.....	236
7.1.5 План тягового обслуживания.....	237
7.1.6 План эксплуатационной работы судоходной компании.....	239
7.2 Техническое планирование работы флота.....	240
7.3 Оперативное планирование работы флота.....	244
7.4 Судовое планирование работы флота.....	245
<b>8 ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ ФЛОТА.....</b>	<b>248</b>

---

<b>9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ И ПАССАЖИРОВ</b> .....	253
9.1 Особенности организации пассажирских перевозок водным транспортом.....	253
9.2 Особенности организации перевозок грузов в крупнотоннажных судах и большегрузных составах.....	262
9.3 Особенности организации перевозок леса.....	266
9.4 Особенности организации перевозок нефтегрузов.....	271
9.5 Особенности организации работы флота в ледовых условиях.....	274
9.6 Особенности организации перевозок грузов в контейнерах и пакетах.....	278
<b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ</b> .....	284
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	290

## **ВВЕДЕНИЕ**

---

Дисциплина «Технология и организация перевозочного процесса» является одной из профилирующих дисциплин учебного плана специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства» направления «Экономика и организация производства (водный транспорт)». Цель дисциплины – формирование у студента целостного представления о технологии работы водного транспорта в различных условиях и получение навыков эффективной организации перевозок грузов и пассажиров с участием данного вида транспорта.

Водный транспорт – подсистема транспортного комплекса Республики Беларусь. Экономика Беларуси является экспортно-ориентированной, при этом около 70 процентов продукции, выпускаемой в стране, доставляется до потребителя с участием морского транспорта. Поэтому качество работы водного транспорта оказывает влияние на состояние экономики Республики Беларусь, которое, в свою очередь, определяется эффективностью технологии его работы и эффективностью организации перевозок.

Термин «технология», в современной интерпретации, определяется как совокупность методов, приемов, режимов работы, последовательность процедур и операций производственного процесса. Следовательно, под технологией перевозочного процесса на водном транспорте понимается совокупность всех операций и закономерностей их выполнения по перемещению груза и пассажира с использованием флота и инфраструктурных объектов.

Под организацией понимается процесс координации действий отдельных элементов системы для обеспечения взаимного соответствия функционирования ее отдельных частей единой цели. На водном транспорте под организацией перевозочного процесса понимается координация отдельных элементов его материально-технической базы и системы управления ими, выполняемая для достижения единой цели – эффективного выполнения перевозок грузов и пассажиров.

Для достижения максимального эффекта функционирования водного транспорта требуется, чтобы два вышеуказанных понятия рассматривались совместно. Этот факт и определяет название учебника как «Технология и организация перевозок на водном транспорте», в котором техно-

логия рассматривается с позиции сочетания элементов материально-технической базы водного транспорта со способами их использования для выполнения перевозок грузов и пассажиров с максимальным эффектом.

В эксплуатационной науке водного транспорта исследованию вопросов технологии и организации перевозок было уделено внимание целой плеяды ученых, среди которых А.А. Союзов, В.В. Звонков, А.П. Ихрин, Л.М. Рыжов, В.С. Суворов, В.Н. Захаров, С.М. Пьяных, А.Г. Малышкин, В.П. Зачесов.

В учебнике освещаются различные аспекты технологии перевозок грузов и пассажиров водным транспортом и приводятся закономерности протекания технологических процессов при использовании определенных методов их организации, в пределах имеющихся ресурсов и многочисленных внешних факторов.

Технология работы водного транспорта (морского и речного) отдельно взятого региона имеет свою специфику. Поэтому многие аспекты организации перевозок грузов, пассажиров, а также организации движения флота, рассматриваемые в учебнике, освещаются с позиции перспективы развития внутреннего водного и морского транспорта Республики Беларусь как одной из составных частей ее логистической системы.

---

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФРАСТРУКТУРЫ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

---

## 1.1 Общая характеристика инфраструктурных подсистем водного транспорта

Основной вид деятельности водного транспорта – транспортная деятельность. Инфраструктурные подсистемы выполняют обеспечивающую функцию и создают необходимые условия для деятельности всех предприятий водного транспорта по выполнению перевозок.

Инфраструктура водного транспорта включает следующие основные подсистемы: судоходные пути, гидротехнические сооружения и средства обеспечения габаритов судовых ходов, порты и другие прибрежные пункты, судоремонтные и судостроительные предприятия, инженерная инфраструктура.

Структура основных средств водного транспорта (в стоимостном выражении) характеризуется примерным их распределением по видам деятельности, представленном на рисунке 1.1.

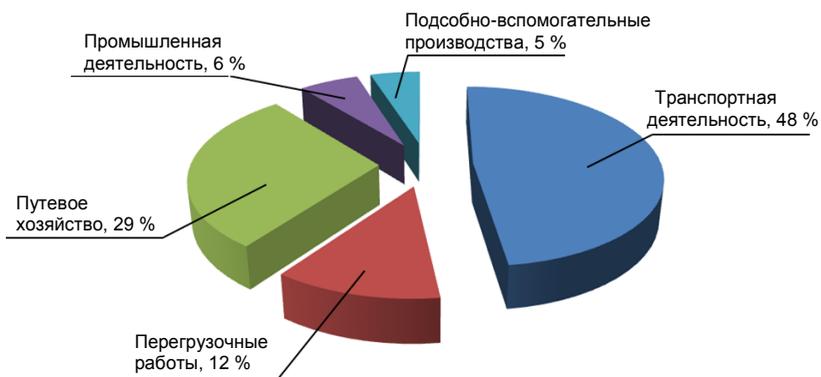


Рисунок 1.1 – Структура основных средств водного транспорта

Многообразие инфраструктурных подсистем водного транспорта наглядно представлено на рисунке 1.2.

**Судоходные пути** предназначены для безопасного движения самоходного и несамоходного флота (морских судов, судов внутреннего плавания) и состоят из естественных (моря, реки в свободном состоянии, озера) и искусственных (каналы, шлюзованные реки с водохранилищами, участки рек с зарегулированным стоком) водных путей.

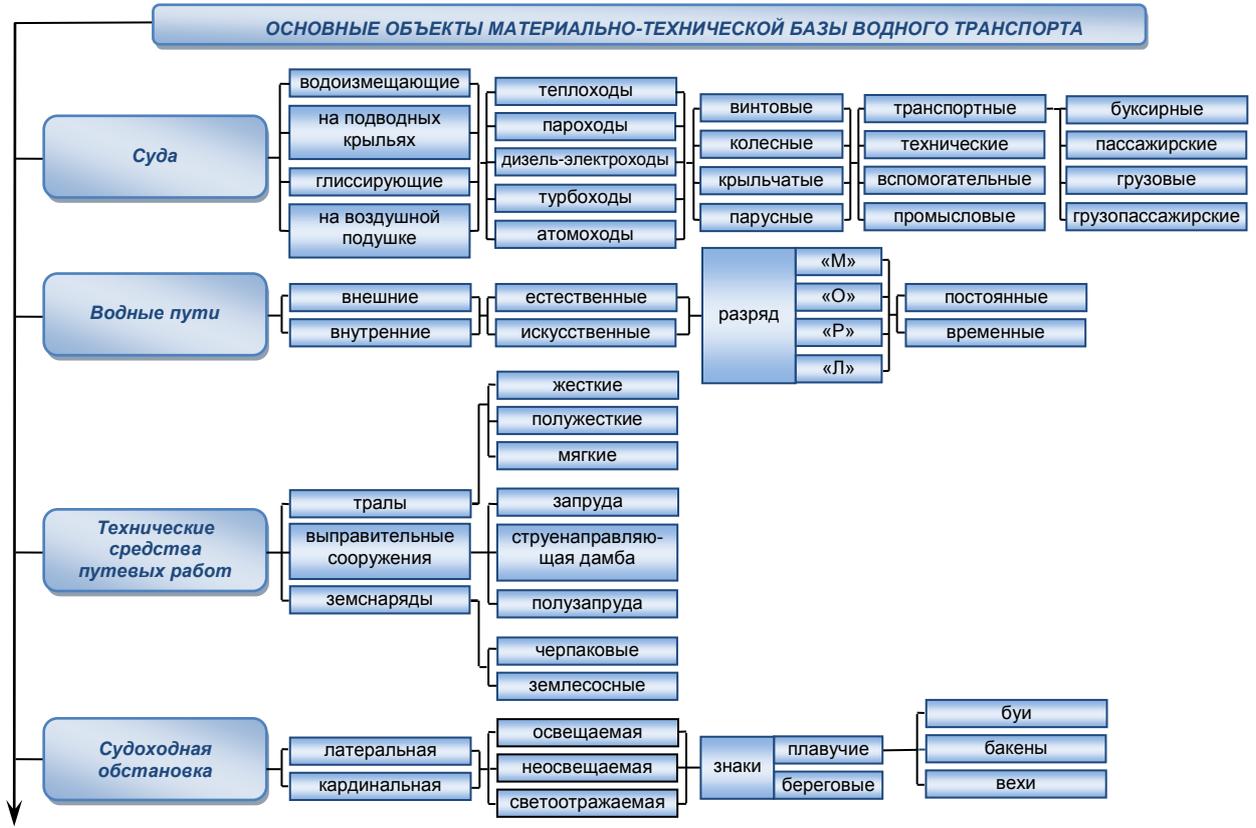
Условия для регулярной безаварийной работы флота и требуемые габариты судовых ходов обеспечивают предприятия водных путей, в состав инфраструктуры которых входят: технический флот для проведения дноуглубительных и выправительных работ, гидротехнические сооружения, судопропускные сооружения на шлюзованных участках рек и каналов, навигационная обстановка.

**Порты** (морские, речные) и прочие прибрежные пункты (пристань, остановочный пункт), как инфраструктурная подсистема водного транспорта, предназначены для приема, хранения и выдачи грузов; производства перегрузочных работ; посадки, высадки и обслуживания пассажиров; обслуживания и безопасного отстоя флота (транспортного, технического), взаимодействия смежных видов транспорта. В состав инфраструктуры порта входят устройства: гидротехнические (причальные, отбойные, швартовые, оградительные, берегозащитные), перегрузочные (погрузочно-разгрузочная техника и механизмы), складские, транспортные (подъездные и внутриворотные железнодорожные и автодорожные пути), административно-бытовые и специальные. Водные площади портов называются акваторией, состоящей из оборудованных рейдов.

**Судоремонтные и судостроительные предприятия** (заводы, мастерские и ремонтно-эксплуатационные базы) осуществляют строительство и модернизацию флота, все виды ремонта судов и полное техническое обслуживание для поддержания их работоспособного состояния. В состав инфраструктуры судостроительных и судоремонтных предприятий входит технический флот, судоподъемные сооружения, гидротехнические, складские, производственные устройства, акватория.

**Инженерная инфраструктура** – совокупность сооружений и коммуникаций, непосредственно используемых в процессе обеспечения основной деятельности предприятий водного транспорта (системы тепло-, газо-, энерго-, водоснабжения и водоотведения, вентиляции и кондиционирования воздуха, освещения и связи). В состав данной инфраструктурной подсистемы входят технические средства навигации и управления судоходством, определяющие специфику деятельности водного транспорта. Они предназначены для сбора, передачи, обработки, хранения и избирательной выдачи информации по управлению транспортным процессом.

Основная деятельность водного транспорта осуществляется посредством транспортных средств – флота, которые в совокупности с инфраструктурными подсистемами формируют материально-техническую базу водного транспорта.



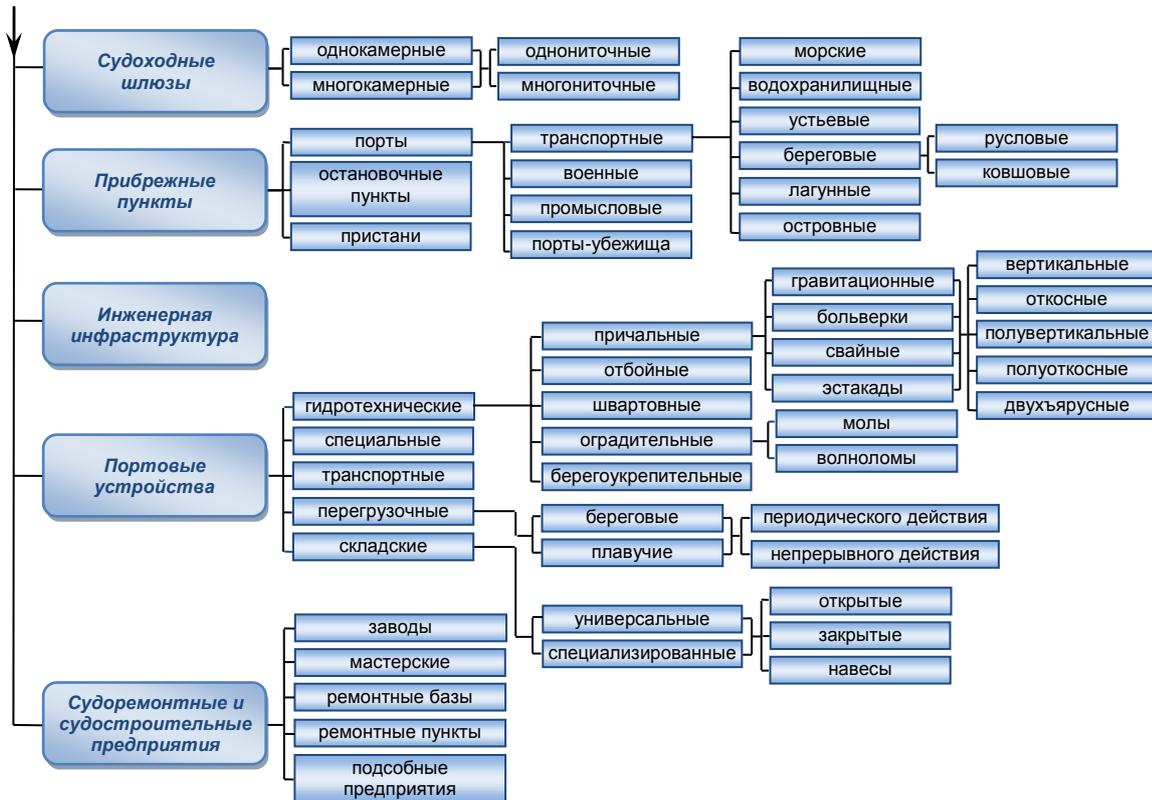


Рисунок 1.2 – Состав материально-технической базы водного транспорта

## 1.2 Водные пути. Инфраструктура обеспечения габаритов судового хода

### 1.2.1 Классификация водных путей

**Водные пути** подразделяются на внутренние и внешние. Внешние водные пути – это моря и океаны, которые из-за глубин, несравнимо больших величины осадки морских судов, эксплуатируются практически в естественных условиях. Лишь на подходах к береговым ориентирам (например, маякам) или портам, расположенным на мелководье или в устьях крупных рек, где значение гарантированной глубины недостаточно для судоходства таких судов, применяются специальные средства навигации или эксплуатации морского флота. В состав внешних водных путей также входят морские каналы: Панамский – соединяющий Атлантический и Тихий океаны, Суэцкий – Средиземное и Красное моря.

Общая классификация внутренних водных путей приведена на рисунке 1.3.

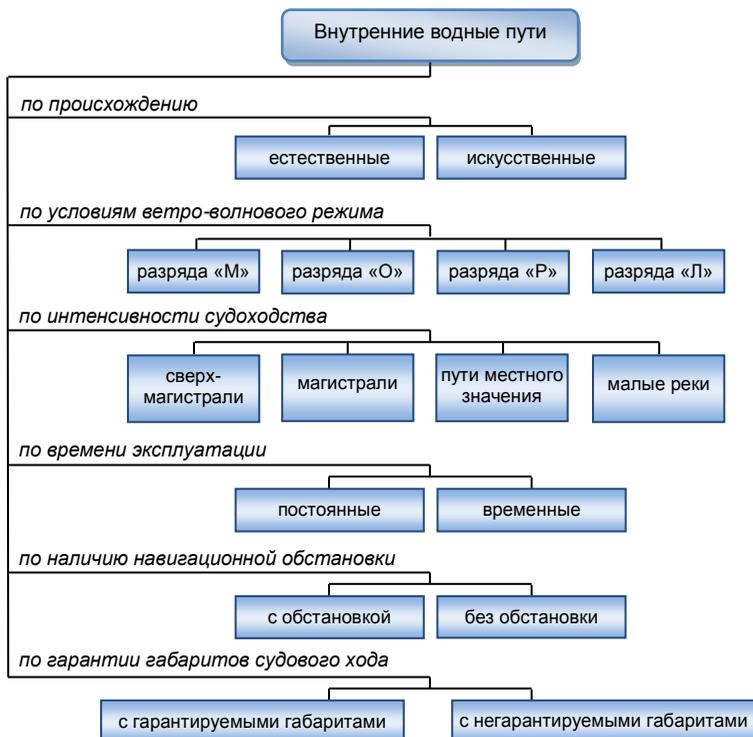


Рисунок 1.3 – Классификация внутренних водных путей

Внутренние водные пути делятся на естественные и искусственные. К *естественным водным путям* относятся озера и реки в свободном состоянии, к *искусственным* – судоходные каналы, шлюзованные реки и водохранилища.

Внутренние водные пути разделяются на пути с судоходной обстановкой (освещаемой или неосвещаемой) и без нее, с гарантированными и негарантированными габаритами судовых ходов.

По условиям ветро-волнового режима внутренние водные пути разделены на разряды: «М» – морской, «О» – озерный, «Р» – речной и «Л» – легкий. Главным фактором при установлении разряда водоема является обеспеченность менее 4 % навигационного периода волн тех размеров, на которые рассчитана прочность судов соответствующих классов: если высота волны достигает 4 м, длина – 40 м, то водный путь относится к разряду «М», соответственно 2 и 20 м – к разряду «О», 1,2 и 12 м – «Р». К разряду «Л» относятся водные пути, не вошедшие в указанные разряды.

В зависимости от гарантированных габаритов судового хода внутренние пути делятся на классы от I (сверхмагистраль с гарантированной глубиной более 3,2 м, шириной – свыше 85 м и радиусом закругления судового хода – свыше 600) до VII (мелкие реки с соответствующими параметрами – менее 0,7 м, менее 14 м и менее 90 м).

По территории Республики Беларусь протекает более 20 тыс. рек общей протяженностью более 90 тыс. км, густота рек, т. е. их общая протяженность, отнесенная на 1 км<sup>2</sup> общей площади территории региона (207,6 тыс. км<sup>2</sup>), составляет 0,44 км/км<sup>2</sup>. Из этой протяженности судоходные реки составляли в 1987 году 3,8 тыс. км, в 1991 – 2,8, в 2002 – 2,1, в 2013 – 1,6 тыс. км (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Схема основных транспортных путей Республики Беларусь

### 1.2.2 Инфраструктура обеспечения гарантированных глубин

В практике эксплуатации морского и внутреннего водного транспорта не все пространство водных путей может быть использовано для судоходства. Это обусловлено наличием ряда ограничений, которые препятствуют использованию транспортного флота для данной цели как по длине, ширине, радиусу закругления водного пути, так и по габаритам надводных коммуникаций.

В работе морского транспорта подобные ограничения действуют лишь на подходах к прибрежным пунктам, при проследовании через судоходные каналы, в акваториях портов и судостроительных, судоремонтных предприятий. Основная доля работы морского флота приходится на судоходство по морским путям, глубины которых несравнимо выше осадки судна. Данный факт обуславливает основное достоинство морского транспорта – низкие затраты в путевую инфраструктуру.

Условия эксплуатации транспортного флота на внутренних водных путях принципиально иные. Для движения судна или состава несамостоятельных судов по водному пути выделяется специальное пространство, называемое судовым ходом и ограниченное минимальными глубиной  $h$ , шириной  $B$ , радиусом кривизны  $R$  и надводным габаритом коммуникаций  $H_{нгр}$  (рисунок 1.5). Перечисленные параметры называются габаритами судового хода.

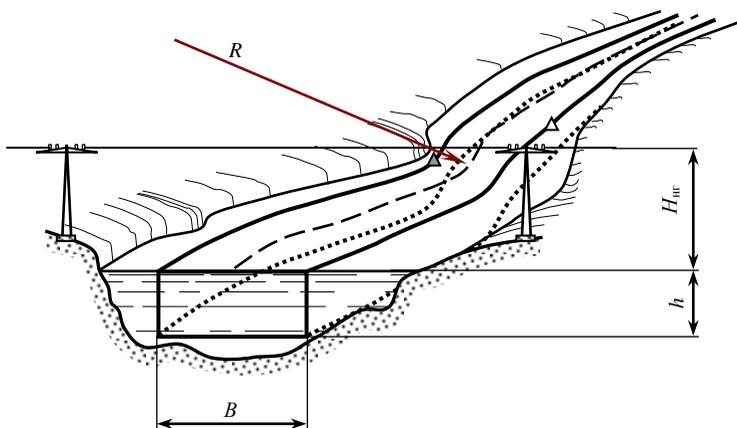


Рисунок 1.5 – Схема водного пути и судового хода

Габариты судовых ходов во многом ограничивают размеры флота, который может эксплуатироваться на них, и, как следствие, ограничивают эффективность работы внутреннего водного транспорта.

В течение года уровни воды естественных водных путей существенно изменяются (рисунок 1.6).

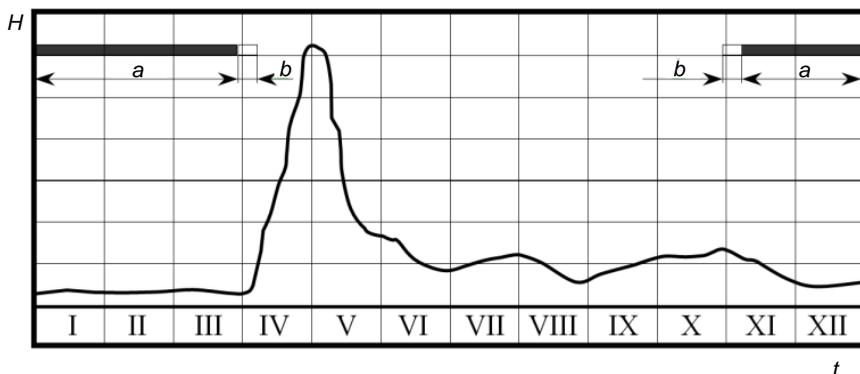


Рисунок 1.6 – График колебания уровней воды за год:

$H$  – высота уровня воды;  $t$  – периоды года (месяцы);  $a$  – ледостав;  $b$  – ледоход

В водном режиме рек наблюдается несколько характерных фаз, повторяющихся из года в год и обуславливаемых видом питания реки. Для большинства рек Европы и стран СНГ **основные фазы** – половодье, межень и паводок.

Половодье характеризуется наибольшей водностью, высоким и длительным подъемом уровня, обычно сопровождающимся выходом воды из русла на пойму. Половодье наблюдается ежегодно примерно в один и тот же период и является результатом таяния снега или выпадения обильных дождей. Весеннее половодье продолжается от двух-трех недель до одного-двух месяцев.

Межень – длительный период низкого уровня и расхода воды в реке. Межень наступает при уменьшении или прекращении поверхностного стока в питании реки, когда реки питаются главным образом за счет грунтовых вод. Меженный период бывает летним и зимним. Обычно за начало летней межени принимают конец половодья, а за окончание – наступление осенних уровней от дождей.

Паводок представляет собой ежегодные кратковременные и нерегулярные подъемы уровней воды в реках, обычно вызываемые дождями. Продолжительность паводка – от недели до месяца, величина зависит от интенсивности дождей. Продолжительные паводки вызывают длительные разливы рек и в большинстве случаев наблюдаются осенью.

Реки преимущественно снегового питания имеют мощное весеннее половодье, после спада которого наступает период стояния низких уровней воды – межень. Выпадающие в это время осадки вызывают лишь кратковременные подъемы уровней воды. На реках европейской части России, Украины, Республики Беларусь, стран Дунайского бассейна и Балтии часто происходит осенний подъем уровней воды (паводок), вызванный обилием осадков в это время года.

Как видно из графика (см. рисунок 1.6), апрель, май и июнь – месяцы навигации, когда флот может быть загружен на максимальную грузо-подъемность, и, следовательно, эксплуатация флота в данный период наиболее эффективна.

На внутренних водных путях гарантируются минимальные габариты судовых ходов, ниже которых фактические габариты не должны снижаться в течение навигации. Габариты судовых ходов гарантируются на всех водных путях, где размер перевозок оправдывает работы по их поддержанию. Поддержание судоходных глубин на необходимом уровне обеспечивают предприятия водных путей посредством **комплекса путевых работ**: траление, руслоочистительные, землечерпательные, скалоуборочные, выправительные и берегоукрепительные работы. Качество и интенсивность данного комплекса работ в течение года во многом определяет эффективность использования транспортного флота на перевозках.

Тральные работы регулярно выполняются предприятиями водных путей с целью проверки чистоты и соблюдения габаритов судовых ходов, выявления подводных препятствий, представляющих опасность для судоходства и подлежащих ограждению или удалению. Технология,

**Тральные работы** интенсивность и регулярность траления может существенно отличаться в зависимости от гидрологии участка водного пути, типа грунта, слагающего дно водоема, интенсивности судоходства, соотношения габаритов судового хода и осадок эксплуатируемого флота.

В зависимости от характера и сроков проведения различают местное, сплошное и аварийное траление.

*Местное траление* на перекатах с песчаным руслом, глубина на которых равна гарантированной или превышает ее не более чем на 30–50 см, охватывает прилегающие к перекатам участки верхних и нижних плесовых ложин. Данный вид траления должен осуществляться один раз в 7–30 дней.

*Сплошное траление*, как правило, выполняется на спаде половодья, при наступлении межени и в последующем через каждые 1,5–2 месяца, в зависимости от интенсивности движения на участке.

*Аварийному тралению* подвергается ограниченный участок в случае аварии с судном или плотом, если утерян якорь, лот или другое оборудование, которое может привести к повреждению корпуса судна при нахождении на дне в пределах судового хода.

Траление осуществляется посредством перемещения специальных устройств (тралов) судами вспомогательного или технического флота в пределах ширины судового хода.

Все **тралы** делятся на две принципиальные конструктивные схемы: гибкие и жесткие.

Наиболее распространены сачлы жестких лодочных тралов с длиной тралящей части каждой секции 6 м. Таким тралом выполняется местное траление каменистых участков для определения глубины. Траление им производится последовательными заездами с обязательным перекрытием смежных протреливаемых полос. Более совершенен жесткий буксирный трал на понтонах, схема которого представлена на рисунке 1.7.

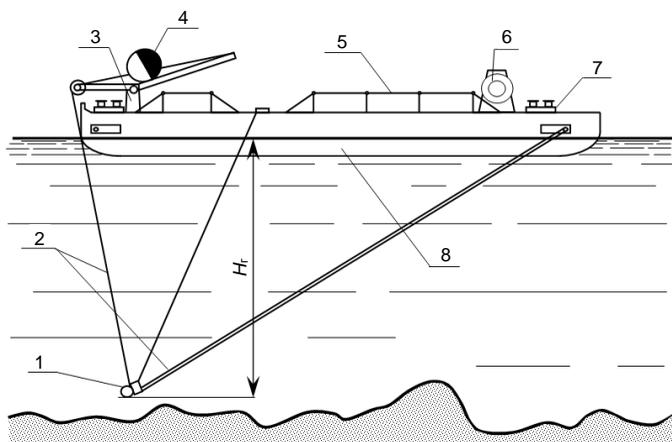


Рисунок 1.7 – Схема жесткого трала:

- 1 – тралящая штанга; 2 – тросы, удерживающие тралящую часть; 3 – рычаги, поворачивающиеся при задевании трала за препятствие; 4 – сигнальный буй; 5 – леерное ограждение; 6 – лебедка; 7 – буксирные кнехты; 8 – плавучий понтон;  $H_g$  – гарантированная глубина

Гибкий (мягкий) трал, представляющий собой стальной трос, волокащийся по дну посредством движения двух судов (рисунок 1.8), используют для сплошного траления участков с песчаным грунтом. Обнаруживаемые в процессе траления подводные препятствия извлекают с помощью дноочистительных снарядов.

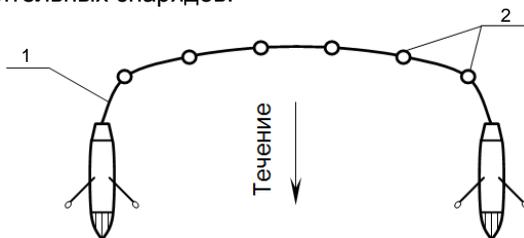


Рисунок 1.8 – Схема мягкого трала:  
1 – трос; 2 – грузы

Для траления широких судовых ходов на водохранилищах, озерах и крупных реках применяется полужесткий поплавокый трал с тралящим тросом, поддерживаемым на заданной глубине металлическими буюми. Ширина протраливаемой полосы – до 150 м. Буксируется такой трал, как правило, двумя теплоходами.

**Руслоочистительные работы** делятся на дноочистительные – по извлечению подводных препятствий и берегоочистительные – по уборке препятствий с береговой полосы. Основным техническим устройством, используемым для руслоочистительных работ, является специальное техническое судно – *дноочистительный снаряд*.

На внутренних водных путях применяются преимущественно два типа дноочистительных снарядов – самоходный и несамоходный (рисунок 1.9).

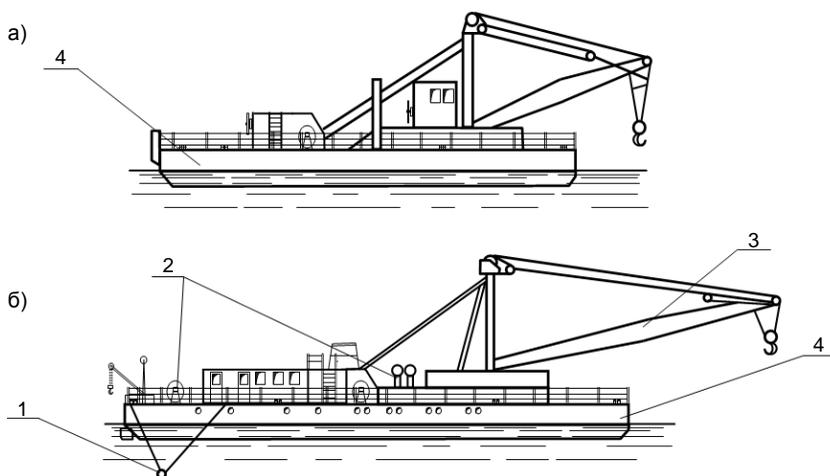


Рисунок 1.9 – Схема дноочистительного снаряда:

а – несамоходного; б – самоходного;

1 – тралящая часть; 2 – лебедка; 3 – стрела крана; 4 – корпус судна

Основное рабочее устройство дноочистительного снаряда – кран грузоподъемностью 5–20 т. Для перемещения по участку снаряд оснащен лебедками. Подводные препятствия извлекаются грейфером или крюком с использованием строп или других видов грузозахватных приспособлений.

С целью повышения эффективности путевых работ и совмещения технологических операций самоходные дноочистительные снаряды оснащаются тралом (см. рисунок 1.9).

Берегоочистительные работы, как правило, выполняются в межнавигационный период и заключаются в уборке упавших в воду деревьев, крупных камней, в устранении объектов, которые в результате подмыва берега могут оказаться в реке.

С течением времени под воздействием течения реки и других естественных русловых процессов частицы грунта, слагающие дно водоема, перемещаются. В результате такого перемещения глубина водного пути снижается, а судовый ход сужается – образуются **наносы**.

### Дноуглубительные работы

Наносы образуются крайне неравномерно, что определяет широкий диапазон распределения глубины на протяжении участка водного пути. Глубокие участки, называемые плёсовыми лощинами или плёсами, чередуются с мелкими участками – перевалами или перекатами (рисунок 1.10). Наносы, примыкающие к границе русла, называются побочнями.

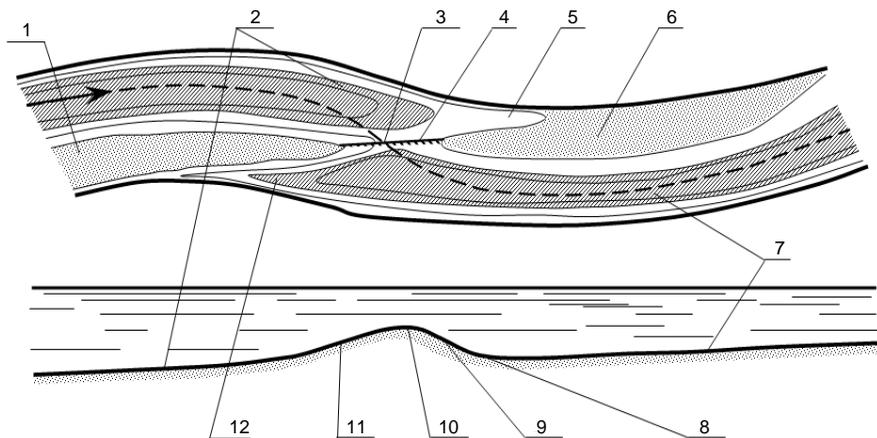


Рисунок 1.10 – Элементы рельефа переката:

- 1 – верхняя коса (верхний побочень); 2 – верхняя плесовая лощина; 3 – корыто (наиболее глубокая часть седловины); 4 – седловина переката; 5 – выбоина;
- 6 – нижняя коса; 7 – нижний плес; 8 – подвалье; 9 – нижний скат;
- 10 – гребень переката; 11 – напорный скат; 12 – затонная часть

При низких уровнях глубины перекааты ограничивают осадку эксплуатируемых судов, а побочни искривляют судовый ход, поэтому для повышения эффективности использования транспортного флота на перевозках предприятия водных путей осуществляют комплекс **дноуглубительных работ**. Данный комплекс путевых работ включает землечерпательные, скалоуборочные и русловыправительные работы.

На реках землечерпательные работы в большинстве случаев выполняют на перекатах, прорывая в них подводные каналы – *судоходные прорезы* требуемой глубины. Скалоуборочные работы проводятся с целью углубления и расширения судовых ходов и включают дробление, подъем и удаление подводных камней. Выправительные работы выполняются с целью увеличения габаритных размеров водных путей и улучшения плановых очертаний русла.

При дноуглублении грунт со дна водоемов извлекается техническими судами, называемыми **земснарядами**, которые характеризуются следующими признаками:

- способом отделения и подъема грунта со дна;
- устройством для удаления грунта за пределы разрабатываемых прорезей;
- режимом рабочих перемещений в процессе извлечения и удаления грунта;
- способом перемещения с одного участка работы на другой;
- классом Речного Регистра.

Земснаряды бывают самоходные и несамоходные. По способу отделения грунта от дна водоема различают земснаряды черпаковые (одночерпаковые, многочерпаковые) и землесосные.

Основное рабочее устройство многочерпакового земснаряда (рисунок 1.11) – черпаковая цепь,двигающаяся по раме и барабанам.

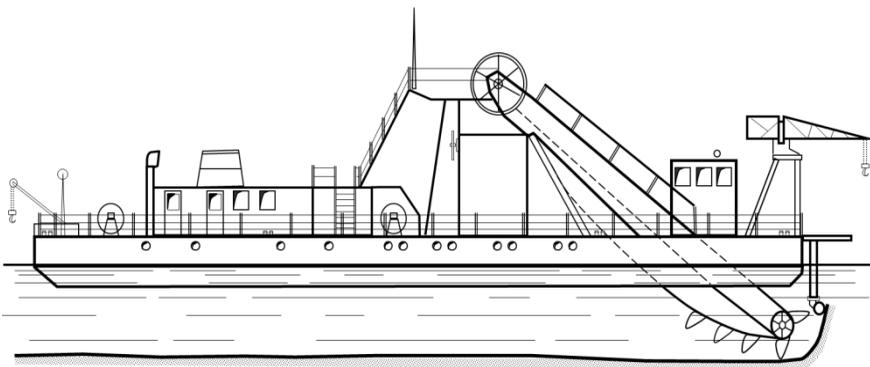


Рисунок 1.11 – Схема многочерпакового земснаряда

Одночерпаковые земснаряды бывают *штанговые* и *грейферные* (рисунок 1.12). У штангового земснаряда рабочее устройство – экскаваторная прямая лопата, у грейферного – стрела с грейферным ковшом.

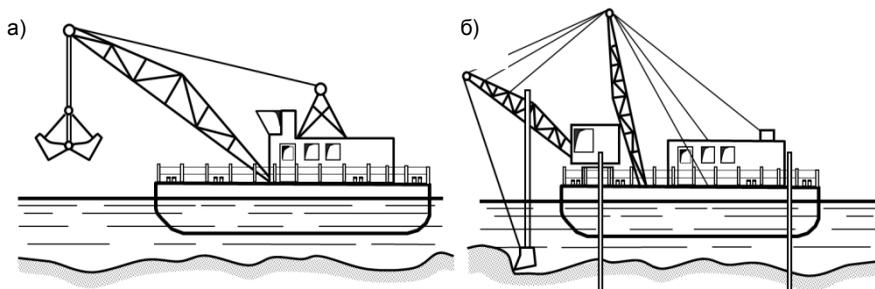


Рисунок 1.12 – Схема одночерпаковых земснарядов:  
а – грейферный; б – штанговый

Основной рабочий орган землесоса (рисунок 1.13) – грунтовой насос со всасывающей трубой. Глубина погружения наконечника грунтозаборного устройства регулируется рамоподъемной лебедкой.

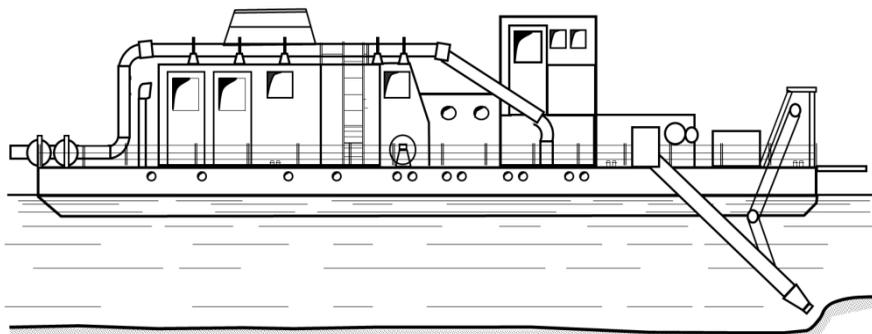


Рисунок 1.13 – Схема землесосного снаряда

Землесосы всасывают грунт вместе с водой. Наконечник грунтозаборной трубы землесоса погружают ниже поверхности дна, и вода, поступающая в трубу, размывает грунт. Смесь воды с грунтом, называемая гидросмесью или пульпой, по всасывающей трубе попадает в грунтовой насос, затем в напорный грунтопровод, находящийся в корпусе землесоса.

Собранный грунт должен быть удален с судового хода за его границы или на берег. При использовании черпаковых снарядов это осуществляется специальными саморазгружающимися судами – *шаландами* (рисунок 1.14). При использовании землесосов грунт извлекается и транспортируется к месту укладки гидравлическим способом по плавучему грунтопроводу, называемому *рефулером*.

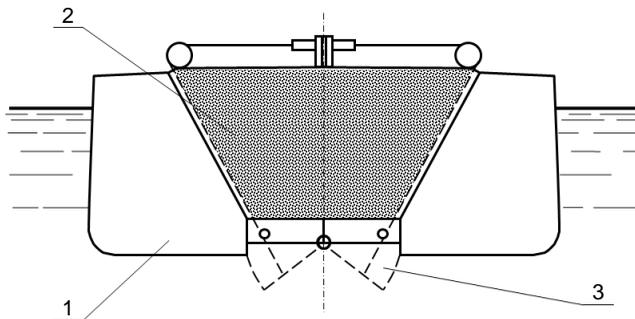


Рисунок 1.14 – Схема шаланды:  
1 – корпус судна; 2 – грунтостой; 3 – створки люка

Мероприятия, связанные с выполнением землечерпательных и скалоуборочных работ, являются весьма затратными и требуют наличия специальной техники, персонала, использования прочих объектов инфраструктуры. Поэтому с целью снижения затрат на использование данной инфраструктурной подсистемы необходимо максимально совмещать возможные эффекты. Так, например, грунт, извлекаемый из русла реки, как правило, является строительным материалом. Поэтому при его удалении с границ судового хода у предприятий водных путей появляется возможность выгружать его в транспортные суда, доставлять до места разгрузки и продавать строительным организациям.

Другим способом снижения затрат, связанных с углублением судового хода и созданием благоприятных условий судоходства, является использование энергии речного потока – русловыправление.

В зависимости от назначения выправительные сооружения должны обеспечивать:

- перемещение за пределы судового хода наносов, поступающих на улучшаемый участок реки;
- углубление дна реки в границах судового хода за счет увеличения скорости и изменения направления течения;
- отложение наносов в несудоходных протоках, неблагоприятно влияющих на состояние судового хода;
- предотвращение нежелательных русловых переформирований.

Выправительные сооружения делятся на сооружения долговременного и кратковременного (для улучшения судоходных условий в течение одной навигации) действия.

Различают **две системы выправления рек** – сплошную и выборочную. При первой системе выправительные сооружения располагаются по всей длине реки, при второй – только на наиболее затруднительных для судоходства участках.

К **выправительным сооружениям** относят: полузапруды, запруды и струенаправляющие дамбы.

Полузапруда (рисунок 1.15) представляет собой примыкающее к берегу гидротехническое сооружение, которое перекрывает часть поперечного сечения русла на затруднительном участке. Она перераспределяет расход воды по ширине русла, увеличивает скорость течения по судовому ходу, приводит к размыву дна переката и увеличению глубины.

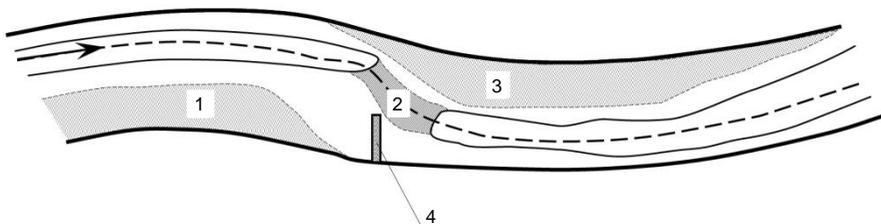


Рисунок 1.15 – Полузапруда на перекате:

1, 3 – верхний и нижний побочни; 2 – зона размыва дна; 4 – полузапруда

Запруда (рисунок 1.16) представляет собой сооружение, которое перекрывает несудоходный рукав. Поток воды распределяется в пользу судоходного рукава, увеличивая тем самым скорость течения, под воздействием которой происходит размыв дна и углубление переката.

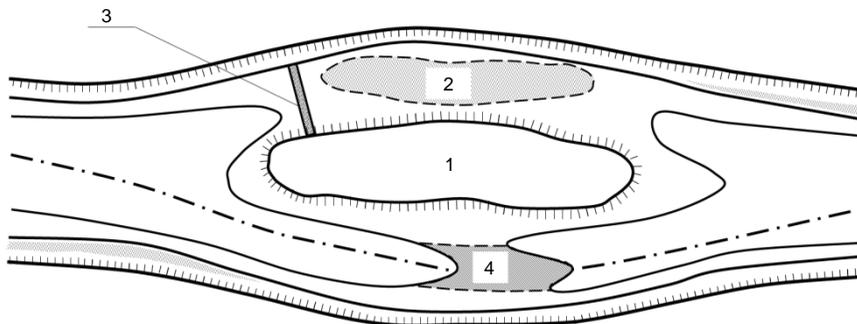


Рисунок 1.16 – Запруда:

1 – остров; 2 – зона отложения наносов в несудоходном рукаве;  
3 – запруда; 4 – зона размыва дна в судоходном рукаве

Струенаправляющая дамба (рисунок 1.17) – продольное сооружение, предназначенное для направления течения в сторону судового хода или плавного сопряжения сливающихся потоков. Такие сооружения ликвидируют свальные течения и предотвращают отложение наносов на судовом ходу.

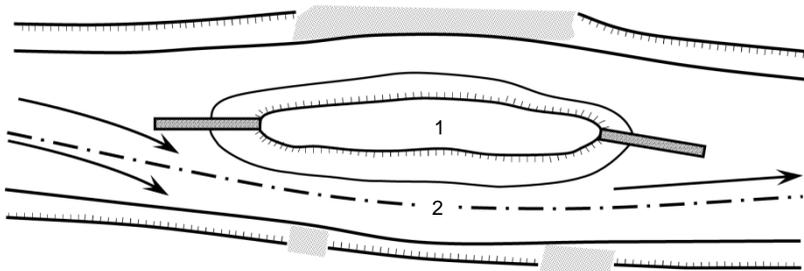


Рисунок 1.17 – Продольные струенаправляющие дамбы:  
1 – остров; 2 – судовой ход

Мероприятия, связанные с организацией и выполнением дноуглубительных работ, являются очень затратными. На конкретном участке водного пути существует множество вариантов их реализации, каждый из которых характеризуется определенной эффективностью. С целью ее обеспечения все дноуглубительные работы должны производиться на основании всесторонней оценки водно-транспортной системы и на результатах тщательных технико-экономических обоснований.

**Берегоукрепительные работы** включают работы по возведению сооружений, защищающих берега от размыва и снижающих формирование наносов. Эту задачу выполняют сооружения активного и пассивного действия. Первые оказывают воздействие на структуру потока в районе берега с помощью берегозащитных штор из коротких высоких полузапруд (рисунок 1.18, а).

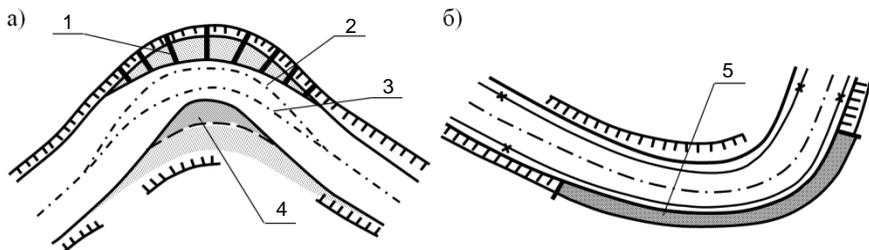


Рисунок 1.18 – Схема берегоукрепительных сооружений:  
1 – берегоукрепительные шторы; 2 – старый судовой ход; 3 – новый судовой ход; 4 – зона размыва песков выпуклого берега; 5 – береговое укрепление вогнутого берега

Такая система полузапруд (штор) способствует уменьшению скоростей течения вдоль защищаемого берега и приводит к уменьшению или предотвращению его размыва.

Пассивные береговые укрепления (рисунок 1.18, б) представляют собой различные береговые покрытия. Они защищают от размыва берега, закрепляют благоприятное для судоходства положение размываемого берега или защищают активные выправительные сооружения в местах их примыкания к берегу. Береговые покрытия могут быть сплошными (по всей линии размыва) или ленточными (закрепляют отдельные части берегового откоса). Сплошные береговые укрепления наиболее эффективны на реках с невысоким по продолжительности паводком.

### 1.2.3 Инфраструктура обеспечения безопасности и улучшения условий судоходства

Судоходная обстановка представляет собой систему навигационных знаков и предназначена для обеспечения на внутренних водных путях условий для безопасного и беспрепятственного плавания судов, судовых и плотовых составов.

#### **Судоходная обстановка**

Судоходная обстановка должна выполнять

следующие задачи:

- обеспечение безопасности судоходства по водному пути;
- указание направления и кромок судового хода на реках, водохранилищах и озерах;
- указания пролетов мостов, предназначенных для движения флота;
- обозначение мест свальных течений и участков пути, на которых судоводители должны принимать меры предосторожности (узкости, крутые повороты, перекаты и пр.);
- обозначение мест пересечения судовых ходов подводными и надводными сооружениями (кабелями, трубопроводами, дюкерами, линиями связи и электропередачи);
- указание границ рейдов;
- ограждения подходов к морским и речным портам, к судопропускным сооружениям;
- информирование судоводителей о габаритах судового хода.

Выход судна за пределы судового хода может повлечь аварийную ситуацию, поэтому важнейшей задачей судоходной обстановки является информирование судоводителей о расположении судового хода и, соответственно, для обеспечения движения судна в его границах.

Знаки судоходной обстановки делятся на береговые (рисунок 1.19, а) и плавучие (рисунок 1.19, б). Они указывают направление, границы и габариты судового хода, границы акваторий портов, пристаней и рейдов, места свальных течений, начало и конец однопутных участков и возможность движения по ним в том или ином направлении, судоходные пролеты мостов, подводные и надводные переходы и места, где суда должны подавать сигналы. Специальными знаками судоходной обстановки регулируется движение судов и судовых составов через судопропускные сооружения.

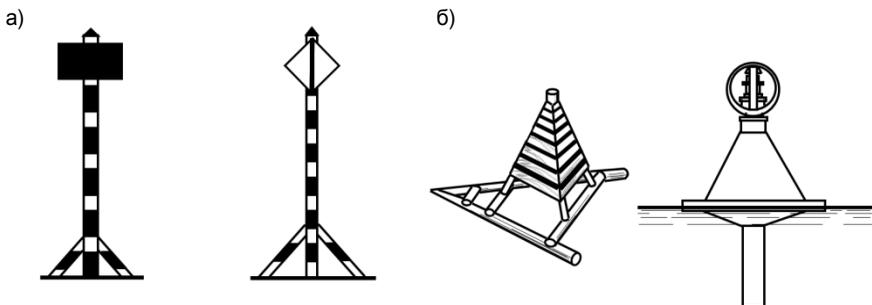


Рисунок 1.19 – Знаки судоходной обстановки:  
 а – береговые знаки (перевальныйый, ходовой); б – плавучие знаки (бакен, буй)

Береговые знаки судоходной обстановки на регулярно эксплуатируемых водных путях действуют с начала навигационного периода и до его окончания. Плавучие знаки должны быть выставлены, когда водный путь очистится ото льда, в строго установленных местах, в соответствии с утвержденной схемой их размещения. Убирают их при появлении ледового сала посредством вспомогательного обстановочного флота, находящегося на балансе предприятий водных путей.

На водных путях с достаточно интенсивным судоходством для того, чтобы было возможно круглосуточное движение судов, применяют *освещаемые обстановочные знаки*, например магистральный участок Днепра ниже порта Киев, река Дунай. На путях, где густота движения судов не оправдывает содержания освещаемой обстановки, применяется *неосвещаемая обстановка* и судоходство на таких участках осуществляется лишь в светлое время суток – водные пути Республики Беларусь. На тех путях, где судоходство не является интенсивным, но при этом требуется круглосуточное движение судов, применяется *светотражающая обстановка*, обнаруживаемая в темное время суток с помощью судовых прожекторов.

На водных путях применяются три системы расстановки плавучих знаков: латеральная (ограждаются кромки судового хода), осевая (указывается ось судового хода) и кардинальная (препятствия ограждаются относительно стран света). Плавучие знаки каждой из указанных систем имеют свои отличительные признаки.

Наиболее распространенными береговыми обстановочными знаками являются **створы**. Навигационный створ (рисунок 1.20) представляет собой систему двух или нескольких знаков, с помощью которой судоводитель должен своевременно обнаруживать отклонение судна из зоны, безопасной для плавания, – *створной зоны*. На внутренних водных путях применяются линейные, щелевые и кромочные створы.

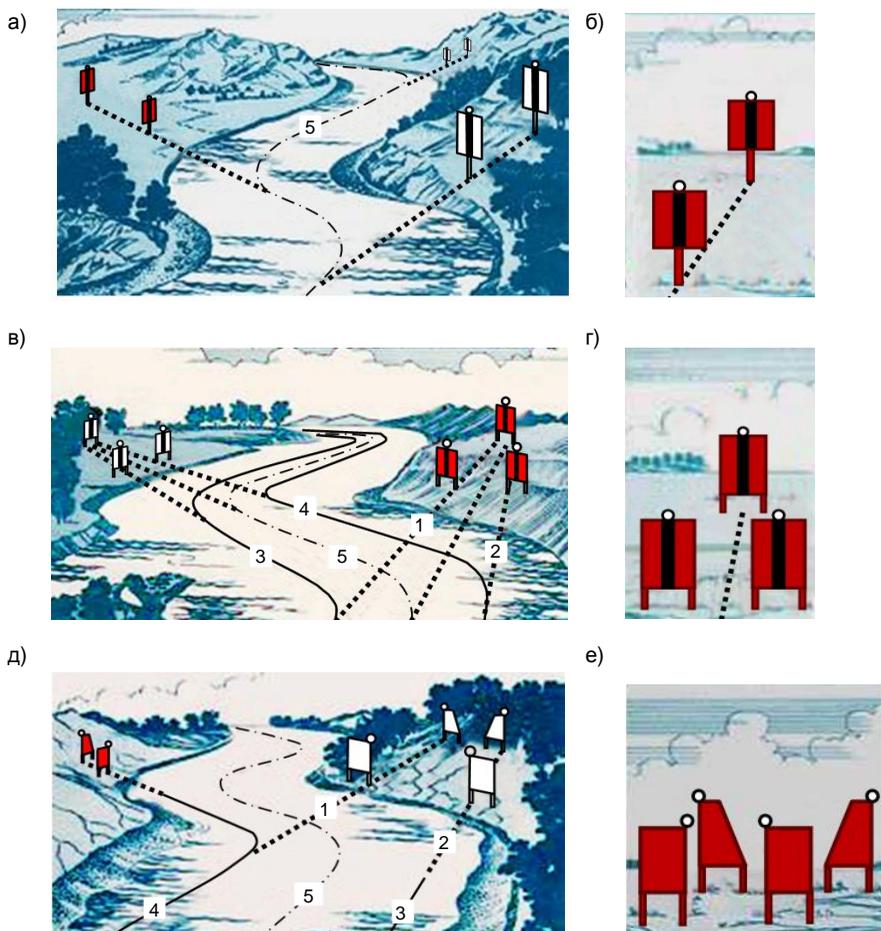


Рисунок 1.20 – Схема навигационных створов:

а, б – линейный; в, г – щелевой; д, е – кромочный; 1, 2 – ходовая часть створа; 3, 4 – изобаты проектной глубины (кромки судового хода), 5 – ось судового хода

Линейный (осевой) створ показывает направление и положение оси судового хода. Два знака располагаются на одном берегу на различной высоте: один впереди – ниже, другой позади – выше (см. рисунок 1.20, а, б). Их совпадение по горизонтали при видимости из рубки означает нахождение судна на осевой линии судового хода. При этом по взаимному расположению знаков створа можно определить положение судна в границах судового хода (рисунок 1.21).

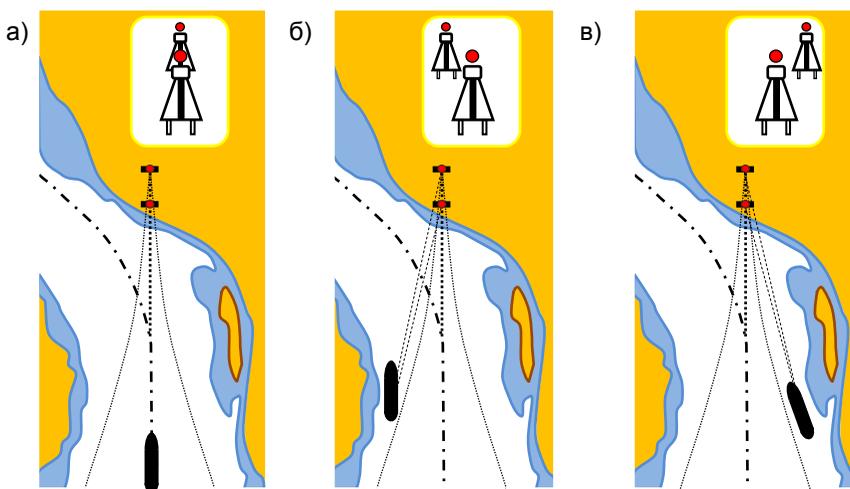


Рисунок 1.21 – Схема ориентирования судоводителя по осевому створу

Щелевые створы показывают направление и ширину судового хода (см. рисунок 1.20, в, г). Применяются такие створы в основном на водохранилищах. Симметричное попадание одного знака в щель между парой других при видимости из рубки означает нахождение судна на оси линии фарватера. Совпадение центрального и одного из боковых створных знаков показывает, что судно находится на соответствующей кромке оси судового хода.

Кромочные створные знаки определяют положение судового хода и его кромок. Такой створ состоит из пары двойных знаков – двух передних и двух задних (см. рисунок 1.20, д, е). Если створ определяет только одну кромку, то количество знаков уменьшается до двух.

Окрашивают створные знаки в зависимости от фона местности в белый, красный или черный цвет. Кроме того, на прямоугольных и трапециевидальных щитах линейных створов посередине наносится вертикальная полоса – белая или черная при красном цвете щита и черная при белом цвете щита (см. рисунок 1.20).

*Перевальные знаки* указывают лишь примерное направление судового хода и поэтому применяются при значительной ширине и небольшой длине участка судового хода до следующего знака (рисунок 1.22). Этот тип знаков информирует судоводителя о том, что судовой ход переходит от одного берега к другому. В отличие от створных знаков перевальные имеют, как правило, два щита, которые устанавливают перпендикулярно двум направлениям судового хода с целью экономии затрат на установку второго знака.

Если судовой ход проходит у приглубого берега, применяют *ходовые знаки*. Устанавливают их на том берегу, вдоль которого проходит судовый ход (см. рисунок 1.22). Ходовой знак представляет собой столб с двумя крест-накрест расположенными ромбовидными щитами. Знаки правого берега окрашивают в красный цвет, левого – в белый.

В период половодья на реках затопленные берега и острова ограждаются *весенними знаками*. Весенние знаки состоят из столбов с укрепленными на них щитами, имеющими форму круга на правом берегу и трапеции – на левом.

В местах подводных переходов трубопроводов и кабелей для предупреждения судоводителей о том, что в данном месте нельзя использовать якорь, на берегах помещают знаки «Якоря не бросать!» (подводный переход). Устанавливают их на 100 м выше и ниже подводного перехода.

Ходовые пролеты мостов, предназначенные для прохода судов и судовых составов, обозначают квадратным щитом красного или белого цвета, а предназначенные для проводки плотов – круглым щитом также красного или белого цвета. Сигнальные огни располагают по оси моста: один – на передней ферме и один – под задней фермой таким образом, чтобы они образовывали створ.

В качестве **плавучих знаков** на внутренних водных путях применяют бакены, буи и вехи.

Бакены применяются только при латеральной системе, когда ограждаются правая и левая кромки судового хода. Состоит бакен из деревянного плота и укрепленной на нем фигуры: в виде пирамиды – у бакенов, устанавливаемых на левой кромке судового хода, и в виде шара или цилиндра – у бакенов, находящихся на правой кромке.

В настоящее время вместо бакенов, как правило, используются буи.

Буи по сравнению с бакенами имеют большую строительную стоимость, но являются более надежными при эксплуатации. Буй представляет собой плавучий объект, закрепленный ко дну якорем и обладающий высокой остойчивостью. В верхней части буя размещается отсек, в котором находится навигационный фонарь с аккумулятором для его питания и устройством, устанавливающим режим его горения (постоянный, проблесковый, частопроблесковый). Корпус современных буюв изготавливается, как правило, из пластмасс.

Плавучие вехи применяют в качестве самостоятельного знака на водных путях с неосвещаемой обстановкой. Веха представляет собой круглый шест длиной от 3 до 19,5 м, закреплённый на специальном поплавке. Веха располагается вертикально относительно водной поверхности, на верхнем конце вехи устанавливают отличительные топовые фигуры. Разметка (раскраска) и форма топовой фигуры вехи должна соответствовать кардинальной или латеральной системе навигационного оборудования. К нижнему концу вехи крепят цепь или трос с грузом (якорем).

Помимо геометрических особенностей формы как береговых, так и плавучих знаков, а также их цветового оформления, для участков с освещаемой навигационной обстановкой для каждого знака характерен свой цвет огня и режим его горения. Именно по этим характеристикам судоводитель отличает тот или иной знак в ночное время суток.

В настоящее время навигационные знаки оборудуются радиолокационными датчиками, что позволяет видеть их расположение на мониторах навигационных систем, установленных в рубках судов.

Знаки судоходной обстановки на водных путях расставляют согласно утвержденной схеме. Они должны непрерывно указывать направление судового хода (представлять собой непрерывную цепь сигналов) и его границы – на тех участках, где подводные препятствия расположены вблизи кромок хода.

На рисунке 1.22 показан пример расстановки навигационных знаков на характерном участке реки. Направление судового хода на перекатах указывается створами 13 и 14. Свальный буй 3, расположенный на левой кромке, служит для предупреждения судоводителей о свальном течении в правобережную протоку. Буи 4–6, 8–10 ограждают кромку судового хода на перекатах. При этом буй 6 является также разделительным, указывая судоводителю ход к местной пристани, расположенной в левобережной протоке в начале участка. Этот ход огражден двумя белыми буями 1 и 2. Правая кромка судового хода между перекатами обозначена буюм 7.

На ходовом берегу за перекатами установлены перевальные знаки 19 и 22 и ходовые знаки 20 и 21. Из-за того, что ширина судового хода не позволяет ограничиться только знаками на ходовом правом берегу, левая кромка судового хода обозначена белыми бакенами 11 и 12. Для указания границ зоны подводного перехода установлены знаки 15–18 «Якоря не бросать».

Специфика лоции морских путей определяет отличия и в их навигационном оборудовании. **Навигационные опасности**, затрудняющие плавание судов в море, подразделяются на постоянно существующие (опасности морского дна и затонувшие объекты) и временные (вызванные гидрометеорологическими факторами, а также дрейфующие в море объекты).

К опасностям морского дна относятся следующие:

- *банка* – изолированное и ограниченное по площади резкое поднятие морского дна, затрудняющее судоходство;
- *мель* – участок дна, отделенный от берега, с глубинами, затрудняющими судоходство;
- *отмель* – мель, идущая от берега и находящаяся в пределах лимитирующей изобаты;
- *риф* – мель или отмель с твердым грунтом;
- *скала* – отдельное, небольшое по площади резкое возвышение дна, образованное твердыми породами;

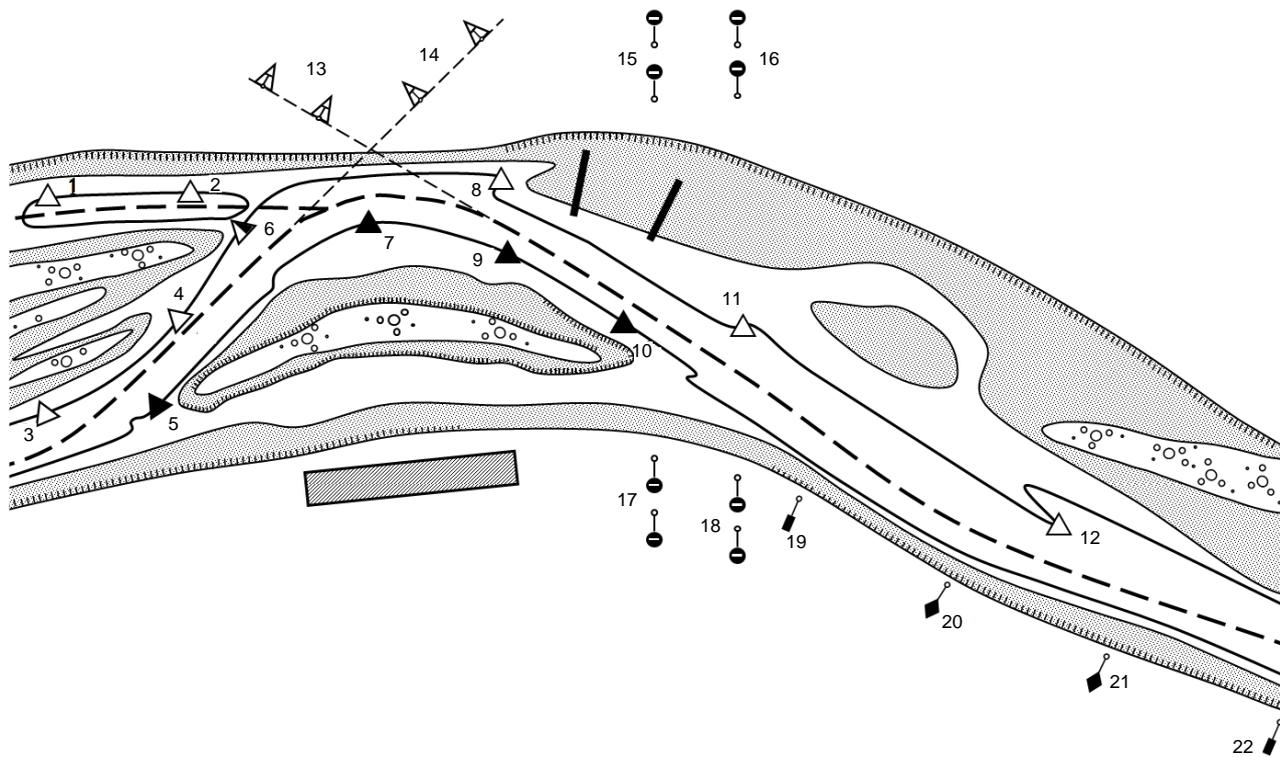


Рисунок 1.22 – Схема расстановки навигационных знаков на участке реки

- *подводная коса* – узкая длинная отмель, являющаяся подводным продолжением полуострова, мыса или надводной косы;
- *яма* – небольшой участок дна с резким увеличением глубины;
- *отличительная глубина* – глубина, резко отличающаяся от окружающих глубин;
- *район свалки грунта* – район в море, отведенный для сваливания грунта, извлеченного земснарядами.

Временные навигационные опасности включают в себя циклоны, штормы, туманы, дожди, снег, пургу, льды, течения.

Для обеспечения безопасности морского судоходства применяют, по аналогии с речным, береговые и плавучие средства навигационного оборудования.

Береговые средства (маяки, огни, навигационные знаки, створы, радиомаяки, береговые радиолокационные станции) устанавливают в прибрежной полосе материков или островов. Их основное предназначение – определение места расположения морского судна при плавании вблизи берега.

Маяк – средство навигационного оборудования побережья крупных водоёмов в виде капитального сооружения, нередко башенного типа, предназначенное для сопоставления наблюдаемой судоводителем картины с определённым местом на географической карте, имеющим точно установленные координаты (рисунок 1.23).

Основное требование, предъявляемое к маякам, это возможность их обнаружения и безошибочной идентификации в любую погоду и в любое время суток с использованием как средств визуального наблюдения, так и средств радиолокации и обнаружения по звуку.

По месту установки маяки разделяют:

- на *береговые*, устанавливаемые на берегу либо в непосредственной близости от него, например, на прибрежных островах;
- *морские* или *плавучие*, устанавливаемые на судах, используемые вдали от береговой линии и при входах в порты в качестве лоцманской станции.

По выполняемой функции береговые маяки бывают:

- *опознавательные* (одиночные), служащие для обозначения определенной точки на земной или водной поверхности, которые, в частности, служат знаками при входе в порт или в том месте, где суда меняют курс, а также для обозначения опасных участков;
- *створные*, используемые обязательно в паре и служащие для обозначения определенной линии на карте (курса судна).

Несмотря на развитие техники, визуальное наблюдение остается важнейшим средством ориентации на море, и потому маячным сооружениям придают характерную форму и окраску, визуально выделяющую их на фоне окружающей обстановки.

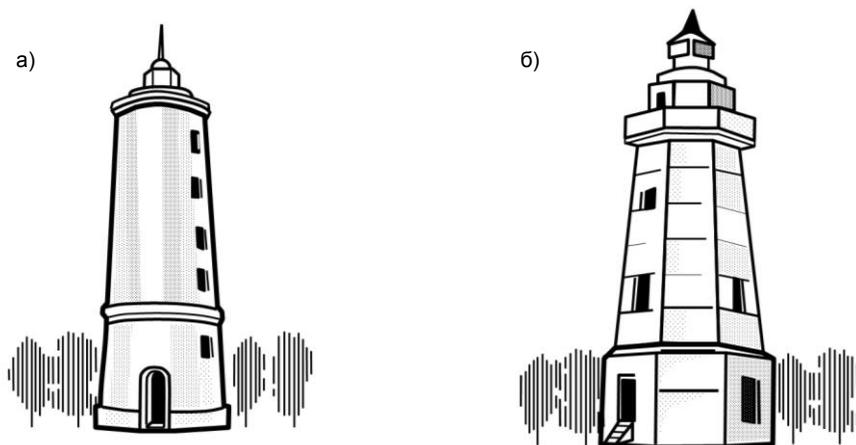


Рисунок 1.23 – Береговые маяки:

а – с цилиндрической каменной башней; б – с многогранной каменной башней

Для обеспечения своей оптической заметности в неблагоприятных условиях наблюдения маяки оснащаются сильным источником света и, как правило, снабжаются оптическими устройствами, служащими для его концентрации в заданных направлениях и увеличения силы света используемого источника излучения.

Для повышения гарантированной глубины судового хода ( $H$ ) на реках и судоходных каналах возводят гидроузлы с судопропускными сооружениями. Река или трасса судового канала в этом случае делится напорными сооружениями на отдельные, соприкасающиеся между собой участки – бьефы (рисунок 1.24), имеющие различные уровни.

Разность уровней верхнего и нижнего бьефов называется напором.

Напор воды от одного гидроузла (ГУ1) распространяется до следующего, вышерасположенного (ГУ2). У гидроузла, таким образом, создается верхний бьеф (ВБ) и нижний бьеф (НБ). В результате устройства на естественных водных путях гидроузлов продольный профиль реки приобретает ступенчатый вид (см. рисунок 1.24).

Как правило, гидроузлы решают комплекс задач, цель которых перераспределение водных ресурсов и удовлетворение потребностей в воде различных отраслей экономики (энергетика, сельское и рыбное хозяйство, водный транспорт, водоснабжение и др.). В состав гидроузла, как правило, входят плотина, шлюз, гидроэлектростанция, подходные каналы к шлюзу, оградительные дамбы и др. Расположение сооружений гидроузла в плане отличается значительным разнообразием.

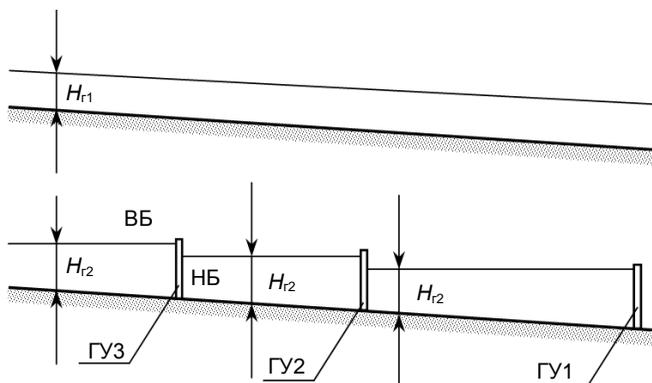


Рисунок 1.24 – Схемы продольного профиля водного пути:  
 а – в естественных условиях ( $H_{r1}$ ); б – зарегулированного гидроузлами ( $H_{r2}$ )

Пропуск судов и составов из верхнего в нижний бьеф гидроузла и наоборот осуществляется через судоходный шлюз. Процесс пропуска судна через шлюз называется шлюзованием.

На рисунке 1.25 приведена общая принципиальная схема плана судоходного шлюза. Шлюзы бывают одно- и многокамерными, в одну нитку и параллельные. Однокамерные шлюзы успешно работают при напоре до 23 м на не скальных грунтах и до 42 м – на скальных.

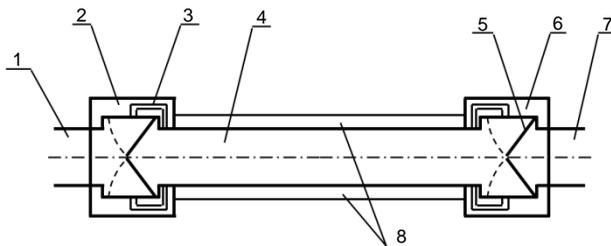


Рисунок 1.25 – Принципиальная схема плана камеры шлюза:  
 1 – верхний подходной канал; 2 – верхняя голова; 3 – водопроводные галереи; 4 – камера; 5 – ворота; 6 – нижняя голова; 7 – нижний подходной канал; 8 – стены камеры

Многокамерные шлюзы (например, Запорожский шлюз) возводят при значительных напорах или в связи со спецификой грузопотоков. Эксплуатация многокамерных шлюзов сложнее эксплуатации однокамерных, так как растет число операций при шлюзовании и, следовательно, снижается пропускная способность системы.

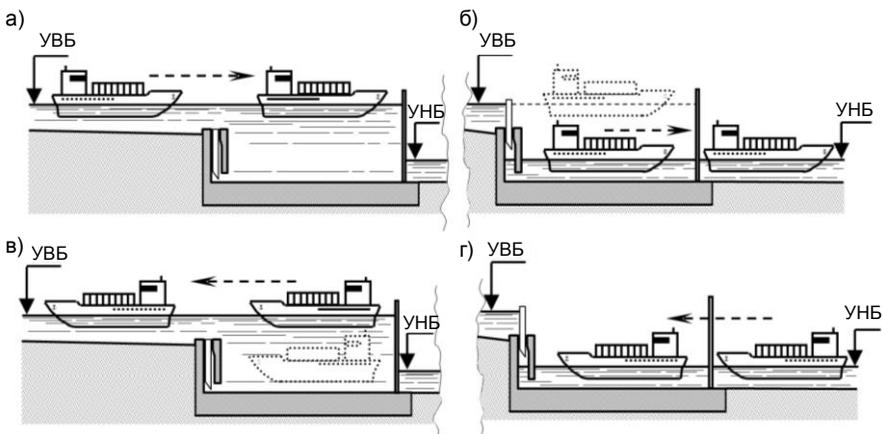
Наибольшее распространение на реках и судоходных каналах получили однокамерные шлюзы.

Самая высокая часть дна шлюза называется *королем* или *порогом*. Вертикальная грань порога образует стенку падения. Емкость, в которую непосредственно поступает вода из верхнего бьефа в процессе наполнения шлюза, называется камерой гашения энергии. Глубина на верхнем короле шлюза со стенкой падения и дна подходного канала задается исходя из осадки судов, принимаемых на расчетную перспективу с учетом запаса воды верхнего бьефа, а также с учетом предвесенней сработки уровня водохранилища, и оказывает влияние на значение гарантированной глубины участка водного пути.

Шлюз оборудован механизмами для открытия и закрытия ворот и затворов галерей, причальными устройствами для швартовки судов и составов, направляющими палами и другими устройствами для управления процессом шлюзования.

На всех шлюзах для безопасного прохода судов и информирования их капитанов о порядке движения через шлюз существует световая и звуковая сигнализация. Для этого на подходах к шлюзам установлены светофоры, красными или зелеными огнями которых регулируется движение, вход и выход из шлюза.

Технологию шлюзования укрупненно можно представить так: вход судна, состава или группы судов в камеру, выравнивание уровней воды в камере с другим бьефом или со смежной камерой (для многокамерных шлюзов), выход шлюзуемого судна, состава или группы судов в другой бьеф или переход в смежную камеру (рисунк 1.26).



Рисунк 1.26 – Схема пропускания судов через шлюз:  
 а, б – из верхнего бьефа в нижний; в, г – из нижнего бьефа в верхний;  
 УВБ, УНБ – уровни верхнего и нижнего бьефов

Для удобного и безопасного захода судов в шлюз устанавливают специальные направляющие сооружения – палы. Они представляют собой сваи, установленные на определенном расстоянии друг от друга, железобетонные или деревянные эстакады, стенки или удерживаемые на одном месте цепями понтоны. Для швартовки судов, ожидающих шлюзования, палы оборудуются специальными устройствами. Такие палы принято называть *причальными*. В большинстве случаев они представляют собой железобетонную стенку с причальными тумбами.

При заполнении камер шлюза водой в них создается беспорядочное течение, под воздействием которого судно движется. Для предотвращения столкновения судна со стенками камер оно должно надежно ошвартоваться. С этой целью камеры шлюзов оснащаются подвижными и неподвижными причальными устройствами. При шлюзовании суда зачаливают за эти устройства при помощи троса, который подбирают или подтравливают по мере наполнения или опорожнения камеры.

Для подхода судов к шлюзу со стороны верхнего и нижнего бьефов проектируются подходные каналы. Обычно канал верхнего бьефа короткий, созданный дамбами, расположенными на акватории близ шлюза, а каналы нижнего бьефа имеют значительное протяжение.

**Судоходным каналом** называется искусственное русло правильной формы, предназначенное для движения по нему судов. Цели создания судоходного канала – соединение бассейнов

**Судоходные каналы** двух водоемов в случае отсутствия такового, сокращение пути между двумя водоемами, обеспечение гарантированного судоходства, решение проблемы транспортной доступности по водным путям пунктов назначения, создание экономически эффективных путей транспортировки.

По назначению каналы делятся на соединительные, обходные и подходные.

Соединительные каналы служат для соединения водным путем отдельных рек разных бассейнов (например, Днепровско-Бугский канал, Августовский канал Республики Беларусь), а также для соединения рек с озерами и морями. Обходные каналы предназначены для обхода судами озер, на которых наблюдаются сильные штормы, а также центральных частей крупных городов и пр. Подходные каналы служат для подхода судов с основного водного пути к портам, населенным пунктам, шлюзам и причалам промышленных предприятий.

По форме продольного профиля каналы бывают открытые (с горизонтальным дном) и шлюзованные (со ступенчатым дном). Открытые каналы соединяют два водных пути с одинаковыми уровнями воды, а шлюзованные – с разными уровнями. К шлюзованным каналам относится Днепровско-Бугский канал, географическая схема которого представлена на рисунке 1.27.



Рисунок 1.27 – Схема Днепро-Бугского канала

По способу питания каналы бывают самотечные и с искусственным питанием. В самотечные каналы вода поступает непосредственно из реки или озера и сама распространяется по всему каналу. У каналов с искусственным питанием воду из источника при помощи насосов накачивают в водораздельный бьеф, откуда она стекает самотеком. Естественно, что первый тип каналов наиболее распространен на практике вследствие большей простоты эксплуатации.

Учитывая искусственный характер создания каналов, для обеспечения его использования для судоходства требуются специальные гидротехнические сооружения, к которым относятся судоходные шлюзы, аварийные ворота, аварийные водосборы и водоспуски.

Аварийные ворота служат для перекрытия отдельных участков канала в случае аварии или с целью их ремонта.

Аварийные водосборы предназначены для сброса воды из канала в случае его переполнения. Обычно они представляют собой боковой водослив в дамбе канала, располагающийся на уровне нормального уровня воды в канале.

Водоспуски служат для опорожнения каналов и представляют собой соединение труб, закладываемых в дамбы ниже уровня воды.

Строительство каналов – очень затратное мероприятие, требующее серьезных изысканий и выбора соответствующих способов проектирования и строительства. Во многом на величину затрат на строительство канала оказывает влияние выбор типа его поперечного сечения. Основные формы поперечных сечений судоходных каналов – ложбинообразная, прямоугольная, трапециевидная и полигональная (рисунок 1.28).

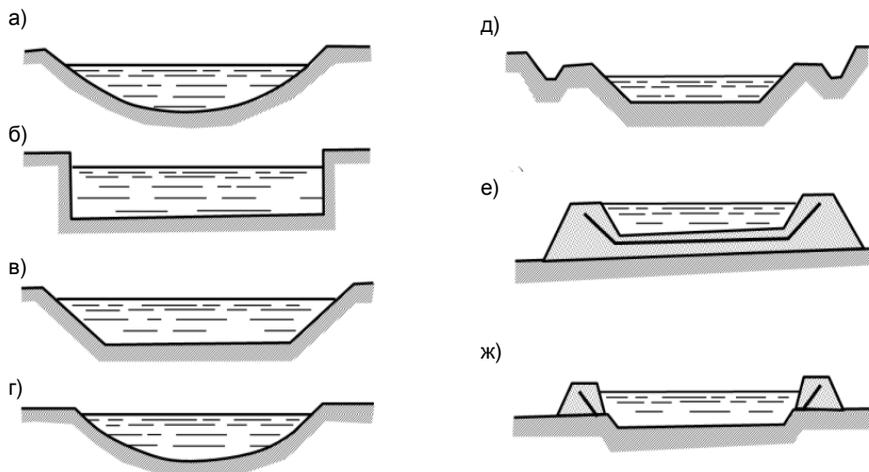


Рисунок 1.28 – Схемы поперечных сечений судоходных каналов

Если прогнозируемая интенсивность судоходства по каналу невелика и суда будут двигаться в основном по его оси, используя наибольшие глубины, то применяют ложбинную или другую форму поперечного сечения (рисунок 1.28, а). Такая форма крайне неудобна при высокой интенсивности использования канала, так как в этом случае суда чаще должны встречаться и обгонять друг друга – в этом случае возникает опасность их соударения друг с другом или с откосом берега.

Для устранения данного недостатка проектируют каналы с прямоугольным (рисунок 1.28, б) или трапециевидальным (рисунок 1.28, в) поперечным сечением. Первые встречаются достаточно редко, что вызвано сложностью строительства вертикальных стенок и поддержания их в таком состоянии в течение длительного периода.

На современных судоходных каналах преимущественно используется полигональная (рисунок 1.28, г) форма поперечного сечения. Дно в таких каналах горизонтальное, а откосы имеют различную крутизну, зависящую от рода грунта.

В зависимости от положения относительно поверхности земли канал может быть спроектирован в выемке (рисунок 1.28, д), в насыпи (рисунок 1.28, е) или полунасыпи (рисунок 1.28, ж).

Судовые волны, набегая на откосы канала, разрушают их. Это приводит к сползанию с откосов каменной отмостки и, как следствие, уменьшению судоходных глубин. Учитывая, что размеры судовых волн во многом определяются скоростью движения флота, в каналах она ограничивается и не превышает, как правило, 15 км/ч.

Морские судоходные каналы представляют собой искусственные пути для соединения двух морских бассейнов или для подхода судов к морским портам. Такие каналы, по аналогии с речными, могут быть открытые и шлюзованные.

Открытые каналы наиболее распространены, к ним относятся все подходные каналы, проходящие по суше, протокам морского устья или морю или представляющие собой искусственную прорезь. Открытые каналы могут быть без ограждения или ограждены парными или одиночными дамбами. Огражденные каналы меньше подвергаются действию волн и менее заносятся наносами.

Примерами морских подходных каналов являются такие каналы Черного моря, как Днепровско-Бугский (лиман), Херсонский (лиман, рукав и река).

## 1.3 Инфраструктура портов

### 1.3.1 Классификация и назначение портов

Прием грузов, погрузка их на суда и посадка пассажиров для перевозки водным транспортом, выгрузка грузов из судов, выдача их получателям и высадка пассажиров, а также передача груза, доставленного по водному пути на смежные виды транспорта и, наоборот, складирование грузов производятся в **прибрежных пунктах**. В зависимости от характера и рода деятельности эти пункты подразделяются на порты, пристани и остановочные пункты.

Портом называется береговой пункт, оборудованный причальными устройствами, береговыми сооружениями и техническими средствами, необходимыми для осуществления грузовых работ, хранения и перевалки грузов, комплексного обслуживания флота, а также обслуживания пассажиров.

Пристань – прибрежный пункт, принимающий и выдающий грузы, багаж, производящий посадку и высадку пассажиров, оборудованный соответствующими техническими средствами для выполнения своих функций.

Остановочный пункт – прибрежный пункт, производящий посадку и высадку пассажиров, а также прием и выдачу багажа. Остановочные пункты оборудуются простейшими средствами для причала судов.

Основное назначение порта заключается в передаче грузов с водного транспорта на сухопутный (рисунок 1.29).

Прибывающие на судах грузы перегружаются или на железнодорожный 2 и автомобильный 4 транспорт (прямой вариант перегрузки по схемам соответственно «судно–вагон», «судно–автомобиль»), или на открытые площадки 3 и в крытые склады 5, где грузы сортируют и укладывают в штабеля 6, а в последующем передают на сухопутный транспорт 7.

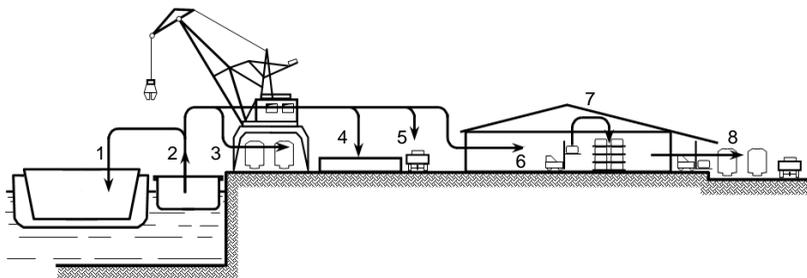


Рисунок 1.29 – Схема основных грузовых операций в порту

В крупных устьевых портах применяется прямой вариант перегрузки по схеме «судно-судно» между речным и морским судами 1.

В порту производится широкая номенклатура операций по передаче грузов на сухопутные виды транспорта и наоборот. Различают следующие **виды портовых операций**: грузовые, пассажирские, технические и коммерческие.

**Грузовые операции**: выполнение перегрузочных работ и внутрискладских работ по подготовке помещений для приема, хранения и отправления грузов.

**Пассажирские операции**: оформление билетов; прием, выдача, хранение багажа: посадка и высадка пассажиров.

**Технические операции**: прием, отправление судов и обрабатываемых портом железнодорожных составов и средств автотранспорта; расстановка транспортных средств для выполнения погрузочно-выгрузочных операций; экипировка судов; мелкий ремонт транспортного флота; отстой судов.

**Коммерческие операции**: информация о прибытии груза, оформление документов по приему, выдаче, хранению, перевозке, выгрузке грузов; подготовка договоров, актово-розыскная работа, рассмотрение претензий.

Рассматривая все прибрежные пункты с прилегающей акваторией, объединяемые общим названием «порты», следует прежде всего обратить внимание на их большое разнообразие. Поэтому порты классифицируются по ряду признаков.

Основными классификационными признаками портов являются назначение, экономическое значение, географическое положение, годовая продолжительность эксплуатации, отношение к уровню воды, отношение к международной торговле.

**По назначению** порты можно подразделить на транспортные, военные, промысловые и порты-убежища.

Транспортные порты, предназначенные для передачи грузов и пассажиров с одного вида транспорта на другой, могут быть разделены на порты *общего назначения*, в которых перерабатываются самые различные грузы и пересаживаются пассажиры, и порты *специальные*, предназначенные для переработки какого-либо одного рода груза.

Военные порты или базы флота предназначены для обслуживания военно-морского флота. Они характеризуются наличием больших рейдов, бассейнов для ремонта судов, специальных складов военного снаряжения и продовольствия.

Промысловые порты, из которых наибольшее развитие получили рыбные порты, оборудуются складами-холодильниками и имеют в своем составе перерабатывающие предприятия. Такие порты, являясь базами промыслового флота, располагают, как правило, и собственными судоремонтными устройствами.

Порты-убежища, как это видно из названия, предназначены для укрытия во время шторма судов, которые не рассчитаны на действие крупных волн. Как правило, для портов-убежищ используют естественные бухты и лагуны, производя в них минимальный объем дноуглубительных работ для создания рейдов. В некоторых случаях для создания защищенных рейдов возводят оградительные сооружения (порт Адамовка на Днепре). Максимальное расстояние между портами-убежищами определяется из условия, чтобы суда и плоты могли достичь их, находясь в любой точке судоходной трассы, с момента получения сигнала о подходе шторма. К портам-убежищам следует отнести и специальные огражденные акватории у судопропускных сооружений в верхних бьефах водохранилищ (так называемые аванпорты), где суда отстаиваются в ожидании шлюзования в нижний бьеф или выхода в водохранилище.

**По значению для экономики** страны основным классификационным признаком порта является размер выполняемой портом работы.

**По географическому положению** различают порты: морские, речные, водохранилищные, устьевые, береговые, лагунные и островные.

Речные порты, в зависимости от расположения на реке, подразделяют на *русловые*, вся акватория которых и причальный фронт находятся непосредственно в русле реки (рисунок 1.30, а), и *внерусловые*, или *затонные*, в которых акватория и причальный фронт находятся в естественном затоне или в искусственном ковше (рисунок 1.30, б) – в последнем случае порт называют *ковшовым*.

Водохранилищные порты располагаются в верхних бьефах водохранилищ. Волны во время шторма могут достигать на этих участках значительной высоты. Поэтому водохранилищные порты так же, как и морские, имеют оградительные сооружения, защищающие рейды и причалы от волнения. Такие порты являются одновременно портами-убежищами.

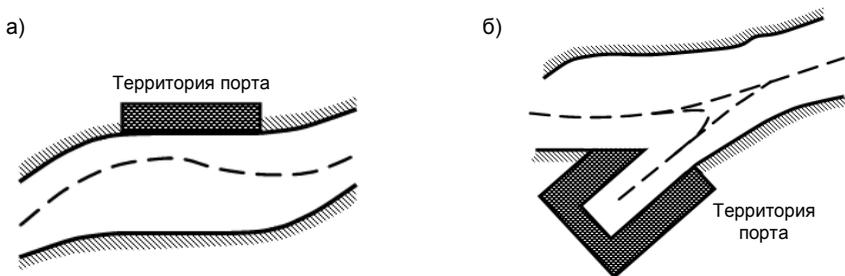


Рисунок 1.30 – Схемы расположения речных портов:  
а – руслового; б – внеруслового (затонного)

Устьевые порты характерны тем, что в них сходятся морские и речные водные пути. Портовые устройства размещаются, как правило, по берегам реки или в вырытых в берегу затонах. При этом порты стремятся разместить на некотором расстоянии от моря, чтобы избежать строительства оградительных сооружений. В некоторых случаях на крупных реках морские порты располагаются на значительном расстоянии от устья и их следует отнести к особому разряду внутренних морских портов, например, Херсонский порт.

Береговые морские порты создаются на открытом морском берегу, и для защиты их акваторий и причалов от волнения приходится строить оградительные сооружения. Длина этих сооружений в портах на песчаных побережьях измеряется километрами. Если порт размещается в естественной, частично защищенной бухте, то длина оградительных сооружений бывает небольшой.

Лагунные порты размещаются в глубине лагун, образовавшихся на песчаных берегах вследствие отложения естественных кос, отделяющих лагуны от моря. Такие порты не нуждаются в защите от волнения, но имеют подходные каналы, на которых необходимо поддерживать глубины, удаляя наносы землечерпанием.

Островные порты, как видно из названия, располагаются на островах и не имеют сухопутной связи с берегом. Они создаются для перевалки грузов с судов одного типа на другие или для приема судов, которые из-за большой осадки не могут подойти к причалам главного порта.

По годовой продолжительности эксплуатации порты на внутренних водных путях подразделяют на постоянные и временные. Постоянные порты эксплуатируются в течение всей навигации. Временные сезонные порты функционируют только часть навигации, что обусловливается гидрологическими условиями (продолжительностью периода высокой воды, когда возможен подход судов к причалам) или сезонностью груза (например, продукции сельского хозяйства).

По отношению к уровню воды морские порты бывают открытые и закрытые. Закрытые морские порты располагаются в бассейнах, отделенных от моря шлюзами или полушлюзами. Благодаря этому на закрытой акватории путем поддержания повышенного уровня воды снижается амплитуда приливных колебаний, что значительно удешевляет строительство причальных сооружений и облегчает обработку судов.

**По отношению к международной торговле** морские порты разделяются на порты мирового, международного и внутреннего значения.

Порты мирового значения являются центрами мировой торговли и принимают суда, плавающие по всем морям и океанам. Порты международного значения принимают суда, плавающие в пределах того бассейна, на котором расположен сам порт. Порты внутреннего значения, или каботажные порты, обслуживают внутренние перевозки между портами одной страны.

### 1.3.2 Основные элементы порта

Для выполнения основной задачи по передаче грузов и пассажиров с одного вида транспорта на другой порт должен располагать комплексом инженерных сооружений и соответствующим оборудованием. Так как в порту сочетаются водный и сухопутные виды транспорта, то любой порт должен иметь водную площадь, называемую акваторией порта, и примыкающую к нему сухопутную площадь – территорию порта.

По составу основных элементов морские, водохранилищные и речные порты несколько различаются между собой. Схематически состав и расположение основных устройств морского (водохранилищного) порта представлен на рисунке 1.31, речного внеруслового – на рисунке 1.32.

У морских или водохранилищных портов выделяются следующие основные элементы.

Подходной канал необходим для обеспечения достаточных глубин на участке от моря или водохранилища до акватории порта. У портов, расположенных на крутых побережьях, подходные каналы отсутствуют благодаря естественным глубинам, достаточным для прохождения судов в порт и обратно.

Для безопасного направления движения судов при подходе их к порту служит судоходная обстановка.

Внешние оградительные сооружения, как это видно из самого названия, ограждают акваторию порта в первую очередь от волнения и отчасти от заносимости и движущегося льда.

На морях и водохранилищах во время шторма волны достигают высоты нескольких метров. Такие волны не представляют собой опасности для судов соответствующих разрядов плавания в открытом бассейне, однако стоянка судов у причалов при сильном волнении может

привести к аварийной ситуации. Поэтому если у порта не имеется естественной защиты от волн, то при его проектировании на море или на водохранилище обязательно предусматривают оградительные сооружения.

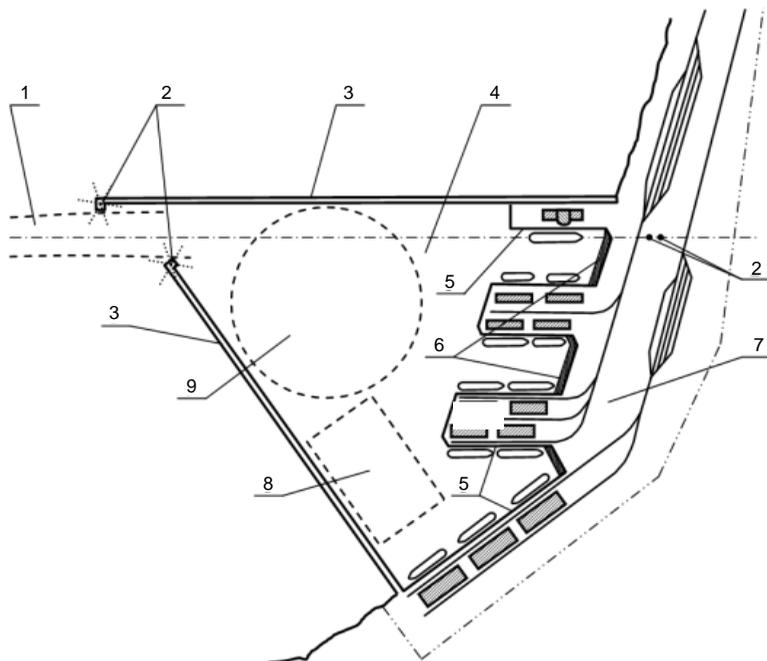


Рисунок 1.31 – Схема морского порта:

1 – подходный канал; 2 – знаки навигационной обстановки; 3 – внешнее оградительное сооружение; 4 – акватория порта; 5 – причальный фронт; 6 – берегоукрепительные сооружения; 7 – территория порта; 8 – перегрузочный рейд; 9 – навигационный рейд

Акватория порта состоит из рейдов – площадей водной поверхности, отведенных для выполнения судами определенных операций. Площадь акватории, ограниченная окружностью, которая служит для разворота судов, носит название навигационного рейда.

В морских портах, в некоторых случаях, суда перегружаются на акватории. Для этой цели имеется особый участок акватории, называемый перегрузочным рейдом. Здесь при помощи плавучих перегрузочных машин грузы из крупных судов перегружаются в малые суда (или наоборот).

Полоса воды у причалов, где стоят суда при производстве перегрузочных операций, называется причальным рейдом.

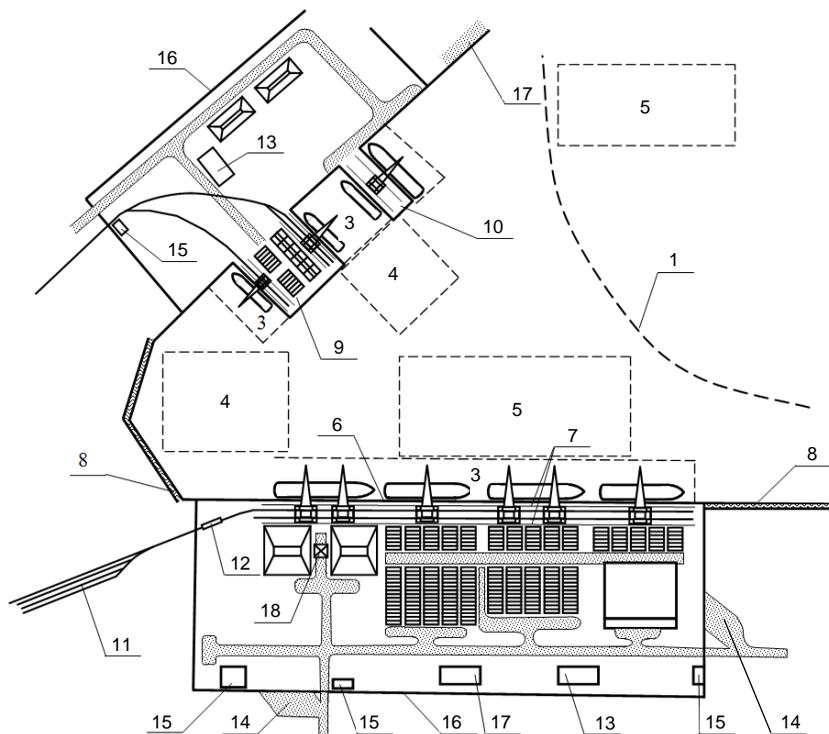


Рисунок 1.32 – Схема расположения устройств в речном порту ковшового типа: 1 – линия судовой ходы; 2 – сортировочный рейд; 3 – причальный рейд; 4 – навигационные рейды; 5 – рейд ожидания; 6 – причальная набережная; 7 – подкрановые пути; 8 – укрепленная линия естественного берега; 9 – широкий пирс; 10 – узкий пирс; 11 – портовый железнодорожный парк; 12 – весовой путь; 13 – административные и бытовые здания; 14 – стоянка для автомобилей; 15 – проходные; 16 – ограждение устройств порта; 17 – линия естественного берега; 18 – бункер

Береговая линия, примыкающая к акватории порта, в большей своей части представляет собой причальный фронт, у которого швартуются и обрабатываются суда. Участки берега, не занятые причалами, имеют специальные берегоукрепления, предохраняющие берег от эрозии, результатом которой может быть не только разрушение берега, но и заносимость акватории у причалов.

Причальный фронт и берегоукрепления окаймляют территорию порта, на которой размещаются как основное его оборудование и сооружения (склады, погрузочно-разгрузочная техника, нефтехранилища и др.), непосредственно участвующее в передаче грузов с одного вида

транспорта на другой, так и вспомогательные здания, сооружения, оборудование, обеспечивающие нормальное функционирование всего портового хозяйства (энергетическое оборудование, связь, водоснабжение, канализация, ремонтные и служебно-бытовые устройства).

Речные порты (см. рисунок 1.32) характеризуются, прежде всего, отсутствием оградительных сооружений. Если все же иногда речной порт имеет оградительные сооружения, то они служат для защиты порта не от волн, а от движущегося льда.

Состав акватории порта на внутренних водных путях сложнее, чем у морского порта, что объясняется спецификой перевозок, осуществляемых как самоходными, так и несамоходными судами. Составы несамоходных судов иногда не могут быть поданы сразу к причалам. Поэтому для размещения прибывающих составов на акватории выделяют сортировочный рейд.

В некоторых портах, расположенных на стыке участков реки с разными гарантированными глубинами, часть судов может перегружаться на акватории – на перегрузочном (оперативном) рейде. В некоторых случаях крупные суда выгружаются не полностью, а лишь паузятся, то есть частично освобождаются от груза для того, чтобы их осадка уменьшилась до величины, позволяющей дальнейшее движение судов по участку с малыми глубинами. Имеются в речных портах также навигационный рейд для разворота судов и причальный рейд.

В портах с незначительными размерами грузооборота (например, в портах Республики Беларусь) деление акватории на рейды – условное.

### 1.3.3 Характеристика портовых устройств

Все устройства и сооружения в порту можно разделить на гидротехнические, перегрузочные, складские, транспортные, административно-бытовые и специальные.

Гидротехнические портовые устройства обеспечивают непосредственную связь причала и судов, эффективную и долговечную работу всех взаимодействующих узлов. В их состав входят устройства: причальные, отбойные, швартовые, оградительные, берегозащитные.

Перегрузочные устройства обеспечивают выполнение грузовых операций на причале и на плаву (на оперативном рейде) и разделяются на береговые и плавсредства, которые обеспечивают соответственно грузовые операции по схемам «судно-вагон», «судно-склад» и «судно-судно».

Складские устройства можно разделить по назначению (открытые площадки, крытые склады), характеру и времени использования (временные, сезонные, постоянные), характеру складирования (одноэтажные и многоярусные), месту расположения (прикордонные и тыловые).

Транспортные устройства обеспечивают перемещение грузов в зоне порта (внутренний транспорт: автомобили, тележки, электрокары) и за пределами портовых сооружений (внешний транспорт: автомобильный, железнодорожный, речной, морской, трубопроводный, специальный).

Помимо перечисленных устройств немаловажное значение имеют административно-бытовые и специальные портовые устройства.

Под портовыми гидротехническими сооружениями понимаются устройства и оборудование, предназначенные для улучшения использования водных путей, безопасной организации портовых работ и обеспечения сохранности портово-пристанского хозяйства.

#### Гидротехнические устройства

К гидротехническим устройствам порта относятся причальные, отбойные, швартовные, берегоукрепительные и оградительные сооружения.

**Причальные сооружения** классифицируют по назначению: грузовые, пассажирские, специальные; по планируемому сроку эксплуатации: постоянные и временные; по расположению в плане (рисунок 1.33): фронтальные, пирсовые и бассейновые; по возможности изменения месторасположения: стационарные, передвижные; по конструкции: гравитационные, в виде тонких стенок, свайной конструкции, эстакады.

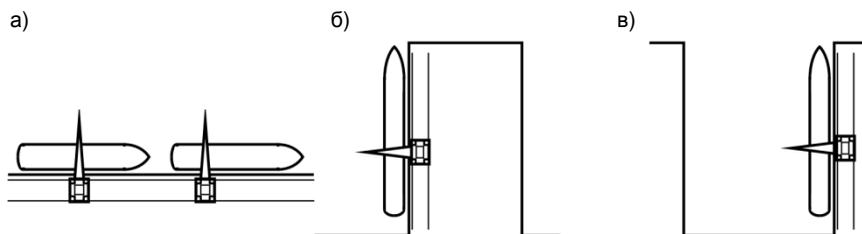


Рисунок 1.33 – Схемы расположения причальных сооружений:

а – фронтальная; б – пирсовая; в – бассейновая

Причальные набережные образуют профиль прикордонной полосы и поэтому их классифицируют на вертикальные, полуоткосные, откосные, полувертикальные и двухъярусные (рисунок 1.34).

Вертикальная набережная распространена наиболее широко, так как наиболее удобна в эксплуатации, особенно при производстве перегрузочных работ, но, в свою очередь, более дорогостоящая в сооружении по сравнению с откосными типами набережных.

Причалы откосного типа наиболее просты и часто применяются на реках при больших колебаниях уровня воды.

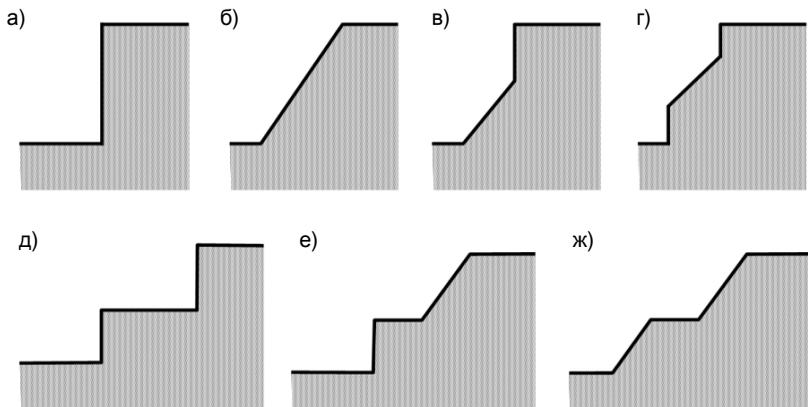


Рисунок 1.34 – Формы причальной набережной:  
 а – вертикальная; б – откосная; в – полувертикальная;  
 г – полукоткосная; д–ж – двухъярусные

Полувертикальная форма используется достаточно редко – при возможных резких понижениях уровня воды (аванпорты шлюзов).

Полукоткосная форма причала используется в портах, где акватория характеризуется низкими горизонтами воды.

Двухъярусная форма причальной набережной применяется при значительных амплитудах сезонных колебаний уровня воды.

Гравитационные причальные сооружения представляют собой сооружение из массивных плит, устойчивость которых обеспечивается их собственным весом (рисунок 1.35). Сооружения подобного рода используются в местах, где затруднительно погружение в грунт опор или свай, например, при скальных грунтах, при наличии значительного количества валунов.

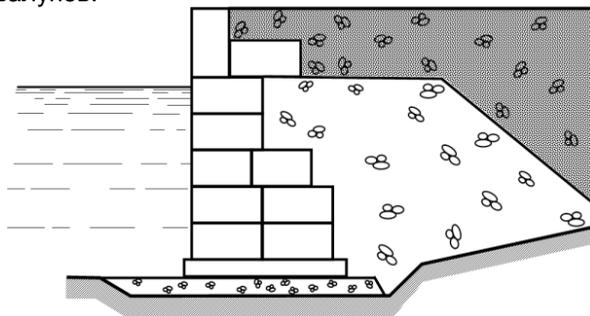


Рисунок 1.35 – Схема причальных сооружений гравитационного типа

Болверки (причальные сооружения в виде тонких стенок) представляют собой ряд железобетонных или металлических свай, погруженных в грунт вплотную одна к одной (рисунок 1.36).

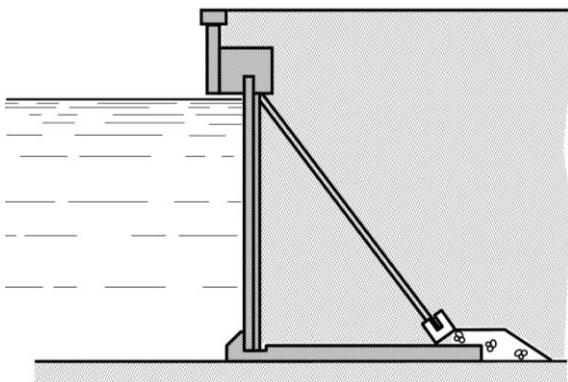


Рисунок 1.36 – Схема причальных сооружений в виде тонких стенок (болверк)

К причальным сооружениям свайной конструкции (рисунок 1.37) относят причалы, сооружаемые из высоко возвышающихся над уровнем дна одиночных свай, связанных между собой и образующих территорию причала.

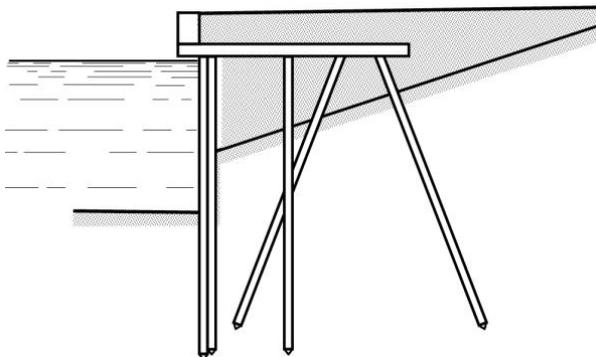


Рисунок 1.37 – Схема причальных сооружений свайной конструкции

Иногда в местах со значительным колебанием уровней воды или с систематическим переформированием русла реки, или в качестве временных причальных сооружений используются плавучие причалы.

В ряде случаев плавучие причалы в виде дебаркадеров, понтонов, барж-площадок располагают на акватории порта. Такие причалы называют рейдовыми.

В процессе обработки флота в речном или морском порту необходимо, чтобы его причальные сооружения не подвергались ударам и навалам со стороны судов, а крепление судна во время швартовки было надежным. Для этих целей причальные сооружения оснащают отбойными устройствами и швартовными приспособлениями.

**Отбойные устройства** предназначаются для смягчения удара во время привала судов к причалу и предохранения как причальных сооружений, так и судов от повреждения.

Все отбойные устройства должны обладать упругостью для смягчения удара, иметь гладкую поверхность (так как выступы могут нанести повреждения судну), быть удобными для швартовных операций.

Отбойные приспособления бывают двух принципиальных типов: в виде жестких конструкций и амортизирующие. Жесткие отбойные приспособления (рисунок 1.38, а) практически полностью передают нагрузки от приваленного судна причальному сооружению, в то время как амортизаторы поглощают часть энергии движущегося судна и снижают усилия, передающиеся от судна на причал. Наибольшее распространение получили амортизаторы с резиновыми элементами различной конфигурации (рисунок 1.38, б–д), пневматические устройства (рисунок 1.38, е) и гидропневматические устройства (рисунок 1.38, ж).

Существует несколько конструкций отбойных устройств: палы, отбойные стенки, отбойные деревянные рамы, кранцы и др.

*Отбойные палы* бывают двух типов – несколько свай (не менее трех), наклонно прибитых к средней, находящейся в вертикальном положении (жесткие палы), или несколько вертикально забитых свай, связанных между собой (упругие палы).

*Отбойные стенки* представляют собой палы, попарно соединенные между собой и размещаемые на некотором расстоянии друг от друга.

*Отбойные брусья* крепят в вертикальном положении к лицевой грани набережной стенки, что обеспечивает плавное перемещение судна по вертикали вследствие изменения уровня воды или осадки судна во время производства грузовых работ. Брусья изготовляют из твердых пород дерева.

*Кранцы* являются мобильным типом отбойного приспособления и состоят из веревочных сеток, заполненных мягким материалом, например пенькой, резиновых труб, гирлянд отработанных автопокрышек и др. Они прикрепляются к набережной стенке и по мере изменения уровня воды поднимаются, опускаются.

Швартовные приспособления – рымы, причальные тумбы, скобы и плавучие причальные бочки (рисунок 1.39) – предназначаются для крепления судна к причальному сооружению во время стоянки.

*Рым* представляет собой железный стержень, вмонтированный в причальное сооружение, сквозь ушко которого продето железное кольцо. Подаваемые с судна швартовные снасти закрепляются за это кольцо.

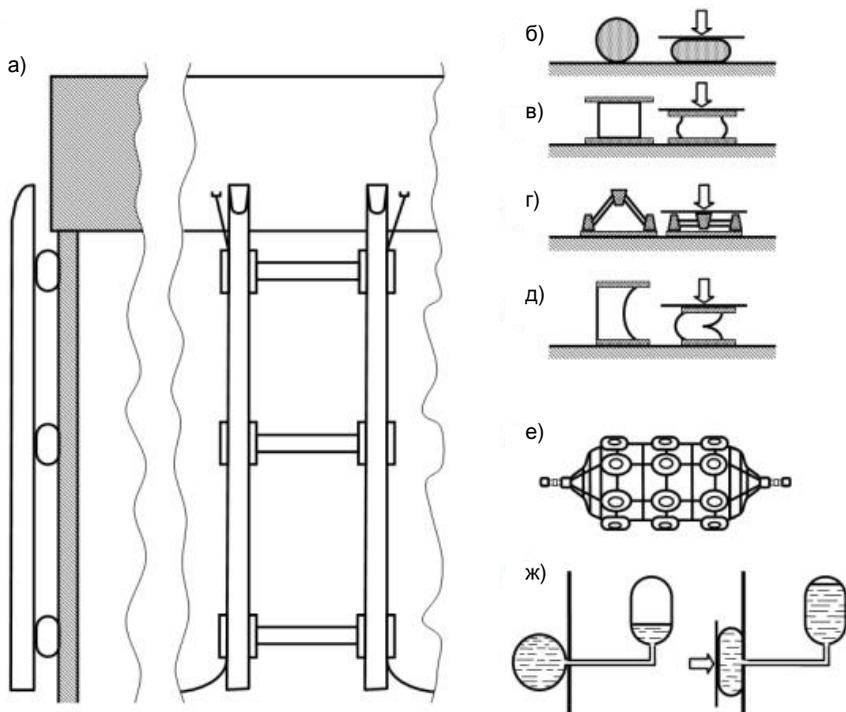


Рисунок 1.38 – Схемы отбойных портовых устройств:  
 а – жесткого типа; б–д – амортизирующего типа;  
 е – пневматические; ж – гидропневматические

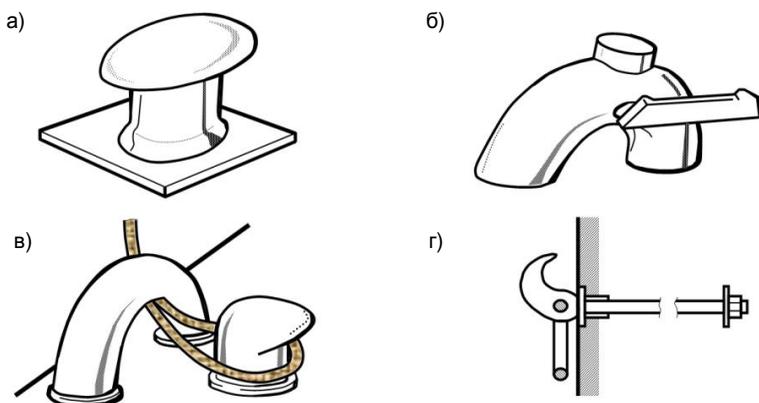


Рисунок 1.39 – Швартовые устройства:  
 а – тумба; б – скоба; в – скоба с тумбой; г – рым

Тумбы и скобы используют для швартовки крупных судов. Они выполняются из металла и надежно крепятся к стенке причала. Если стенки причала массивные, то тумбы устанавливают не только наверху, но и в нишах, находящихся на соответствующих уровнях.

Для швартовки судов на рейде или в портах-убежищах служат *швартовные бочки*. Швартовная бочка представляет собой стальной корпус, внутри которого закреплена стальная труба, возвышающаяся над уровнем воды. Бочки на рейдах закрепляются якорями.

**Оградительные устройства** защищают акваторию порта от внешних воздействий волн, течения реки, штормов, ледохода и т. д. К ним относятся молы и волноломы.

Мол – гидротехническое оградительное сооружение, предназначенное для защиты акватории порта от волнения, примыкающее одним концом к берегу. В крупных морских портах мол одновременно может служить для размещения причалов и перегрузочных устройств.

В морских портах, расположенных на открытом берегу, иногда сооружают два сходящихся или параллельных мола с воротами между ними (парные молы). Если порт расположен в бухте, берега которой частично защищают акваторию от ветра и волн, обычно ограничиваются одним молотом. Конструкция и тип мола в основном определяются гидрологическим режимом и геологическими условиями района расположения порта.

Различают молы:

- откосного типа, сооружаемые наброской из камня или бетонных массивов;
- вертикального типа в виде стенок, возводимых из каменной кладки, бетонных или железобетонных массивов;
- комбинированного типа (сочетание первых двух).

Волнолом – гидротехническое сооружение на воде (в море, на озере, водохранилище или реке), предназначенное для защиты береговой линии или акватории порта от волн, течений, льда и наносов.

Различают волноломы гравитационного типа, свайные, плавучие, гидравлические, пневматические, оградительные (окруженные водным пространством) и берегозащитные (расположенные непосредственно у берега).

Берегоукрепительные сооружения предназначены для предохранения естественной линии берега от разрушения волнами, течением и льдом. В качестве таковых в портах используют берегоукрепительные стенки разных видов (рисунок 1.40), которые сооружаются в местах сопряжения основных портовых строений для защиты незастроенных участков береговой линии.

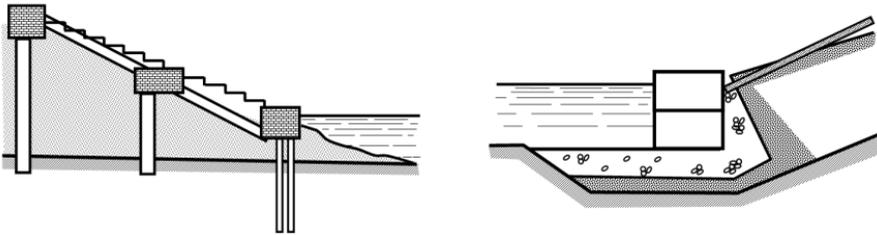


Рисунок 1.40 – Берегозащитные сооружения

Для выполнения перегрузочных работ в морских и речных портах применяют различные типы перегрузочных машин. Их многообразие определяется широкой номенклатурой грузов и направлением грузопотоков (отправление или прибытие), различными типами обрабатываемых судов, вагонов и автомобилей, местом выполнения перегрузочных работ – у береговых или плавучих причалов и другими факторами.

#### **Портовые перегрузочные устройства**

**Перегрузочные устройства** обеспечивают выполнение грузовых операций на причале и на плаву (на оперативном рейде) и разделяются на береговые и плавсредства, которые обеспечивают соответственно грузовые операции по схемам «судно-вагон», «судно-автомобиль», «судно-склад» и «судно-судно».

Портовые перегрузочные машины можно классифицировать по двум основным признакам: принципу действия и назначению. По принципу действия применяемые в портах перегрузочные машины делятся на две группы: периодического (циклического) и непрерывного действия.

Машины периодического действия перемещают груз отдельными партиями, выполняя несколько последовательных операций: захват, подъем и перемещение груза; его опускание и освобождение от захватного устройства; подъем, перемещение и опускание захватного устройства для приема очередной партии груза (рисунок 1.41). Работа такой машины состоит из повторяющихся циклов.

По характеру перемещения груза машины периодического действия условно можно подразделить на три подгруппы: с одним рабочим движением – подъемом груза (подъемные лебедки, лифты, наклонные платформенные и ковшовые подъемники); с несколькими рабочими движениями – подъемом и горизонтальным перемещением груза (краны и перегружатели); специальные машины (вагоноопрокидыватели, бульдозеры, тягачи и др.).

Машины непрерывного действия перемещают груз непрерывным потоком без остановок для захвата и освобождения (рисунок 1.42). В этой группе выделяют машины с тяговым органом и без него.

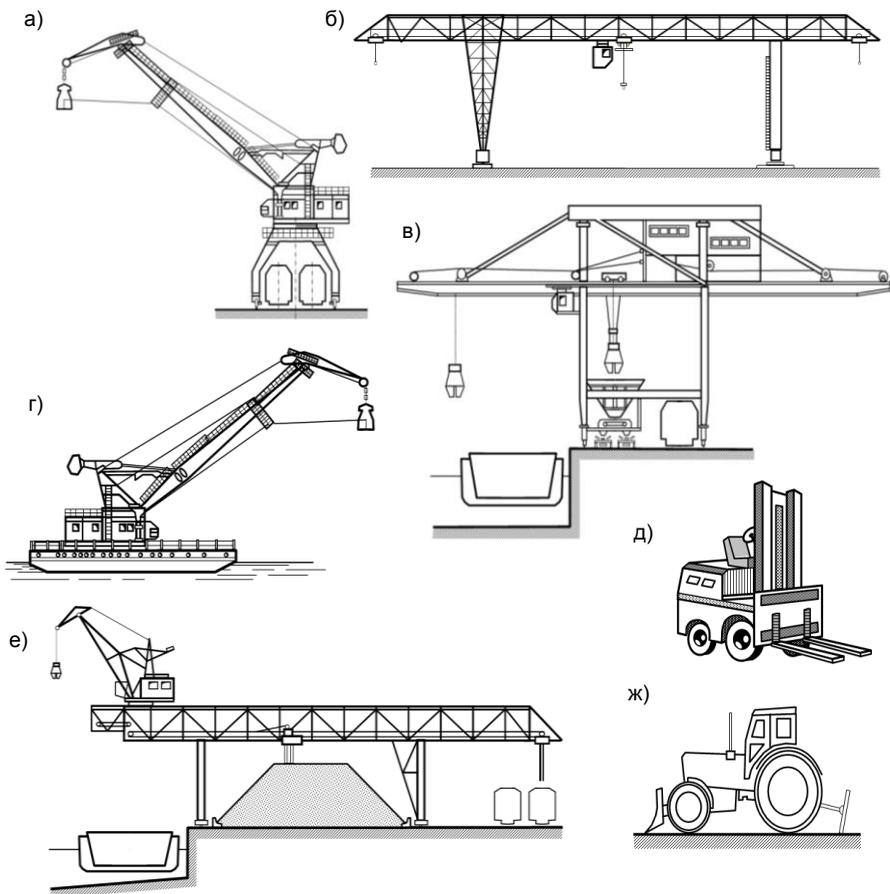


Рисунок 1.41 – Основные типы перегрузочных машин периодического действия, используемых в портах:

а – порталный кран; б – козловой кран; в – грейферно-бункерный перегружатель;  
 г – плавучий кран; д – погрузчик; е – мостовой перегружатель; ж – бульдозер

*Машины с тяговым органом* – ленточные, пластинчатые, скребковые, винтовые и цепные конвейеры; вертикальные и наклонные элеваторы, бревнотаски, консольно-стреловые отвалообразователи, норийно-конвейерные и роторно-конвейерные перегружатели.

*Машины без тягового органа* – вибрационные конвейеры, установки пневматического и гидравлического транспорта, гравитационные.

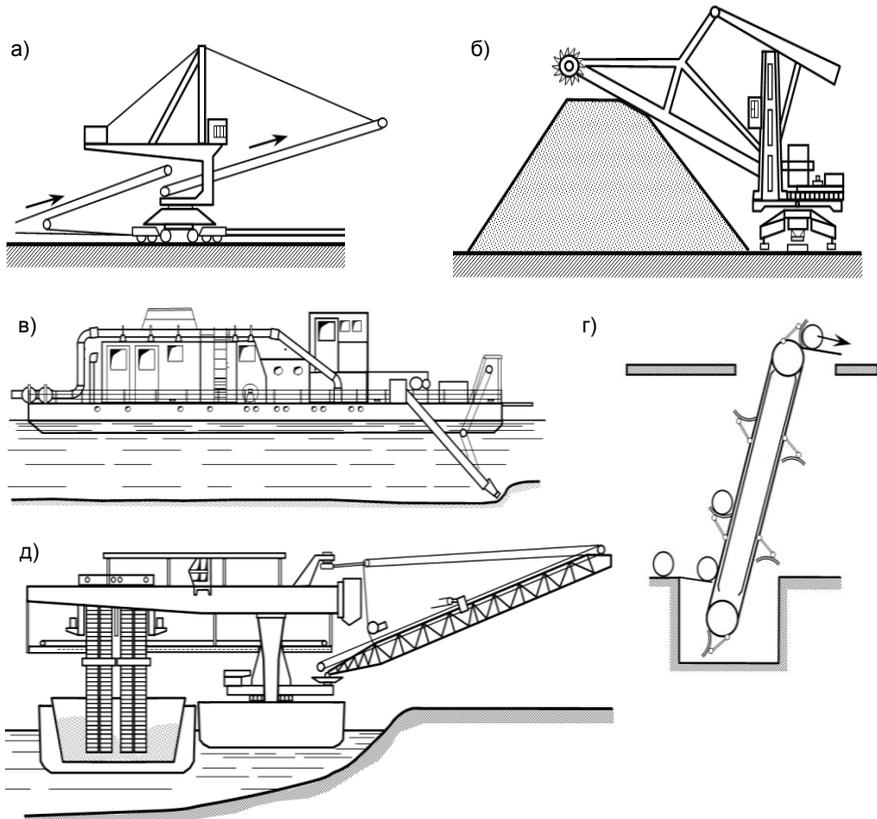


Рисунок 1.42 – Основные типы перегрузочных машин непрерывного действия, используемых в портах:

а – отвалообразователь; б – роторно-конвейерный погрузчик; в – земснаряд;  
г – элеватор; д – плавучий норийно-конвейерный перегружатель

Машины непрерывного действия могут перемещать грузы на значительное расстояние в горизонтальном, наклонном и вертикальном направлениях. При этом скорости перемещения обычно выше, чем у машин периодического действия, а разгрузка производится в заданной точке.

По назначению и условиям выполнения перегрузочных работ портовые перегрузочные машины подразделяются на основные и вспомогательные.

*Основные машины* устанавливают на кордоне причала. С их помощью перемещают грузы непосредственно из судов на берег или в обратном направлении.

В качестве основных машин периодического действия в речных портах используют стреловые поворотные краны (портальные, полу-портальные, плавучие, башенные). В морских портах, где требуется обеспечивать значительную производительность с целью снижения времени простоя крупнотоннажного флота, большее применение получили краны с возвратно-поступательным перемещением грузозахватного устройства: мостовые, консольно-козловые, кабельные, мостокабельные краны, береговые перегружатели и др.

В качестве основных перегрузочных машин непрерывного действия в морских и речных портах применяют: землесосные и черпаковые снаряды для русловой добычи и погрузки в суда, гидроперегружатели для выгрузки этих грузов на берег; пневматические перегружатели для перегрузки зерна и пылевидных грузов; конвейерные машины для погрузки навалочных грузов в суда; роторно-конвейерные и норийно-конвейерные перегружатели для выгрузки из судов навалочных грузов.

*Вспомогательные машины* используют для выполнения трюмных, складских и вагонных операций. При перегрузке тарно-штучных грузов в качестве вспомогательных машин используют электро- и автопогрузчики.

При выгрузке навалочных грузов из судов вспомогательные машины используют для подгребания и зачистки трюма от остатков груза, для образования штабелей груза на тыловых площадках, погрузки его в вагоны и автомобили. В качестве трюмных вспомогательных машин используют малогабаритные бульдозеры, в качестве складских – различные типы кранов, бульдозеры, отвалообразователи, экскаваторы.

При отгрузке навалочных грузов со склада в суда используют обычно краны и бульдозеры. При перегрузке круглых лесоматериалов со склада в полувагоны для выравнивания торцов бревен применяют торцевальные машины.

Сочетание машин, осуществляющих различные технологические операции по перегрузке груза, называют *перегрузочным комплексом*, а совокупность подъемно-транспортных машин и вспомогательных устройств, объединенных в определенной последовательности работы и предназначенных для перегрузки грузов по одному или нескольким вариантам, – **схемой механизации**.

Наибольшее распространение в морских и речных портах получили универсальные схемы механизации. Основным преимуществом таких схем является возможность приспособлять их к часто изменяющейся ситуации в порту – при изменении направления движения груза, замене одного перегружаемого груза другим, изменении величины грузооборота. Такие схемы в портах организуются с участием, как правило, портальных и плавучих кранов различной грузоподъемности и оснащенные различными грузозахватными устройствами (рисунки 1.43, 1.44).

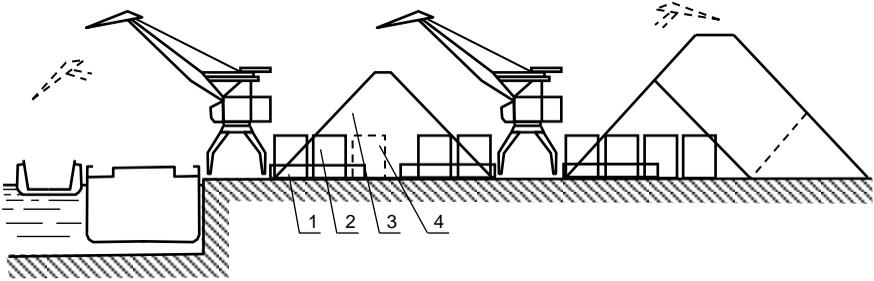


Рисунок 1.43 – Универсальные обратимые схемы механизации с порталными кранами:

1 – генеральные грузы; 2 – лесные грузы; 3 – навалочные грузы;  
4 – зона передачи грузов между кранами прикормонной и тыловой зон порта

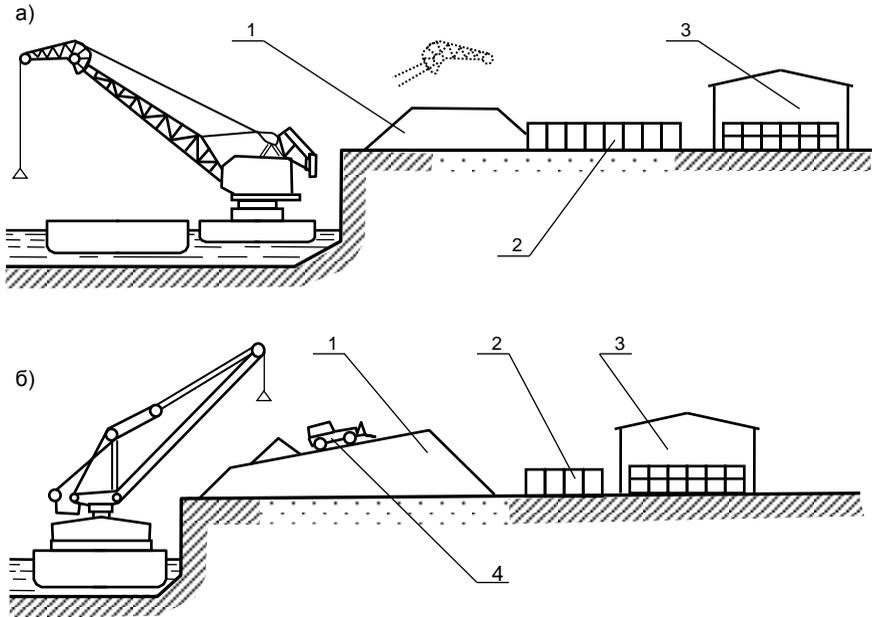


Рисунок 1.44 – Универсальные обратимые схемы механизации с плавучими и судовыми кранами:

а – с использованием плавучих кранов; б – с использованием судовых кранов;  
1 – штабель навалочных грузов; 2 – генеральные грузы открытого хранения; 3 – закрытый склад тарно-штучных грузов; 4 – бульдозер, работающий на увеличении штабеля навалочных грузов

Схемы, представленные на рисунках 1.43 и 1.44, получили наибольшее распространение в речных портах при малых и средних грузооборотах. С целью повышения пропускной способности портов часто применяют более производительные универсальные схемы с использованием мостовых кранов и перегружателей (рисунок 1.45). Данные схемы чаще применяются на специализированных терминалах морских портов.

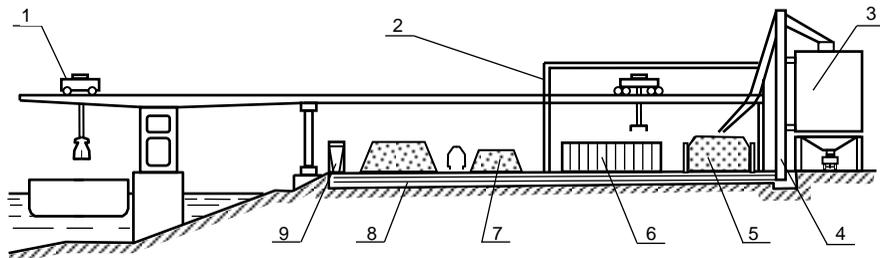


Рисунок 1.45 – Схема механизации перегрузки генеральных грузов и минеральных удобрений насыпью на комбинированных причалах:

- 1 – кран мостовой; 2 – навес над эстакадой; 3 – склад силосный; 4 – вертикальный ковшовый элеватор; 5 – склад насыпных грузов; 6 – штабель тарно-штучных грузов; 7 – штабель навалочных грузов; 8 – ленточный конвейер; 9 – бункер приема сыпучих грузов

Специализированные схемы механизации, организуемые для перегрузки однородных грузов, проходящих, как правило, в одном направлении (судно – берег или наоборот), наиболее эффективны при значительных грузооборотах портов и при необходимости создания складов значительной емкости. В состав таких схем входят высокопроизводительная специализированная погрузочно-разгрузочная техника – перегружатели, погрузчики или разгрузчики, устройства для горизонтальной разгрузки судов, обработки судов-лихтеровозов, перегрузки наливных грузов.

В морских и речных портах схемы механизации перегрузки навалочных грузов разделяются на две принципиальные группы, определяемые тем, является ли данный груз грузом открытого или закрытого хранения.

Навалочные грузы открытого хранения – это песчано-гравийные материалы (песок, гравий, щебень, песчано-гравийная смесь), уголь, руды черных и цветных металлов, техническая соль, чугун в чушках, металлолом, камень. В особую группу по способам перегрузки обычно выделяют песок и песчано-гравийные материалы, перерабатываемые с использованием средств гидромеханизации.

Навалочные грузы закрытого хранения разделяются, в свою очередь, на подгруппы – порошки, пылевидные и зерновые. Такие грузы имеют много сортов, различающихся по своим свойствам, назначению, качеству, размеру фракции, цене и прочим параметрам, в связи с

чем смешивание их и даже частичное загрязнение не допускаются. Это накладывает дополнительные требования к организации погрузочно-разгрузочных работ.

На рисунке 1.46 показан пример схемы механизации погрузки-разгрузки навалочных грузов открытого хранения, на рисунке 1.47 – схема выгрузки песка с использованием гидроперегрузателя, на рисунке 1.48 – схемы пневматической погрузки пылевидных грузов закрытого хранения.

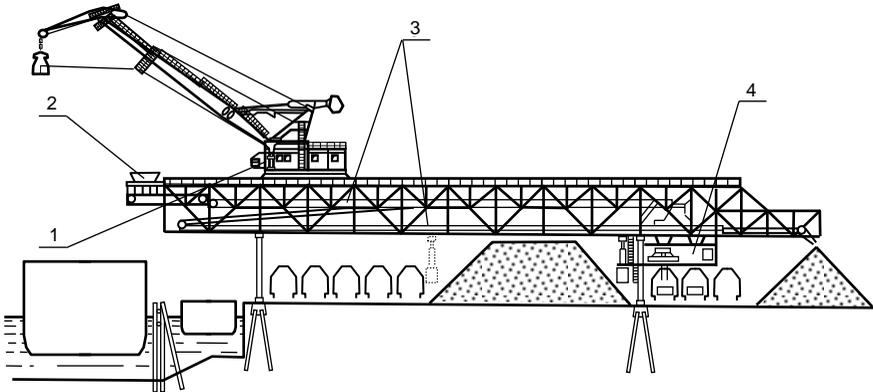


Рисунок 1.46 – Схема механизации погрузки-выгрузки навалочного груза с использованием мостового перегружателя:

- 1 – катучий кран; 2 – приемный бункер; 3 – ленточный конвейер;
- 4 – распределительное устройство для загрузки вагонов

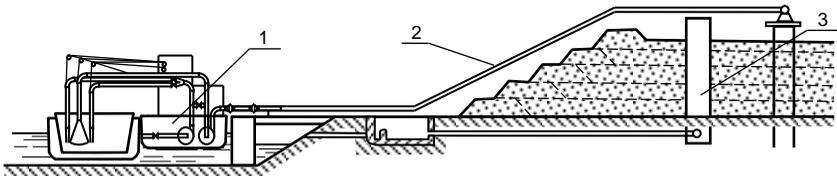


Рисунок 1.47 – Схема механизации выгрузки песка гидроперегрузателем:  
1 – гидроперегрузатель; 2 – пульпопровод; 3 – водосборный колодец

По грузообороту на водном транспорте лесные грузы занимают менее 10 %, в то время как по трудоемкости – находятся на втором месте после непакетированных тарно-штучных грузов.

Перевозка лесных грузов осуществляется, как правило, в плотной укладке (россыпью) и в пакетах. Короткомерный круглый лес и пиломатериалы должен перевозиться в пакетах, так как использование грейферов при его перегрузке является малоэффективным.

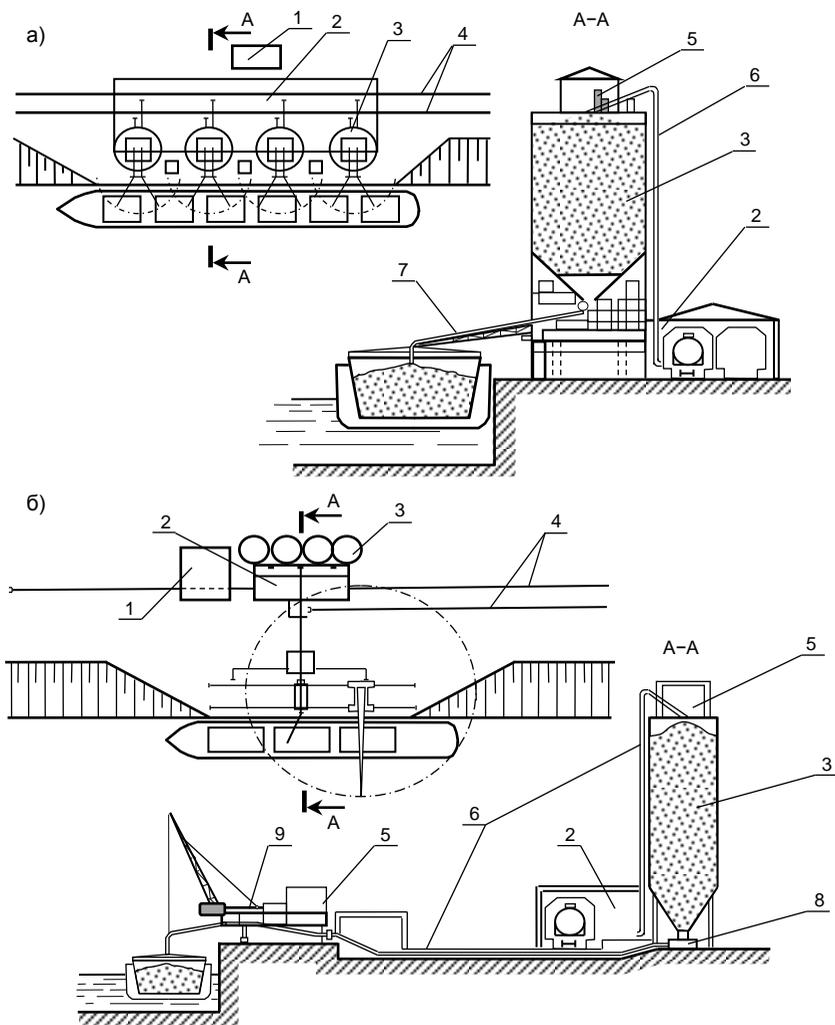


Рисунок 1.48 – Схемы механизации пневматической погрузки пылевидных грузов:  
 а – при расположении складов в прикордонной зоне;  
 б – при расположении складов в тыловой зоне;  
 1 – компрессорная станция; 2 – разгрузочная галерея для специализированных вагонов и (или) автомобилей; 3 – силосный склад; 4 – железнодорожные пути;  
 5 – аспирационное оборудование; 6 – трубопровод; 7 – погрузочный аэрожелоб;  
 8 – насос; 9 – передвижной погрузочный агрегат

В портах, чаще всего, лес россыпью перегружается кранами, оснащенными специальными грейферами по схемам механизации, представленным на рисунках 1.49 и 1.50.

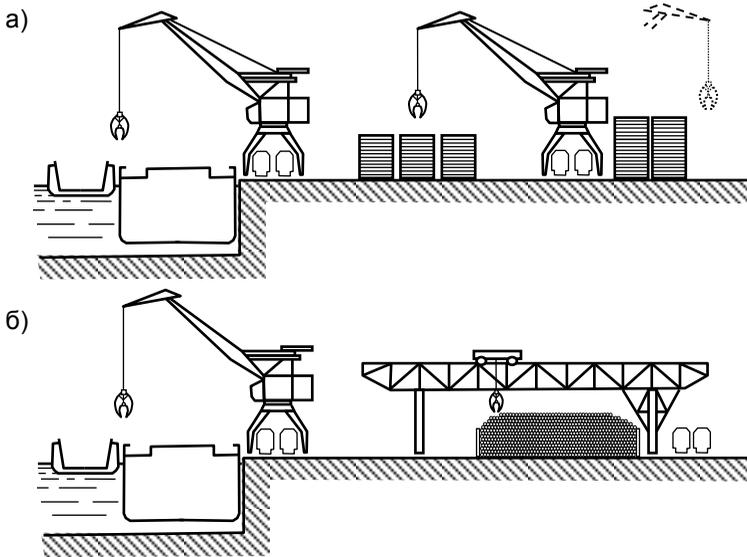


Рисунок 1.49 – Схема механизации перегрузки круглого леса с использованием двух линий кранов:  
а – порталных; б – порталного и козлового

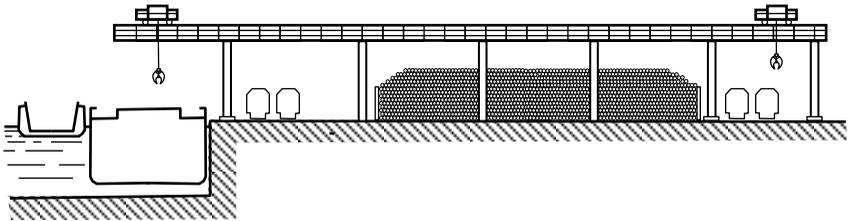


Рисунок 1.50 – Схема механизации перегрузки круглого леса с использованием мостового крана

Наиболее распространенной схемой механизации перегрузки влагобоящихся тарно-штучных грузов является крановая схема с одноэтажным однорамповым складом (рисунок 1.51). При значительных размерах грузопотока склады располагают в два – три ряда, а при ограничении ширины портовой территории используют многоэтажные склады.

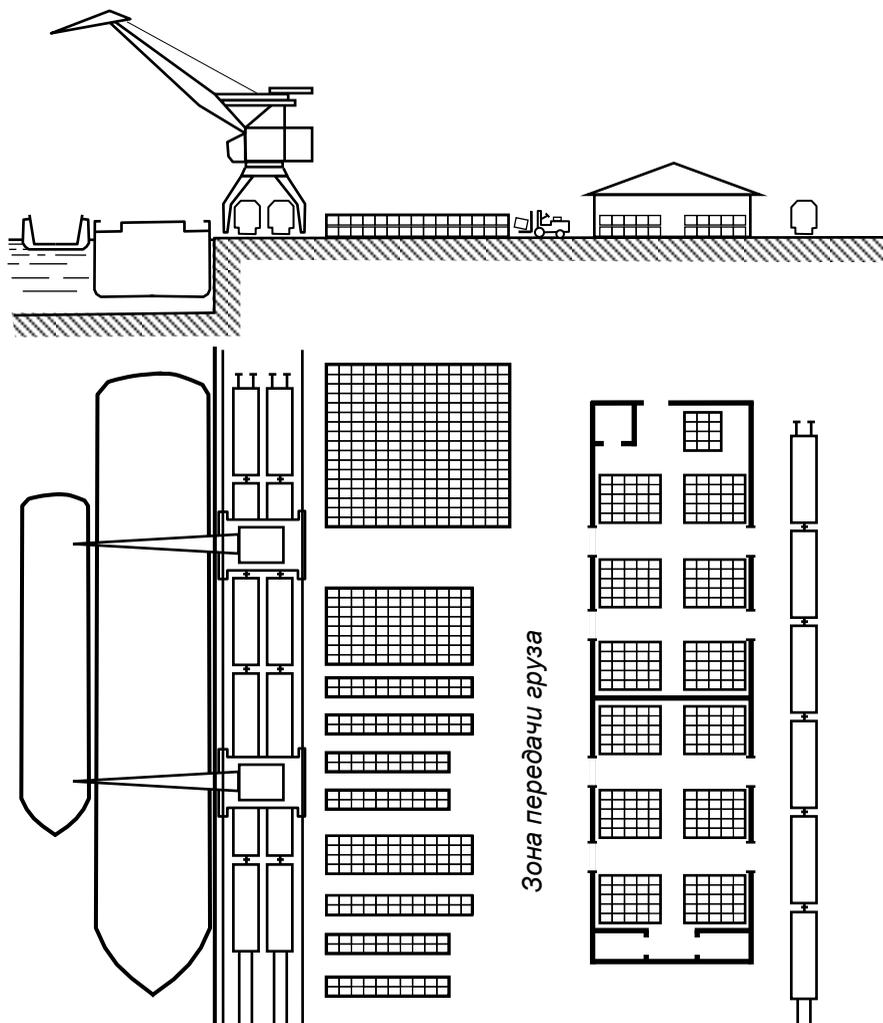


Рисунок 1.51 – Схема механизации перегрузки тарно-штучных грузов

Одним из важных направлений совершенствования технологий перевозки тарно-штучных ценных мелкопартионных грузов является их перевозка в контейнерах.

Одним из основных достоинств перевозок грузов в контейнерах является то, что для их грузообработки применимы большинство из универсальных обратимых схем механизации. Однако с учетом роста доли контейнерных перевозок в портах с целью максимального повышения пропускной способности возникает необходимость использовать не универсальные схемы, а специализированные. В морских портах данная задача решается путем создания специализированных районов или контейнерных терминалов. Такой терминал представляет собой специализированный район порта, располагающий: специализированным перегрузочным оборудованием; открытыми складскими площадками, имеющими прочное гладкое бетонное покрытие с минимальными уклонами; закрытыми складами комплектации контейнеров; подходами смежных видов транспорта; базами ремонта и технического обслуживания техники и контейнеров; центром управления потоком грузов.

Одной из характерных особенностей современных морских контейнерных терминалов являются значительные площади складов, составляющие несколько гектаров. Часто с целью сокращения таких площадей в портах проектируют многоэтажные контейнерные склады.

Главными элементами схем механизации, используемых на контейнерных терминалах, являются контейнерные перегрузчики различной производительности (рисунок 1.52).

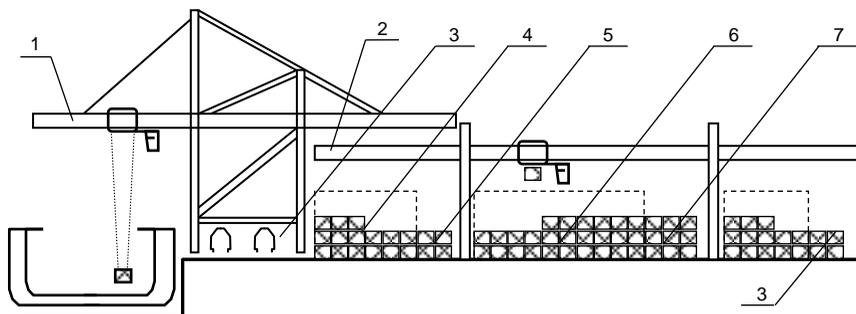


Рисунок 1.52 – Схема механизации с двумя линиями

контейнерных перегрузчиков:

1 – прикордонный перегрузчик; 2 – тыловой перегрузчик; 3 – зона передачи контейнеров на сухопутный транспорт; 4 – буферный склад; 5, 7 – зоны передачи контейнеров между перегрузчиками; 6 – тыловой склад

В некоторых случаях, когда размер грузооборота невелик, а доля перегрузки по варианту «судно – судно» достаточно велика, возникает необходимость использования схем с крупнотоннажными порталными кранами.

Перегрузка грузов по прямому варианту, то есть непосредственно с подвижного состава сухопутного транспорта на суда, или из одного судна в другое, или в обратном направлении, во

**Складские устройства** многих случаях весьма целесообразны, так как при этом исключаются дополнительные перевалки грузов и ускоряется доставка их к потребителю. Однако из-за разнообразных причин, например, сезонности грузов, перерывов в навигации в зимний период, грузы поступают в порт и отправляются из порта неравномерно.

Некоторые грузы после поступления в порт накапливаются, подвергаются рассортировке, комплектации, переупаковке, отбору проб. Экспортно-импортные грузы могут быть подвергнуты таможенному дозору.

К тому же, грузоподъемность речных судов, грузоподъемность железнодорожных вагонов и автомобилей различны. Продолжительность работы порта, автопредприятий и железнодорожных станций также различается. Поэтому технологически эти виды транспорта работают в различных условиях, и добиться единого графика их взаимодействия без наличия компенсирующих систем, которыми и являются склады, практически невозможно.

**Портовые склады** – важный элемент портового хозяйства. Они обеспечивают хранение грузов, защиту их от повреждений и подготовку для дальнейшего следования.

Портовые склады классифицируют по следующим основным признакам: назначению, расположению относительно причального фронта, условиям и срокам хранения.

По назначению склады делятся на универсальные и специализированные. *Универсальный склад* предназначен для хранения различных грузов, *специализированный* – для хранения определенного груза (зерна, лесоматериалов, цемента, угля и т. д.).

По условиям хранения грузов склады делят на закрытые, открытые и навесы (рисунок 1.53).

*Закрытый склад* – специальное помещение для хранения ценных грузов, подверженных порче от воздействия атмосферных осадков, солнечных лучей, колебаний температуры воздуха. По конструкции и условиям загрузки (разгрузки) транспортных средств различают склады безрамповые (рисунок 1.54, а), с одной (рисунок 1.54, б) и двумя (рисунок 1.54, в) рампами – грузовыми платформами.

В закрытых специализированных складах хранят зерно, цемент, апатиты, некоторые минеральные удобрения, скоропортящиеся, наливные и другие грузы.

*Открытый склад* – площадка, используемая для хранения лесоматериалов, контейнеров, навалочных (угля, руды, минерально-стро-

ительных материалов и т. д.), тяжеловесных и других грузов, не требующих закрытого или защищенного от атмосферных осадков и солнечных лучей хранения. Площадка должна иметь покрытие, удобные подъезды и освещение. На открытых площадках навалочные грузы хранят в штабелях различных размеров и форм, размещаемых обычно параллельно причальному фронту в одну или несколько линий.

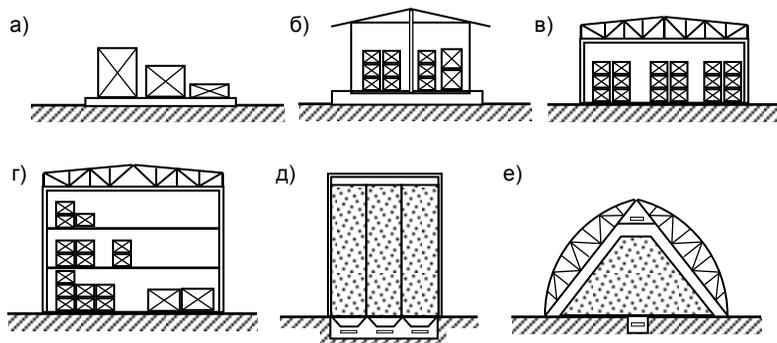


Рисунок 1.53 – Схемы портовых складов:

а – открытая площадка; б – навес; в-е – крытые склады  
(в – одноэтажный; г – многоэтажный; д – силосный; е – шатровый)

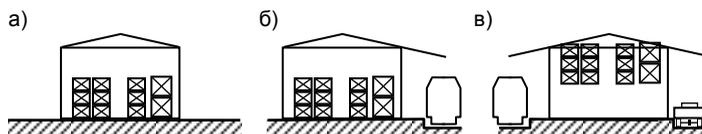


Рисунок 1.54 – Схема закрытых складов:

а – безрампового; б – с одной рампой; в – с двумя рампами

*Навес* – площадка, над которой на опорах сооружена крыша. Под навесом хранят малоценные грузы, требующие защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и солнечных лучей.

По срокам хранения грузов склады делят на оперативные (транзитные) и длительного хранения – базисные.

*Оперативные (транзитные)* склады обеспечивают краткосрочное хранение груза. Сроки хранения грузов в транзитных складах ограничиваются двумя–тремя сутками в зависимости от рода груза. Эти склады располагаются в непосредственной близости от причалов рядом с прикордонными железнодорожными путями.

*Базисные склады* обеспечивают накопление и длительное хранение грузов. Некоторые речные порты обеспечивают доставку грузов сухопутными видами транспорта в базисные склады круглогодично. Сроки хранения грузов в базисных складах могут достигать двух и более месяцев.

Помимо грузовых складов порты располагают вспомогательными складами материально-технического снабжения, горюче-смазочных материалов, топливными и другими.

Организация ритмичной работы порта может быть обеспечена только в случае слаженной работы водного и сухопутных видов транспорта.

#### **Транспортные устройства**

Поэтому сухопутные виды транспорта должны иметь достаточно развитую структуру для поступления и отправления грузов. По отношению к территории порта они должны быть внешними, то есть иметь непрерывную связь с магистральными линиями (железные дороги, автодороги, трубопроводы и др.), обеспечивать подачу подвижного состава по расписанию с сортировочных железнодорожных станций и автостанций.

**Железнодорожные пути**, обслуживающие порт, можно подразделить на подъездные и внутрипортовые. Подъездные пути соединяют порт с предпортовой станцией или с ближайшей железнодорожной станцией и другими промышленными объектами. К внутрипортовым путям относят все станционные, соединительные, погрузочно-разгрузочные и другие пути, находящиеся на территории порта. Проектирование и подъездных, и внутрипортовых путей ведется по нормам проектирования промышленного транспорта.

В составе внутрипортовых железнодорожных путей различают маневровые (ходовые) и перегрузочные пути.

Маневровые (ходовые) пути служат для подачи вагонов к местам их загрузки (разгрузки) и отправления. Количество путей зависит от числа и расположения причалов для грузов, перевозимых в смешанном железнодорожно-водном сообщении, технологии перегрузочных работ, расположения складов и других факторов.

Перегрузочные пути служат для стоянки вагонов при загрузке (разгрузке). Различают прикордонные и тыловые пути. Прикордонные пути предназначены для передачи груза из вагонов непосредственно в судно или из судна в вагоны, тыловые – для передачи груза из вагонов на склад или со склада в вагоны.

Для обеспечения удобного проезда безрельсового внутрипортового транспорта через железнодорожные и крановые пути рельсы заглубляют так, чтобы их головки были на уровне покрытия территории порта. Пространство между рельсами (междупутье) обычно имеет твердое покрытие, особенно на причалах, где технологией перегрузочных работ предусмотрено использование напольного безрельсового транспорта.

**Автомобильный транспорт** так же, как и железнодорожный, в основном выполняет перевозки, связанные с ввозом грузов на территорию порта или с вывозом в обратном направлении. Для внутрипортовых перевозок по подаче грузов на склад или между складами, как правило, применяют специализированные машины.

Автомобильные дороги порта можно подразделить на подъездные и внутривортовые. *Подъездные дороги* могут проходить по пересеченной местности, они характеризуются значительной интенсивностью и большими скоростями движения. *Внутривортовые дороги*, то есть дороги, расположенные непосредственно на территории порта, отличаются, как правило, отсутствием земляного полотна и прокладываются на одном уровне с территорией порта. Другой особенностью внутривортовых дорог являются малые скорости движения по ним транспортных средств (12–15 км/ч).

Устройство однополосных автомобильных дорог на портовой территории допускается лишь при отсутствии регулярного встречного движения – главным образом для хозяйственных дорог и пожарных проездов.

На серпантинах и поворотах проезжую часть дороги делают с уширением внутренней стороны кривой. Величина уширения зависит от радиуса кривой (например, при радиусе 15 м уширение равно 3,0 м, при радиусе более 30 – 2,0 м).

Как правило, на территории порта прокладывается кольцевая магистральная автомобильная дорога, соединяющая все причалы, производственные и административно-хозяйственные здания.

Кольцевое движение автомобильного транспорта должно быть обеспечено по всем объектам оперативной зоны порта. Тупиковые дороги допускаются только для проезда к отдельно стоящим зданиям и сооружениям, расположенным вне оперативной зоны порта. В последнем случае для разворота автомобилей устраивают специальные концевые площадки (рисунок 1.55).

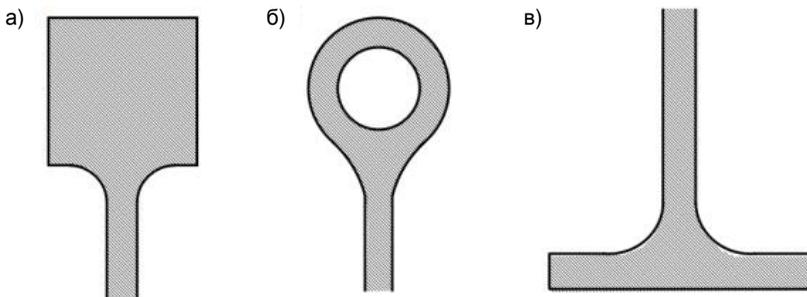


Рисунок 1.55 – Концевые устройства для разворота автомобилей:  
а – площадка; б – петля; в – Т-образный тупик

Пешеходные полосы, идущие вдоль главных дорог порта, должны быть приподняты над поверхностью дорог на 15–20 см (отделены бордюром). При отсутствии пешеходных полос проезжая часть дороги ограничивается бордюрной полосой шириной не менее 0,5 м (рисунок 1.56).

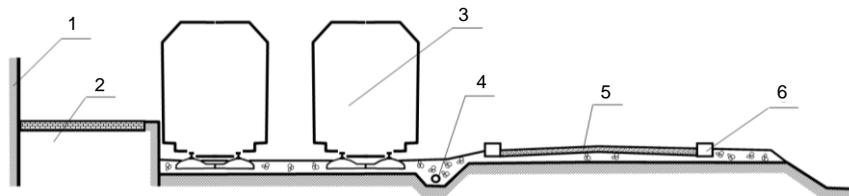


Рисунок 1.56 – Устройство магистральной дороги в тылу складов:  
1 – склад; 2 – рампа склада; 3 – железнодорожный вагон; 4 – дренаж;  
5 – покрытие автодороги из плит; 6 – бордюрная полоса

Нередко проектируется погрузка и разгрузка автомобилей у рампы складов (рисунок 1.57). В этом случае при установке автомобилей бортом к рампе расстояние до проезжей части дороги должно быть (в зависимости от габаритов машины) не менее 3,5–4,5 м, а при установке задним бортом – от 10,0 до 12,0 м.

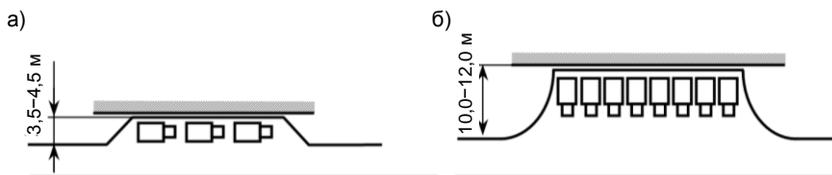


Рисунок 1.57 – Схемы установки автомобилей у рампы складов:  
а – продольная; б – торцовая

На территории порта применяют, как правило, однослойные дорожные одежды, под которыми при необходимости (если территория подсыпана плохо фильтрующими суглинистыми и супесчаными грунтами) укладывается подстилающий слой из крупнозернистых грунтов. Наиболее распространенными типами дорожных покрытий в портах являются капитальные бетонные и асфальтобетонные, а в прикормонной полосе – щебеночные или гравийные.

**К** административно-бытовым устройствам и сооружениям относят административные корпуса на территории порта, мастерские, бытовки, речной вокзал, вспомогательные помещения, обслуживающие системы связи, электро-, водоснабжения, канализации и т. д. Их назначение – организация взаимодействия нормальной эксплуатации всех устройств порта и обслуживающего персонала в целях повышения эффективности их работы.

Для размещения подразделений управления, в том числе грузовых районов (участков), подсобно-хозяйственных, вспомогательных и других служб, в портах имеются *административно-хозяйственные здания*: управление порта с узлом связи, грузовая контора порта, районная контора (районные конторы), столовая, блок (блоки) портовых бытовых и вспомогательных помещений, здравпункт, туалеты, караульное помещение военизированной охраны (ВОХР), проходная (проходные) и др.

Состав и размеры административно-хозяйственных зданий и помещений порта зависят от размера и структуры грузо- и пассажирооборота; числа причалов, их оснащённости и районирования; судооборота и объема работ по комплексному обслуживанию флота; штатов административно-управленческого и производственного персонала.

Портовые здания строят, как правило, по типовым проектам, с учетом блокировки помещений, что позволяет сократить их число, унифицировать планировочные и конструктивные решения, строить с применением сборных конструкций.

## **1.4 Инфраструктура судостроительных и судоремонтных предприятий**

### **1.4.1 Производственные процессы судоремонтных и судостроительных предприятий**

Ремонт используемого и строительство нового флота осуществляют судостроительно-судоремонтные, судоремонтно-механические и судоремонтные заводы; судоремонтные мастерские; ремонтно-эксплуатационные базы флота; отстойно-ремонтные пункты.

Сложность системы и разнообразие объектов инфраструктуры судоремонтных и судостроительных предприятий определяется многообразием видов производственных процессов, которые ими осуществляются. Производственные процессы на судостроительных и судоремонтных предприятиях (ССРЗ) весьма многочисленны и разнообразны, однако их можно классифицировать по различным признакам.

По отношению к производству конечной продукции (суда, их элементы, прочая продукция) все производственные процессы можно разделить на **три группы** (рисунок 1.58):

- **основные** (изготовление или ремонт конечной продукции);
- **вспомогательные** – предназначенные для обеспечения нормального выполнения основных (изготовление инструмента, приспособлений и оснастки, ремонт технологического оборудования и др.);
- **обслуживающие** – представляющие собой операции по обеспечению основных и вспомогательных процессов (транспортные, грузо-подъемные и складские операции, обеспечение всеми видами энергии).

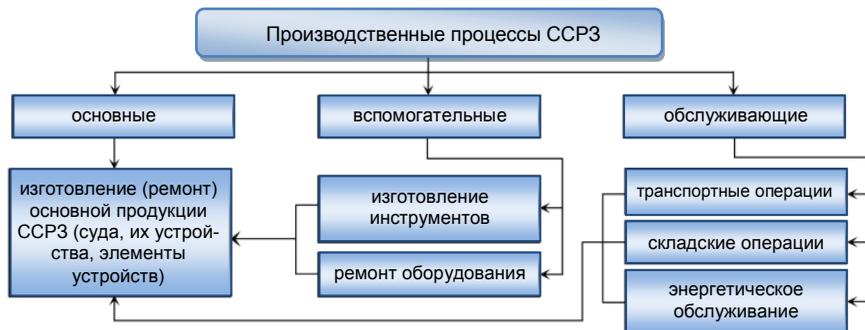


Рисунок 1.58 – Классификация производственных процессов на ССРЗ

В свою очередь, основные производственные процессы по стадиям изготовления продукции подразделяют также на **три группы** (рисунок 1.59):

- **заготовительные** (первичная обработка сырья и материалов для получения различных заготовок – литья, пиломатериалов, корпусной стали, прошедшей первичную обработку);
- **обрабатывающие** – непосредственная обработка (станочные работы, термическая резка) материала для получения деталей согласно рабочим чертежам на изготовление или ремонт продукции;
- **сборочно-монтажные** – сборка узлов, конструкций, готовых изделий, их отделка и испытания.

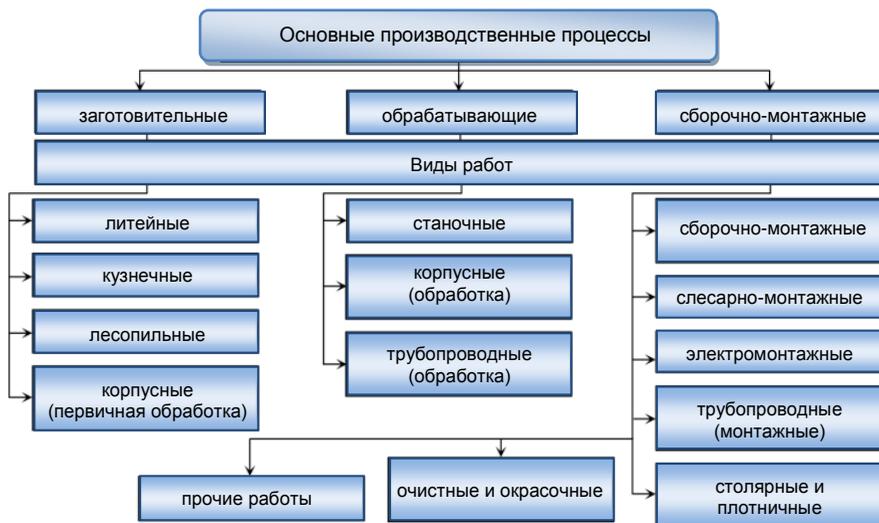


Рисунок 1.59 – Структура основных процессов и видов работ ССРЗ

Вышеуказанные виды процессов в основном и вспомогательном производстве подразделяют на более мелкие элементы – виды работ, которые определяют специфику применяемого оборудования, технологию работ, квалификационные характеристики рабочих и, следовательно, технологическую специализацию производства, которая, в свою очередь, определяет производственную инфраструктуру ССРЗ.

#### **1.4.2 Производственная инфраструктура судоремонтных и судостроительных предприятий**

Под производственной инфраструктурой ССРЗ понимается состав его цехов, участков, их оборудования и систем обеспечения производства. Состав производственной инфраструктуры определяется, как сказано выше, структурой производственных процессов и специализацией предприятия.

Современные ССРЗ komponуют таким образом, чтобы в максимальной степени перенести работы по постройке или ремонту судов в цеховые условия. Наиболее рациональная компоновка достигается при строительстве блоков цехов и однородных вспомогательных производств. Типовая схема компоновки плана ССРЗ приведена на рисунке 1.60.

По аналогии с производственными процессами цехи (участки) ССРЗ подразделяют на основные, вспомогательные и обслуживающие, а основные цехи, в свою очередь, на заготовительные, обрабатывающие и сборочно-монтажные.

Заготовительные цехи (участки) – лесопильный (производство пиломатериалов); кузнечный (изготовление поковок и штамповок для последующей механообработки и получения необходимых деталей); литейный (изготовление заготовок для деталей методом литья из черных и цветных металлов).

Обрабатывающие цехи (участки) – механические цехи или участки в составе механосборочных цехов, предназначенные для механической обработки деталей на станочном оборудовании; корпусно-заготовительные цехи или участки (резка и гибка корпусной стали); станочные участки деревообрабатывающих цехов.

Сборочно-монтажные цехи (участки) – слесарно-монтажные, выполняющие сборку и монтаж на судне машин, механизмов и оборудования, а также их ремонт; электромонтажные; сборочно-сварочные (изготовление и ремонт корпусов судов и их элементов); трубопроводный участок, занимающийся монтажом трубопроводов и систем на судах, а также их ремонтом; столярные и плотничные участки деревообделочных цехов; малярные цехи (участки).

Вспомогательные цехи ССРЗ – инструментальный и ремонтно-механический.

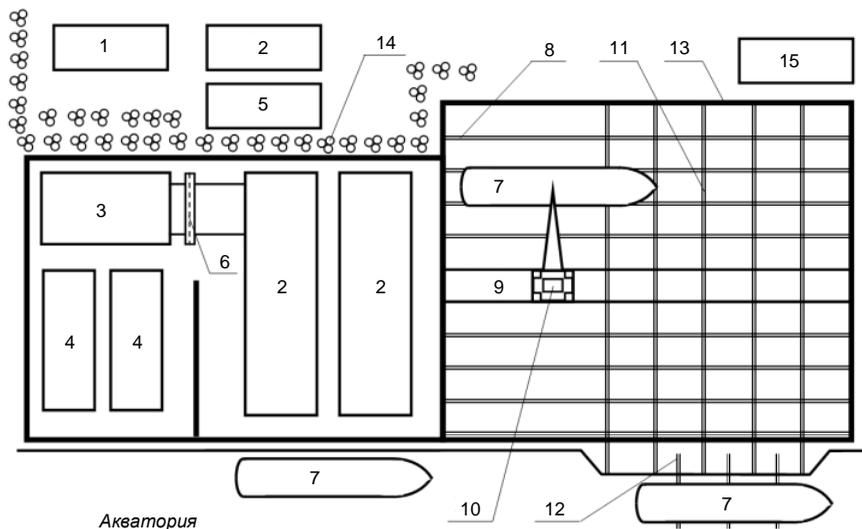


Рисунок 1.60 – Схема генерального плана ССРЗ:

- 1 – инженерный корпус; 2 – блок цехов; 3 – склад стали; 4 – центральный склад;  
 5 – блок вспомогательных помещений; 6 – мостовой кран; 7 – суда; 8 – дорожки слипа;  
 9 – подкрановые пути; 10 – кран слипа; 11 – скатные пути слипа;  
 12 – подъемные пути слипа; 13 – автомобильная дорога; 14 – зеленые насаждения;  
 15 – склад горючесмазочных материалов

К обслуживающим подразделениям относят транспортные, складские и энергетические.

Основными технологическими элементами судоремонтных и судостроительных предприятий являются судоподъемные сооружения.

**Судоподъемные сооружения**  
 Для ремонта элементов подводной части судна (корпус, двигатель-но-рулевой комплекс, донно-забортная арматура) его необходимо поднимать из воды полностью или частично. Значительные размеры поднимаемых частей и их огромный вес определяют важность данных объектов инфраструктуры судоремонтного предприятия, их энергоемкость, сложность проектирования, изготовления и, соответственно, их значительную фондоемкость.

Частичная осушка элементов подводной части судов производится несколькими способами (рисунок 1.61): *дифферентовка* путем балластирования, применение *кормоподъемника*, использование *кессона*, *выморозка* (применяется в районах с низкими отрицательными температурами).

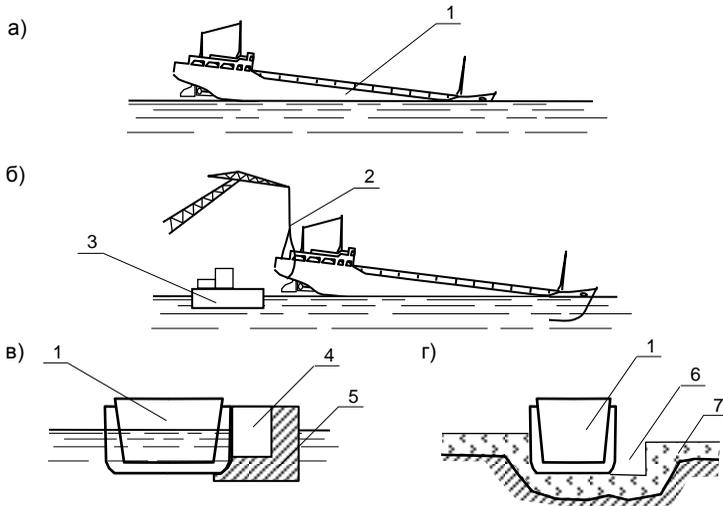


Рисунок 1.61 – Схемы частичной осушки подводной части судна:

- а – дифферентовка; б – подъем с использованием кормоподъемника (крана);  
 в – кессонирование; г – выморозка; 1 – судно; 2 – строп; 3 – понтон для ремонта;  
 4 – герметический затвор кессона; 5 – кессон; 6 – выморозочная траншея; 7 – лед

Полная осушка судна производится при подъеме судов на берег (использование сезонных колебаний уровня воды) или с помощью судоподъемных сооружений.

Наиболее распространенным типом судоподъемного сооружения на предприятиях речного транспорта является поперечный слип. Схема подъема судна на поперечном слипе приведена на рисунке 1.62.

Судно заводится на косяковые тележки, находящиеся в погруженном состоянии на наклонных рельсовых путях, после чего с помощью лебедок оно поднимается на гребенку слипа, где производится его пересадка на откатные тележки горизонтального стапеля.

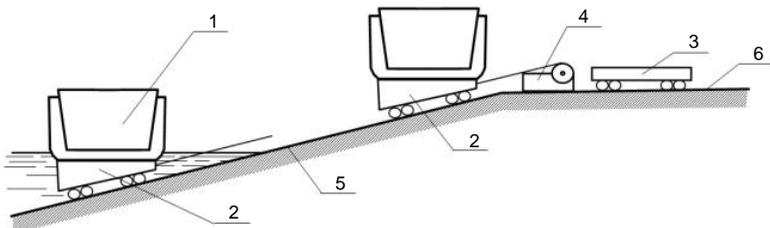


Рисунок 1.62 – Схема подъема судна на поперечном слипе:

- 1 – судно; 2 – косяковая тележка; 3 – откатная тележка; 4 – лебедки;  
 5 – подъемные наклонные пути; 6 – откатные горизонтальные пути

На судостроительных и судоремонтных предприятиях водного транспорта широко применяют плавучие доки (рисунок 1.63).

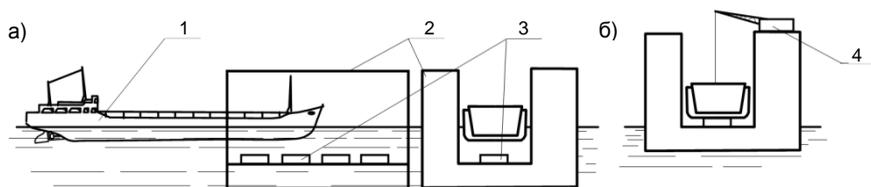


Рисунок 1.63 – Схема подъема судна в плавучем доке:

- а – док в погруженном состоянии (заводка судна);  
 б – док в рабочем состоянии (судно поставлено на кильблоки и готово к ремонту);  
 1 – судно; 2 – док; 3 – кильблоки; 4 – кран

Подъем судна производится по следующей схеме:

- судно заводится в док, который находится в погруженном состоянии с заранее установленными кильблоками;
- погружение дока осуществляется путем принятия балласта (воды) в соответствующие системы;
- судно поднимается вместе с доком откачиванием балласта.

Ремонт судна выполняется непосредственно в доке.

Разновидность плавучего – передаточный док (рисунок 1.64) служит только для подъема судна и передачи его на горизонтальный стапель, где производится ремонт.

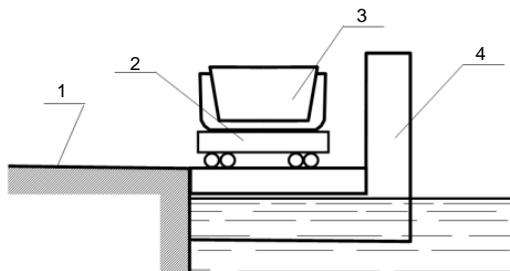


Рисунок 1.64 – Схема подъема судна с использованием передаточного дока:

- 1 – горизонтальный стапель слипа; 2 – откатная тележка; 3 – судно;  
 4 – передаточный док

Для крупных морских судов в мировой практике судостроения и судоремонта часто используют сухие и наливные доки (рисунок 1.65).

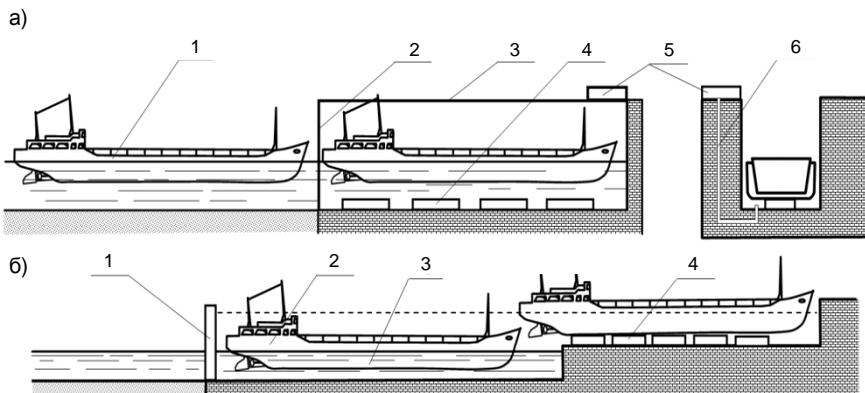


Рисунок 1.65 – Схемы подъема судна:

- а – в сухом доке: 1 – судно; 2 – водонепроницаемый затвор; 3 – сухой док;  
 4 – кильблоки; 5 – насосная станция; 6 – трубопроводы;  
 б – в наливном доке: 1 – водонепроницаемый затвор;  
 2 – судно; 3 – наливная камера дока; 4 – кильблоки

В мировой практике судоподъема получили также применение вертикальные судоподъемники (рисунок 1.66).

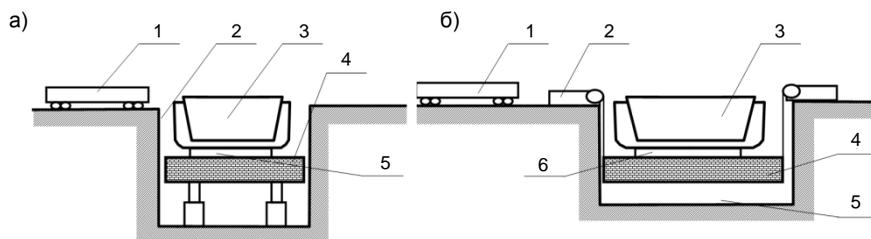


Рисунок 1.66 – Схемы вертикальных судоподъемников:

- а – гидравлического: 1 – откатная тележка стапеля; 2 – камера судоподъемника;  
 3 – судно; 4 – грузовая платформа; 5 – кильблоки;  
 б – канатного типа: 1 – откатная тележка стапеля; 2 – лебедки; 3 – судно;  
 4 – грузовая платформа; 5 – камера судоподъемника; 6 – кильблоки

Вертикальные судоподъемники имеют существенные преимущества: меньшие габариты сооружения, облегчают борьбу со льдом, упрощается заводка судна и др. Однако сложность синхронизации работы гидродомкратов или силовых лебедок существенно удорожает конструкцию.

Производственные процессы в **корпусно-сварочных цехах** ССРЗ, как правило, типовые и определяются необходимым перечнем операций от запуска корпусного металла в производство до выхода готовых корпусных конструкций судна. Оборудование же цехов выбирается в зависимости от геометрических размеров обрабатываемого материала (габариты и толщина листов, типоразмеры профильного металла), определяющих габаритные размеры оборудования и требуемые рабочие усилия.

На участке первичной обработки производятся следующие процессы: правка металла, очистка, грунтовка и сушка.

Работы, выполняемые на заготовительном участке, относятся к обрабатывающему производству. На участке выполняются следующие операции: разметка листового и профильного стали в соответствии с требованиями чертежей на ремонт или постройку судна; резка металла для получения деталей требуемой конфигурации; гибка металла для получения требуемых объемных профилей корпусов судов.

На сборочно-сварочном участке производятся изготовление плоских и объемных секций корпусов судов для судостроения и судоремонта, а также установка листов и секций непосредственно на стапеле. Поэтому корпусная сталь из заготовительного участка поступает как на сборочно-сварочный участок цеха, так и непосредственно на стапель.

Прогрессивным направлением развития сборочно-сварочного производства является создание механизированных поточных линий по изготовлению корпусных конструкций, в частности, плоских и объемных секций.

При сборке плоских и объемных секций используется значительное количество различного оборудования: гидродомкраты, сборочные приспособления, сборочные кондукторы и др.

Сборка корпусов строящихся судов на стапеле производится с использованием *постелей*: универсальных, с постоянными лекалами, качающихся, поворотных и др. Схема универсальной постели показана на рисунке 1.67.

**Механосборочные цехи** ССРЗ состоят из участков: станочного, слесарного (работы в цехе) и слесарно-монтажного (работы на судах). Обычно в состав механосборочных цехов включается трубопроводный участок (работы по изготовлению элементов трубопроводов и судовых систем, а также по их монтажу на судах).

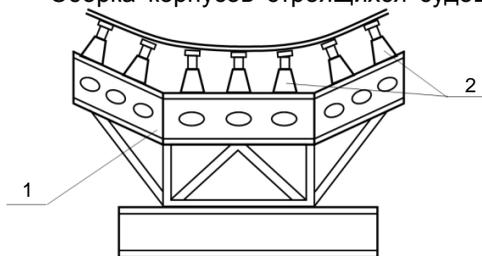


Рисунок 1.67 – Схема универсальной постели для сборки корпусов судов на стапеле:  
1 – опорные блоки; 2 – винтовые домкраты

В механосборочных цехах осуществляется значительное число различных производственных процессов по изготовлению деталей, узлов и судовых механизмов, демонтажу и монтажу механизмов и систем на судах, а также ремонт техники, в том числе в судовых условиях.

Все процессы, выполняемые в данном подразделении ССРЗ, делятся на группы: обрабатывающие, слесарно-монтажные, транспортные.

Обрабатывающие процессы – работы по механической обработке материалов, полуфабрикатов на различных станках и изготовление большой номенклатуры деталей машин, механизмов, узлов и систем судна, используемых в судостроении и судоремонте.

Механообработка материалов производится на станочном участке цеха, располагающем комплексом оборудования для обработки металлов: токарные, фрезерные, строгальные, долбежные, сверлильные и шлифовальные станки.

Слесарные и слесарно-монтажные работы специфичны. Их специфичность заключается в том, что при данном виде работ используются рабочие высокой квалификации, для них характерны многочисленные ручные и пригоночные операции, а рабочие места при этом менее остальных видов работ обеспечены средствами механизации.

Наибольшее число операций производится при ремонте судовой техники: демонтаж с судна, транспортировка детали в цех, мойка, узловая разборка, поддетальная разборка, мойка деталей и их дефектация, восстановление деталей, получение новых (при нецелесообразности или невозможности восстановления), механическая обработка восстановленных деталей, узловая сборка, общая сборка, монтаж и регулировка, транспортировка и монтаж на судне.

Мойка машин, узлов и деталей производится с применением специальных машин или оборудования (моечных ванн); разборка и сборка – на стендах, оснащенных механизированным инструментом и приспособлениями; испытания проводят на специализированных (по типу машин и механизмов) испытательных стендах.

Транспортные операции осуществляют с помощью грузоподъемных средств (мостовые краны, тельферы, кран-балки), рельсового транспорта или простейших тележек.

**Деревообделочный цех** состоит из трех участков: станочного (обработка дерева и пластмасс), столярного (изготовление и монтаж судовой мебели и элементов обстройки помещений) и плотничного (изготовление и монтаж конструкций из дерева в составе корпуса и оборудования помещений).

На станочном участке деревообделочного цеха выполняют следующие операции: механообработка пиломатериалов, строгание, вырезка сложных профилей из дерева и пиломатериалов, сверление и фрезерование материала, полирование поверхностей.

**Литейные и кузнечнопрессовые цехи** относятся к заготовительному производству, где изготавливают разнообразные заготовки для деталей методами литья,ковки и штамповки.

Литейные цехи ССРЗ производят литые заготовки из различных материалов: стали, чугуна, цветных металлов.

В производственную структуру литейного цеха входят: участок приготовления формовочных смесей, участок формовки, плавно-разливочный участок, участок выбивки и обрубки заготовок.

**Инструментальная инфраструктура** ССРЗ состоит из инструментального цеха, центрального инструментального склада, цеховых инструментальных кладовых и лабораторий проверки, точности инструмента.

По назначению инструмент подразделяют на режущий, слесарно-монтажный, измерительный, приспособления и оснастку, штампы и пресс-формы.

Судоремонтные и судостроительные предприятия потребляют большое количество различных видов энергии: электрической – на технологические и бытовые нужды; тепловой от сжигания угля, мазута, природного газа, сжатого воздуха – для пневматического привода машин и механизмов; кислорода и ацетилена для резки металла; воды – на бытовые и производственные нужды.

В состав энергетической инфраструктуры ССРЗ входят: электрическая подстанция; котельная; компрессорная, кислородная и ацетиленовые станции; водонасосная станция; энергосети и коммуникации различного назначения; энергетическое оборудование цехов.

Для обеспечения работы ССРЗ необходимо развитое складское хозяйство, предназначенное для хранения материальных ценностей: сырья, материалов, покупных изделий, инструмента и оснастки, деталей и узлов, готовой продукции.

Для перевозки значительного объема материальных ценностей ССРЗ располагает развитым транспортным хозяйством. Транспорт подразделяется на внезаводской, внутризаводской и цеховой в зависимости от маршрутов перевозки и видов грузов.

## **1.5 Инженерная инфраструктура предприятий водного транспорта**

Для обеспечения эксплуатационной деятельности производственных подразделений порта в состав его инфраструктуры входят инженерные сети: электроснабжения, отопления, водоснабжения и канализации, связи. Все эти инфраструктурные подсистемы имеют широчайшие диапазоны реализации вариантов их проектирования в портах.

Основной вид энергии, обеспечивающей эксплуатационную деятельность портов, – электрическая. Энергоснабжение портов осуществляется, как правило, от сетей городских энергетических систем. В тех случаях, когда порты

**Система электроснабжения** (прибрежные пункты) находятся в удалении от инфраструктурных объектов городских инженерных сетей, для обеспечения работы портовых устройств используют собственные блок-станции – стационарные и передвижные, как наземные, так и плавучие.

Комплекс электротехнических устройств (линии электропередачи, распределительные пункты, трансформаторные подстанции) предназначен для принятия электроэнергии от источников питания, распределения ее по приемникам порта и трансформации в напряжение приемников.

Основные приемники электроэнергии в порту: перегрузочные устройства, оборудование зарядных станций, электрооборудование механических мастерских (металлообрабатывающие станки, сварочные аппараты, грузоподъемные средства), электрифицированные механизмы и устройства (насосы, вентиляторы, нагревательные приборы, холодильные устройства, осветительные установки и проч.).

На долю перегрузочных устройств приходится основной расход электроэнергии в порту. Так, при крановой схеме механизации перегрузочных работ доля общего расхода электроэнергии, приходящаяся на перегрузочные машины, составляет около 80 %, а при использовании схем с участием пневматических перегружателей – более 90 %.

Характерной особенностью современного порта является оснащение перегрузочными машинами со значительными установленными электрическими мощностями, что требует значительного расхода электроэнергии. Например, суммарная установленная мощность электродвигателей порталного крана грузоподъемностью 10 т составляет около 300 кВт, контейнерного перегружателя – более 800 кВт.

Основными исходными данными для решения вопросов электроснабжения порта являются расчетные электрические нагрузки (расчетные мощности). Для ориентировочного расчета наибольшей нагрузки приемников в порту можно использовать формулу

$$P_{\text{нагр}}^{\text{max}} = k_{\text{еи}} \sum P_{\text{уст}}, \quad (1.1)$$

где  $k_{\text{еи}}$  – коэффициент, учитывающий единовременное использование техники, принимаемый в диапазоне 0,24–0,28;

$P_{\text{уст}}$  – суммарная установленная мощность всех портовых электроприемников, кВт.

При необходимости выполнения укрупненных расчетов пользуются следующими показателями расхода электроэнергии на 1 т перегружаемого груза при выполнении перегрузочных работ:

- порталными кранами – для тарно-штучных грузов 0,5–0,6 кВт·ч, для навалочных – 0,6–0,7 кВт·ч;
- конвейерными установками (при общей длине конвейерной линии до 250 м) – 0,4–0,5 кВт·ч.

Схема электрических соединений сетей и подстанций, напряжение питающих и распределительных сетей, число и мощность трансформаторных подстанций зависят от категории электропотребителей (по условию надежности электроснабжения), потребляемой мощности, технических условий на электроснабжение и др.

По надежности электроснабжения порты, согласно Правилам устройства электроустановок, относятся ко второй категории, в соответствии с чем для них предусматривается резервирование электропитания путем прокладки не менее двух питающих линий. При отказе одной из линий оставшиеся в работе должны обеспечить реализацию около 80 % расчетной нагрузки порта. Большинство приемников электроэнергии в порту используют переменный трехфазный ток. Потребность в постоянном токе (например, для зарядки аккумуляторных батарей) удовлетворяется через выпрямители или преобразователи.

В системе электроснабжения применяют сети и установки напряжением до 1000 В (низшего напряжения) и более 1000 В. В зависимости от напряжения источников питания электроэнергия подается в порт на напряжение 6, 10 и 35 кВ. Напряжение 35 кВ понижается до 10 или 6 кВ на главных понизительных подстанциях, располагающихся на территории порта. Схема трансформации и передачи энергии в порту представлена на рисунке 1.68.

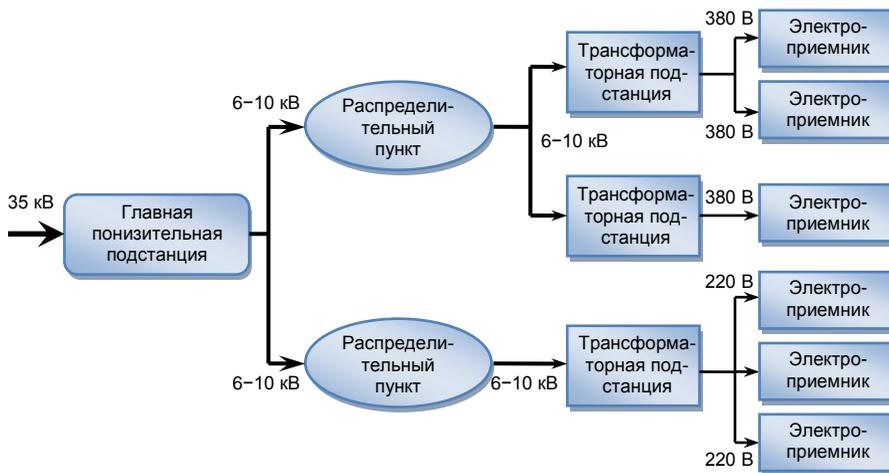


Рисунок 1.68 – Схема передачи и трансформации электроэнергии в порту

Напряжение 10 или 6 кВ от источника питания или главной понижающей подстанции подается на распределительные пункты. Последним звеном перед потребителем электроэнергии является потребительская трансформаторная подстанция, которая принимает электроэнергию от распределительного пункта и трансформирует ее в напряжение приемников (380 или 220 В). Обычно трансформаторные подстанции сооружают в непосредственной близости от потребителя. Одна подстанция предусматривается, как правило, на два причала.

Сети напряжением 6–10 кВ выполняют в основном кабельными, напряжением 35 кВ и более – воздушными. Кабельные сети напряжением 6–10 кВ изготавливают из бронированных кабелей, проложенных в земляных траншеях на глубине 0,7 м и покрытых на всем протяжении плитами для защиты от механических повреждений. Распределительные сети напряжением до 1000 В выполняют также кабельными и прокладывают в земляных траншеях или в каналах.

Перемещаемые по открытым площадкам перегрузочная техника, сварочные аппараты и другие агрегаты подключают к питательным колонкам при помощи штепселей.

Освещенность производственных, административно-хозяйственных и подсобно-вспомогательных зданий зависит от характера выполняемой в них работы согласно действующим нормам. Для общего искусственного освещения служебных помещений рекомендуют применять лампы люминесцентного света, позволяющие увеличивать освещенность в несколько раз относительно ламп накаливания при тех же затратах.

Территорию порта, грузовых причалов, складских площадок освещают с помощью ксеноновых светильников и прожекторов, установленных на осветительных мачтах, крышах, производственных зданиях и др.

Высота осветительных мачт на территории порта должна быть такой, чтобы исключить образование теней. В целях равномерного освещения зоны работы порталных кранов под порталами обычно устанавливают светильники.

Освещенность мест выполнения перегрузочных, складских, швартовных и других работ на причале, складе, в трюмах судов, вагонах и других местах должна соответствовать действующим нормам. При этом требуется учитывать климатические условия, период навигации, вид груза, характер выполняемых работ и др.

**В** помещениях с постоянным или длительным пребыванием людей в холодное время года предусматривают отопление: в офисных зданиях и блоках бытовых помещений районов (участков) портов, грузовых конторах, столовых, ремонтно-механических мастерских, служебных помещениях закрытых складов, сторожевой и пожарной охраны и др.

**Система  
водоснабжения**

Хозяйственно-питьевая система обеспечивает подачу воды для хозяйственно-бытовых нужд и питья (в том числе на транспортных судах, стоящих у причалов), производственных нужд в небольшом объеме, внутреннего и наружного пожаротушения зданий.

*Производственно-пожарная система* обеспечивает подачу воды для производственных нужд, наружного пожаротушения, замывки трюмов грузовых судов, поливки территории и др.

Источниками водоснабжения порта являются: городской водопровод, а при его отсутствии – подземные воды (для хозяйственно-питьевой системы) и водоем (для производственно-пожарной системы).

Общий расход воды на хозяйственно-питьевые нужды принимают исходя из расчетного числа потребителей, норм потребления и коэффициента часовой неравномерности расхода воды. На тушение пожара расход воды определяют по действующим нормам, в зависимости от площадей хозяйственных построек и специфики их эксплуатации. Расход воды для снабжения транспортных судов зависит от их количества, численности экипажей и пассажироемкости (для пассажирских судов), норм водоснабжения. На производственные нужды котельных, ремонтно-механических мастерских и других портовых объектов расход воды зависит от технологической потребности.

Водопроводная сеть на территории порта обычно проектируется по кольцевой схеме, вода от источника водоснабжения подается по двум водопроводам. В состав водопроводной сети причала входят смотровые колодцы, заборные устройства (гидранты) для снабжения водой транспортных судов и питьевые устройства.

Данная система предназначена для отведения бытовых, производственных и поверхностных сточных вод с территории.

**Бытовые стоки** от административно-хозяйственных, служебно-вспомогательных и бытовых зданий по внутрипортовой системе канализации

**Система канализации** поступает в городскую канализационную сеть, а с транспортных судов – на специальные причалы комплексного обслуживания флота либо самоходную очистительную станцию на акватории порта или в пути следования (с последующей передачей на причал комплексного обслуживания флота). С причала стоки поступают в систему береговой канализации.

Производственные сточные воды после предварительной очистки на местных установках поступают в сеть городской канализации.

Для очистки поверхностных сточных вод на территории порта предусматривают строительство специальных сооружений. Вертикальная планировка территории причала, предназначенного для перегрузки соли, минеральных удобрений или других растворимых в воде химических грузов, должна исключать возможность попадания поверхностных стоков с причальной территории в дождевую канализацию.

**В** портах средства связи служат для оперативного руководства деятельностью его производственных подразделений, связи с транспортным и техническим флотом, другими портами, пароходством, предприятиями других ведомств, а также для обслуживания пассажиров.

#### **Система связи**

В настоящее время системы транспортных объектов имеют широкий диапазон возможных вариантов реализации, определяемых спецификой работы конкретного объекта. Наибольшее распространение в портах получили системы электросвязи.

В наиболее общем понимании, электросвязь – это разновидность связи, способ передачи информации с помощью электромагнитных сигналов, например, по проводам, волоконно-оптическому кабелю или по радио.

Принцип электросвязи основан на преобразовании сигналов сообщения (звук, текст, оптическая информация) в первичные электрические сигналы. В свою очередь, первичные электрические сигналы при помощи передатчика преобразуются во вторичные электрические сигналы, характеристики которых хорошо согласуются с характеристиками линии связи. Далее посредством линии связи вторичные сигналы поступают на вход приёмника. В приемном устройстве вторичные сигналы обратно преобразуются в сигналы сообщения в виде звука, оптической или текстовой информации.

По виду передачи информации все современные системы электросвязи условно классифицируются на предназначенные для передачи звуковой, видео и текстовой информации.

В зависимости от среды передачи выделяют электрическую, оптическую и радиосвязь.

В зависимости от назначения сообщений виды электросвязи могут быть квалифицированы на предназначенные для передачи информации индивидуального и массового характера. По временным параметрам виды электросвязи могут быть работающими в реальном времени либо осуществляющими отложенную доставку сообщений.

Основными первичными сигналами электросвязи являются: телефонный, звукового вещания, факсимильный, телевизионный, телеграфный, передачи данных.

В зависимости от среды передачи данных линии связи разделяются на спутниковые, воздушные, наземные, подводные и подземные.

В зависимости от того, подвижны источники и (или) получатели информации или нет, различают стационарную (фиксированную) и подвижную связь (мобильную, связь с подвижными объектами).

По типу передаваемого сигнала различают аналоговую и цифровую связь. Аналоговая связь – это передача непрерывного сигнала (например, звука или речи), цифровая – передача информации в дискретной форме (цифровом виде).

Дискретные сообщения могут передаваться аналоговыми каналами и наоборот. В настоящее время цифровая связь вытесняет аналоговую (происходит оцифровка), поскольку аналоговые сигналы перед отправкой могут быть преобразованы в дискретные и после приема восстановлены без существенных потерь.

Линией связи, в узком смысле, называется физическая среда, по которой передаются информационные сигналы аппаратуры передачи данных и промежуточной аппаратуры.

Под сетью (системой) электросвязи понимается совокупность оконечных устройств, линий связи и узлов связи, функционирующих под единым управлением, например, компьютерная или телефонная сеть.

В общем виде система связи состоит из оконечного оборудования (терминальное устройство, оконечное устройство) источника и получателя сообщения и устройств преобразования сигнала с обоих концов линии.

Оконечное оборудование обеспечивает первичную обработку сообщения и сигнала, преобразование сообщений из вида, в котором их предоставляет источник (речь, изображение и т. п.), в сигнал (на стороне источника, отправителя) и обратно (на стороне получателя), усиление и т. п.

Устройства преобразования сигнала могут обеспечивать защиту сигнала от искажений, формирование канала (каналов), согласование группового сигнала (сигнала нескольких каналов) с линией на стороне источника, восстановление группового сигнала из смеси полезного сигнала и помех, разделение его на индивидуальные каналы, обнаружение ошибок и коррекцию на стороне получателя.

Линия связи может содержать такие устройства преобразования сигнала, как усилители и регенераторы. Усилитель просто усиливает сигнал вместе с помехами и передаёт, регенератор – производит восстановление сигнала без помех и повторное формирование линейного сигнала.

Существует множество вариантов технического исполнения систем связи, которые используются в портах. Эти варианты, среди прочего, отличаются друг от друга стоимостью эксплуатации и функциональностью. Но среди средств технологической связи в портах, как правило, организуются следующие ее виды:

- дальняя телефонная, телеграфная и факсимильная связь (магистральная, межбассейновая, внутрибассейновая);
- участковая диспетчерская портовая связь, распорядительная диспетчерская связь парохозяйства;
- производственная внутрипортовая или городская телефонная связь; диспетчерская радиосвязь с флотом;
- громкоговорящая связь оповещения;
- тревожная (пожарная и охранная) сигнализация.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Характеристика материально-технической базы водного транспорта.
- 2 Понятие и основные параметры судового хода.
- 3 Характеристика и назначение комплекса путевых работ.
- 4 Назначение и виды навигационной обстановки.
- 5 Структура основных элементов порта.
- 6 Характеристика основных типов портовых устройств: гидротехнических, отбойных, швартовых, транспортных, складских.
- 7 Основные схемы механизации переработки грузов, используемые в портах.
- 8 Назначение и устройство судоподъемных сооружений.
- 9 Характеристика инфраструктуры судостроительных и судоремонтных предприятий.

---

# 2

# ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА

---

## 2.1 Классификация флота

**Ф**лотом называется совокупность всех плавучих средств, объединенных условиями плавания (морской или речной), назначением (пассажирский, технический, вспомогательный), принадлежностью (например, флот Белорусского речного пароходства) или другими признаками.

Судно – сложное инженерное сооружение, способное плавать на воде и предназначенное для перевозок грузов, пассажиров или обслуживания судов, выполняющих эти перевозки, или для создания для них необходимых условий.

Эффективность организации перевозок водным транспортом и многообразии мероприятий эффективного использования флота на перевозках определяется широтой номенклатуры эксплуатируемых судов. В основу систематизации этих мероприятий положена классификация судов по различным признакам. Признаки классификации многообразны и определяются потребностями, которые возникают при решении конкретных задач: эксплуатационных – при организации работы флота и портов, судостроительных – при проектировании и постройке судов, судоремонтных – при организации ремонта флота и его технической эксплуатации, задач судовождения – в процессе управления судами.

Основными признаками классификации транспортного флота для эксплуатационных задач являются: принадлежность судна, его назначение, род перевозимого груза, способ движения, специализация, принцип движения, тип двигателя, тип движителя, район плавания, способ загрузки-разгрузки (рисунок 2.1).

По назначению все суда делят на четыре группы: транспортные, технические, вспомогательные и промысловые. *Транспортные суда* используют для доставки пассажиров и грузов и подразделяют на пассажирские, грузопассажирские, грузовые и буксирные. В составе *технического флота* сгруппированы суда, выполняющие путевые и грузовые работы. *Вспомогательный флот* обслуживает транспортные суда, обеспечивает нормальное функционирование транспортного процесса.

По роду перевозимого груза выделяют сухогрузные и наливные суда, каждое из которых по способу движения может быть отнесено к самоходному или несамоходному флоту. К *самоходным* относятся суда, которые приводятся в движение механической установкой, находящейся непосредственно на судне, к *несамоходным* – суда, которые не имеют на борту механической установки для самостоятельного движения и перемещаются другими судами, например, буксирами-толкачами.

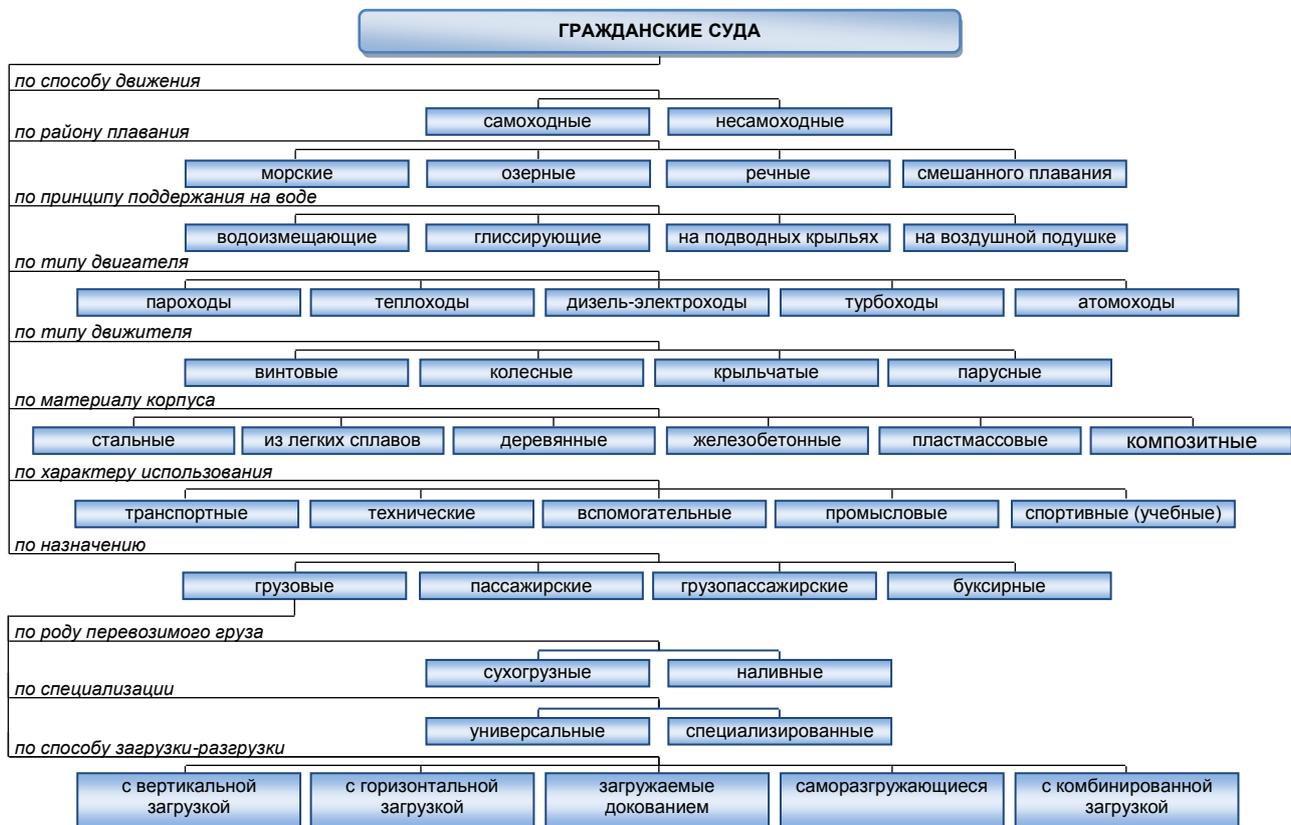


Рисунок 2.1 – Классификация флота

По специализации различают суда *универсальные*, которые предназначены для перевозки тарно-штучных, навалочных и насыпных грузов, и *специализированные*, которые предназначены для перевозки одного рода грузов (контейнеровозы, лихтеры, лесовозы, автомобилевозы, овощевозы и т. д.).

По принципу движения все суда делят на водоизмещающие, глиссирующие, на подводных крыльях и на воздушной подушке.

К *водоизмещающим* относятся суда, поддерживаемые на плаву гидростатическими силами. Это наиболее распространенная группа судов, поддержание на воде которых осуществляется за счет уравнивания веса судна с грузом и гидростатической (архимедовой) силы (рисунок 2.2, а). Вследствие значительного водоизмещения транспортных грузовых судов при их движении создается значительное сопротивление воды, для преодоления которого требуются мощные двигатели.

*Глиссирующие* суда имеют часть днища в виде плоской или слегка искривленной несущей поверхности. При движении такого судна гидродинамическая подъемная сила постепенно увеличивается настолько, что частично уравнивает вес судна, которое, в результате, поднимается к поверхности воды и скользит по ней. При движении судна в режиме глиссирования создается минимальное сопротивление воды и повышается его энергетическая эффективность – увеличение скорости при прежних затратах мощности (рисунок 2.2, б).

*Суда на подводных крыльях* имеют гидродинамические устройства в виде несущих крыльев, которые обеспечивают поддерживающую силу даже при полном выходе корпуса судна из воды, существенно снижая при этом сопротивление воды движению судна и, как следствие, увеличивая скорость (рисунок 2.2, в).

*Суда на воздушной подушке* представляют собой аппараты, способные в силу конструктивных особенностей создавать воздушную прослойку между корпусом и поверхностью воды, обеспечивая при этом значительное снижение сопротивления воды движению корпуса (рисунок 2.2, г).

По типу двигателя суда подразделяют на *атомоходы*, *пароходы*, *теплоходы*, *дизель-электроходы* и *турбоходы*. В основе классификаций лежит тип главной энергетической установки судна: для атомоходов – ядерный реактор, пароходов – паровая машина и обеспечивающий ее работу паровой котел, для теплоходов – двигатель внутреннего сгорания, для дизель-электроходов – дизель-генераторная установка и двигатель внутреннего сгорания, для турбоходов – турбина. Наиболее распространенной группой судов являются теплоходы, широко представлены на речном транспорте также дизель-электроходы. Турбины применяют в основном на скоростных судах. В качестве атомоходов выступают, как правило, суда военного флота и ледоколы.

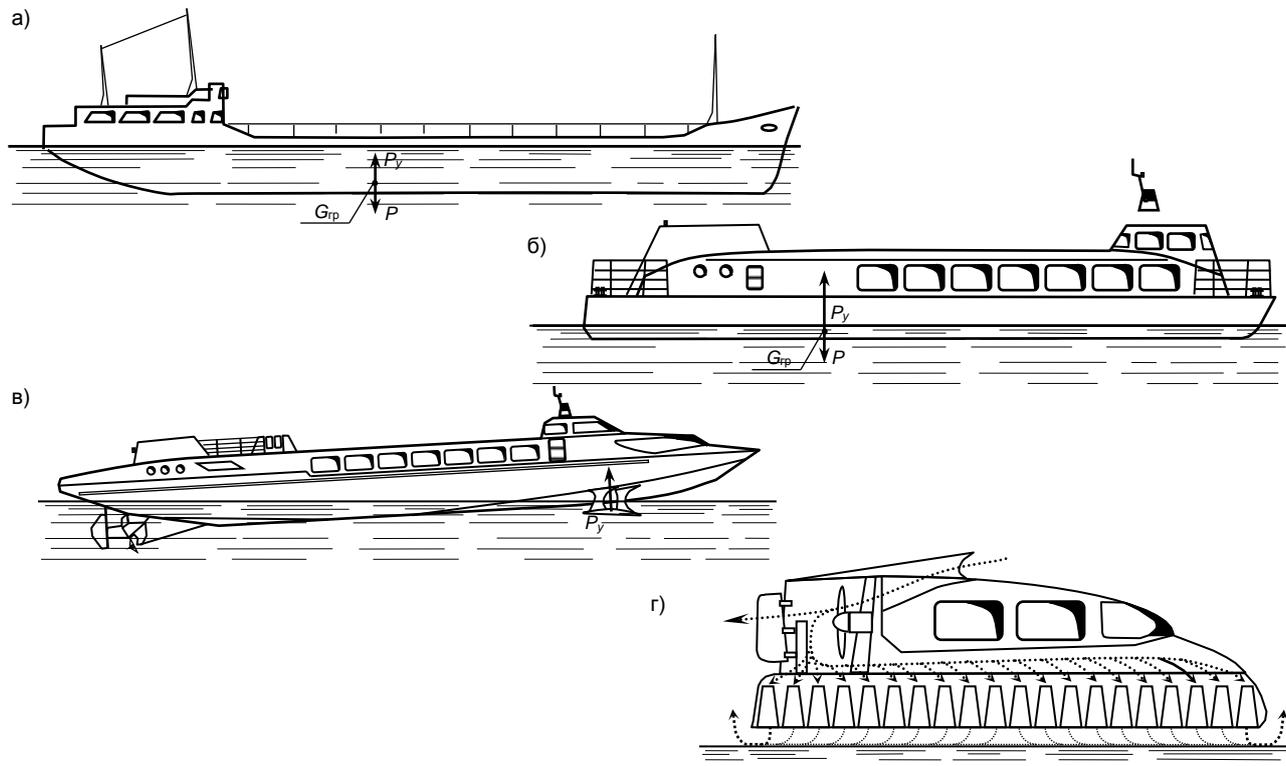


Рисунок 2.2 – Принципиальные схемы судов различных принципов поддержания корпуса:  
а – водоизмещающее; б – глиссирующее; в – на подводных крыльях; г – на воздушной подушке

По типу движителя суда делят на пять групп: *колесные, винтовые, водометные, крыльчатые и парусные*. Судовым движителем называется специальное устройство, которое создает тяговое усилие, необходимое для преодоления сопротивления воды и воздушной среды движению судна, что обеспечивает его поступательное перемещение.

По району плавания суда подразделяют на *морские, речные, озерные и смешанного «река – море»* плавания. Классификация судов по этому признаку связана с разрядом водных путей, на которых допускается эксплуатация данного судна требованиями безопасности плавания.

К классу М относят суда, которым разрешается плавание в бассейнах разряда «М» без ограничений по погоде, к классам О, Р и Л – суда, которым по их прочности и навигационному оборудованию разрешается плавание в речных бассейнах, соответственно, О, Р и Л.

Судам класса М разрешается плавание во всех речных бассейнах без ограничений по погоде. Суда класса «О» могут эксплуатироваться без ограничений в бассейнах разряда О, Р и Л, а в бассейнах разряда М им могут быть разрешены разовые выходы только при долгосрочном благоприятном прогнозе погоды. Данное положение действует и относительно судов классов Р и Л применительно к выходу в бассейны разрядов О и Р.

Развитие перевозок в смешанном сообщении предопределило создание судов специального класса. Формула класса М-СП присваивается судам смешанного «река – море» плавания, а формулы М-ПР или О-ПР – судам прибрежного плавания.

По материалу корпуса суда делят на стальные, из легких сплавов, деревянные, железобетонные, пластмассовые и композитные. Наиболее распространенный судостроительный материал – сталь. Легкие сплавы используют, как правило, для постройки мелких быстроходных судов и надстроек крупных судов. Дерево применяется при строительстве мелких спортивных судов, катеров, некоторых специальных и промысловых судов, а железобетон – для сооружения некоторых типов несамоходных и стоечных судов, например, дебаркадеров и плавучих доков. Композитные суда – суда, корпус которых собран из различных материалов.

По способу загрузки и разгрузки различают суда с вертикальной загрузкой-разгрузкой через грузовые люки; с горизонтальной загрузкой-разгрузкой через бортовые порты или по специальным помостам (аппарелям) посредством автопогрузчиков либо накатом (автомобили и другие технические средства своим ходом); загружаемые-разгружаемые методом докования (притапливания судна); саморазгружающиеся (с использованием собственного конвейера или других средств, раскрывающегося днища, кренования); с приемом и выдачей жидких грузов по системам трубопроводов (танкеры и суда для перевозки сжиженных грузов); с комбинированными способами загрузки-разгрузки.

## 2.2 Общие сведения об устройстве судна. Технические характеристики транспортного флота

Основными конструктивными составляющими судна являются корпус, архитектурные элементы, энергетическая установка, двигатели, судовые устройства и системы, средства навигации и связи.

**Корпус судна** состоит из набора, обшивки бортов и днища. Набор корпуса – это система поперечных и продольных балок, скрепленных в местах пересечения и образующих остов корпуса судна (рисунок 2.3). В зависимости от того, балки какого вида в наборе преобладают, систему набора называют *продольной*, *поперечной* или *смешанной*.

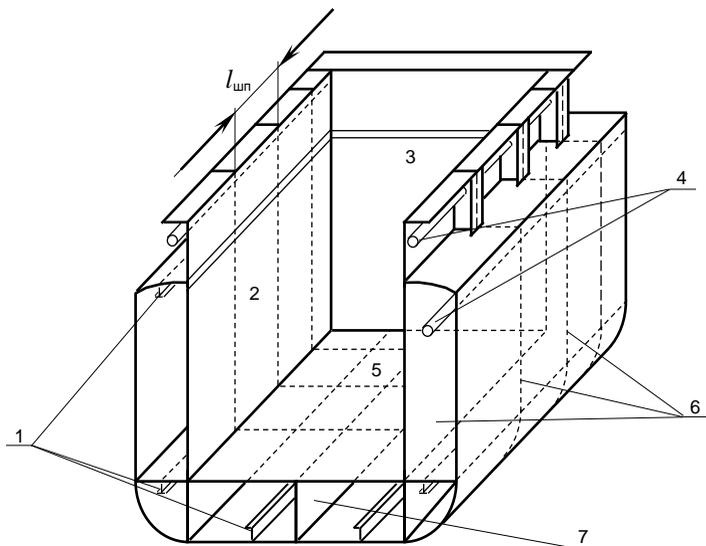


Рисунок 2.3 – Фрагмент корпуса судна в районе грузового трюма (с двойными бортами и дном):

- 1 – продольные ребра жесткости; 2 – обшивка второго борта;
- 3 – поперечная водонепроницаемая переборка;
- 4 – трубопроводы общесудовых систем; 5 – настил второго дна; 6 – шпангоут;
- 7 – киль;  $l_{шп}$  – шпация

Поверхности, ограничивающие корпус судна сверху, с боков и снизу, называются соответственно палубой, бортами и днищем.

Общее представление о геометрической характеристике формы корпуса судна дает теоретический чертеж корпуса. Теоретический чертеж корпуса судна – совокупность проекций очертаний корпуса на три взаимно перпендикулярные плоскости: диаметральной (ДП), мидель-шпангоута (МШ) и конструктивной ватерлинии (КВЛ) (рисунок 2.4).

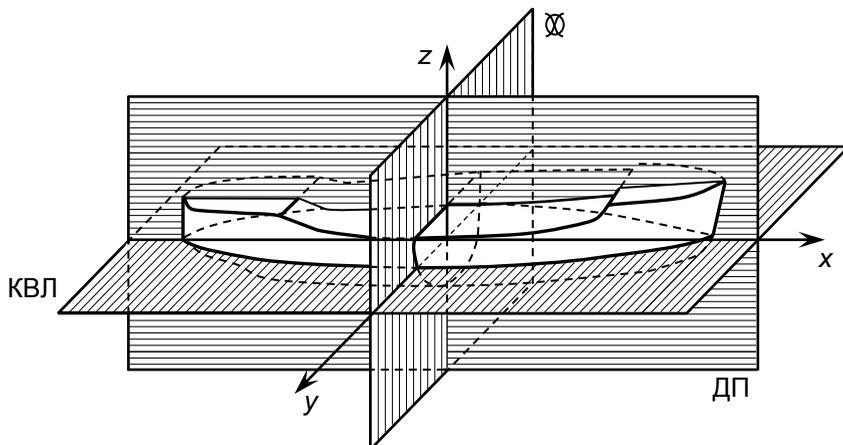


Рисунок 2.4 – Теоретический чертеж корпуса судна

Под линейными характеристиками судна понимаются его главные размерения (рисунок 2.5), то есть его линейные размеры (длина, ширина, высота борта, высота надводного борта, наибольшая высота судна и осадка), оказывающие непосредственное влияние на особенности эксплуатации судна. Они подразделяются на *конструктивные* (расчетные) и *габаритные*.

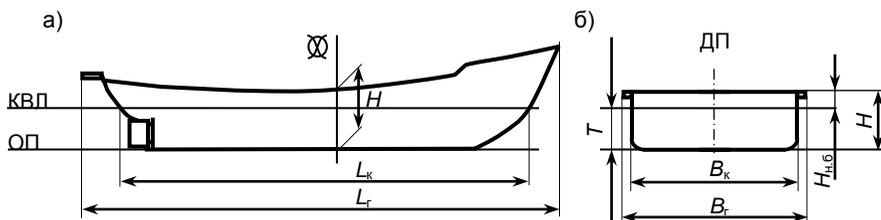


Рисунок 2.5 – Главные размерения судна:  
 а – сечение корпуса диаметральной плоскостью;  
 б – сечение корпуса плоскостью мидель-шпангоута

По теоретическому чертежу судна можно определить эксплуатационные качества судна.

Габаритные размерения отсчитываются между крайними точками корпуса судна и определяют возможность размещения судна в камерах шлюзов, у причала, прохождения каналов, узкостей и извилистых участков рек. Конструктивные размерения отсчитываются в плоскости конструктивной ватерлинии, и ими оперируют в основном при проектировании объектов инфраструктуры водного транспорта.

*Конструктивная длина судна  $L_k$*  – расстояние между точками пересечения конструктивной ватерлинии с диаметральной плоскостью в носовой и кормовой частях судна.

*Габаритная длина  $L_r$*  – расстояние, измеренное в горизонтальной плоскости между крайними точками носовой и кормовой оконечностей корпуса с учетом постоянно выступающих (несъемных) частей.

*Конструктивная ширина  $B_k$*  – расстояние, измеренное в плоскости мидель-шпангоута перпендикулярно диаметральной плоскости на уровне конструктивной ватерлинии между внешними поверхностями обшивки корпуса.

*Наибольшая ширина  $B_n$*  – расстояние, измеренное перпендикулярно диаметральной плоскости между крайними точками корпуса без учета выступающих частей (привальных брусьев, обносов и т. д.).

*Габаритная ширина  $B_r$*  – расстояние, измеренное перпендикулярно диаметральной плоскости между крайними точками корпуса с учетом выступающих частей.

*Высота борта  $H$*  – вертикальное расстояние, измеренное в плоскости мидель-шпангоута от основной плоскости до бортовой линии верхней палубы.

*Габаритная высота судна* – расстояние, измеряемое от основной плоскости до высшей точки несъемного оборудования (антенн, труб, мачт).

*Высота надводного борта  $H_{н.б}$*  – расстояние, измеряемое в плоскости мидель-шпангоута от ватерлинии до линии пересечения борта с верхней палубой.

*Осадка судна  $T$*  – вертикальное расстояние, измеренное в плоскости мидель-шпангоута от основной плоскости до плоскости конструктивной ватерлинии.

Корпус судна и его эксплуатационные качества характеризуются соотношениями главных размерений:

- отношение длины судна к ширине характеризует ходкость судна (чем больше данное отношение, тем лучшей ходкостью обладает судно);
- отношение длины судна к высоте борта дает представление об общей прочности корпуса (чем больше отношение, тем больше требуется затратить материала для обеспечения достаточной прочности корпуса);
- отношение высоты борта к осадке оказывает влияние на остойчивость, непотопляемость, прочность и вместимость судна;
- отношение ширины к осадке характеризует остойчивость судна, ходкость и устойчивость на курсе (с увеличением данного отношения остойчивость увеличивается, а устойчивость на курсе снижается);
- отношение длины судна к осадке влияет на поворотливость судна (чем меньше данное отношение, тем маневреннее судно).

Основными техническими характеристиками транспортного судна являются его **водоизмещение** и главные размерения.

Массовым водоизмещением судна называется масса воды, вытесненной плавающим судном. Различают полное водоизмещение и водоизмещение в порожнем состоянии.

Полное водоизмещение рассчитывают для судна, полностью загруженного, со всеми необходимыми запасами топлива, продовольствия и воды. Водоизмещение в порожнем состоянии рассчитывают для судна, не имеющего на борту грузов или пассажиров, но со всеми необходимыми запасами

Как плавающее сооружение судно характеризуется **мореходными качествами** – плавучестью, остойчивостью, непотопляемостью, ходкостью и управляемостью.

Плавучесть – способность судна плавать на воде с заданной осадкой при заданном количестве находящихся на нем грузов и пассажиров. Мерой плавучести судна является его водоизмещение.

Остойчивость – способность судна, выведенного под воздействием внешних сил из положения равновесия, возвращаться к состоянию равновесия после прекращения воздействия этих сил. Наклонение судна в продольной плоскости называют *дифферентом* (рисунок 2.6, а), в поперечной плоскости – *креном* (рисунок 2.6, б).

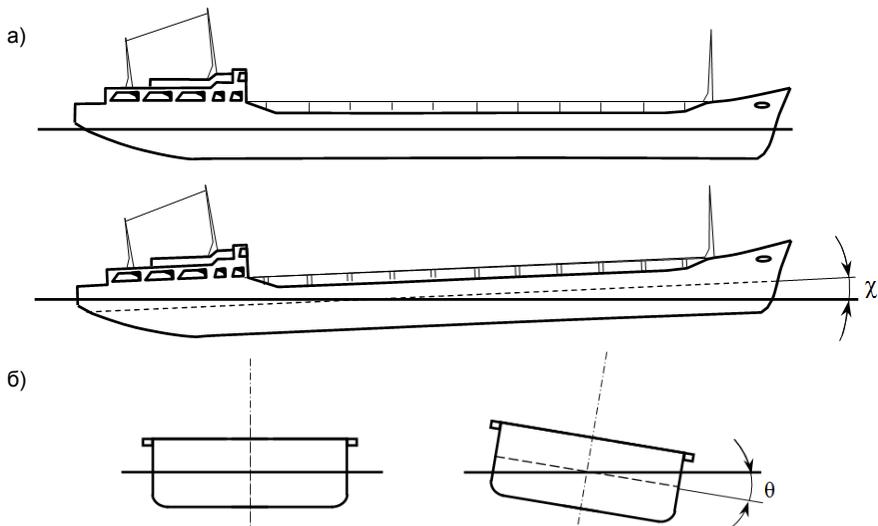


Рисунок 2.6 – Схема дифферента и крена грузового судна:  
а – дифферент судна на угол  $\chi$ ; б – крен судна на угол  $\theta$

Непотопляемость – способность судна плавать и сохранять остойчивость при затоплении одного или нескольких отсеков. Степень непотопляемости судна зависит от его назначения.

Ходкость – способность судна перемещаться с заданной скоростью при затрате определенной мощности главных двигателей. Лучшей ходкостью из двух близких по размерениям и водоизмещению судов обладает то, которое при одинаковой силе тяги развивает большую скорость или, наоборот, для достижения одинаковой скорости требует меньшей силы тяги.

Управляемость – способность судна удерживать заданное направление движения или изменять его в соответствии с перекладкой пера руля.

При прямолинейном равномерном движении на судно действуют две равные по величине и противоположно направленные силы: сила упора движителей (движущая сила)  $F_d$  и сила сопротивления воды движению судна  $R$ . При неустановившемся прямолинейном движении к этим двум силам добавляется сила инерции, компенсирующая алгебраическую разность этих сил. При ускоренном движении судна, когда движущая сила  $F_d$  больше силы  $R$ , сила инерции выступает в роли сопротивления, а при замедленном движении, когда  $F_d < R$ , – в роли движущей силы.

Криволинейное движение судна осуществляется с помощью соответствующей перекладки руля или поворотной насадки. При этом на руле возникает гидродинамическая сила  $P_p$  (рисунок 2.7), которую можно разложить на продольную  $P_x$ , направленную параллельно диаметральной плоскости, и боковую (рулевую)  $P_y$  – перпендикулярную ей.

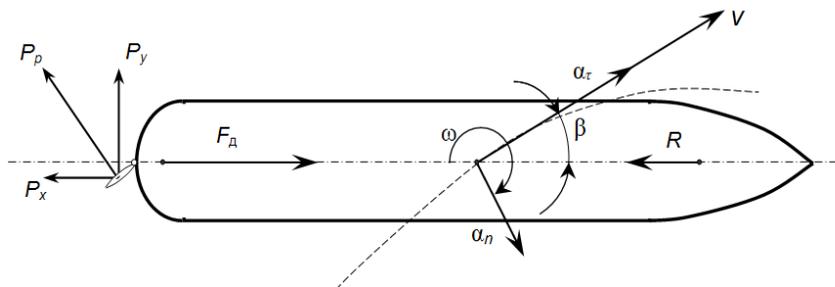


Рисунок 2.7 – Силы, действующие на судно при перекладке руля

Первая, как видно из рисунка, увеличивает силу сопротивления и тем самым уменьшает скорость движения судна, вторая – вызывает боковое перемещение судна в сторону действия и, кроме того, образует момент относительно центра тяжести, который осуществляет поворот судна с угловой скоростью  $\omega$ .

Наличие бокового перемещения судна вызывает отклонение его вектора скорости  $v$  от диаметральной плоскости на угол дрейфа  $\beta$ , а по истечении некоторого времени после перекладки руля судно начинает описывать криволинейную траекторию.

**Архитектурные элементы** судна зависят от его архитектурно-конструктивного типа, который определяется назначением, внешней формой, техническими характеристиками (рисунок 2.8).

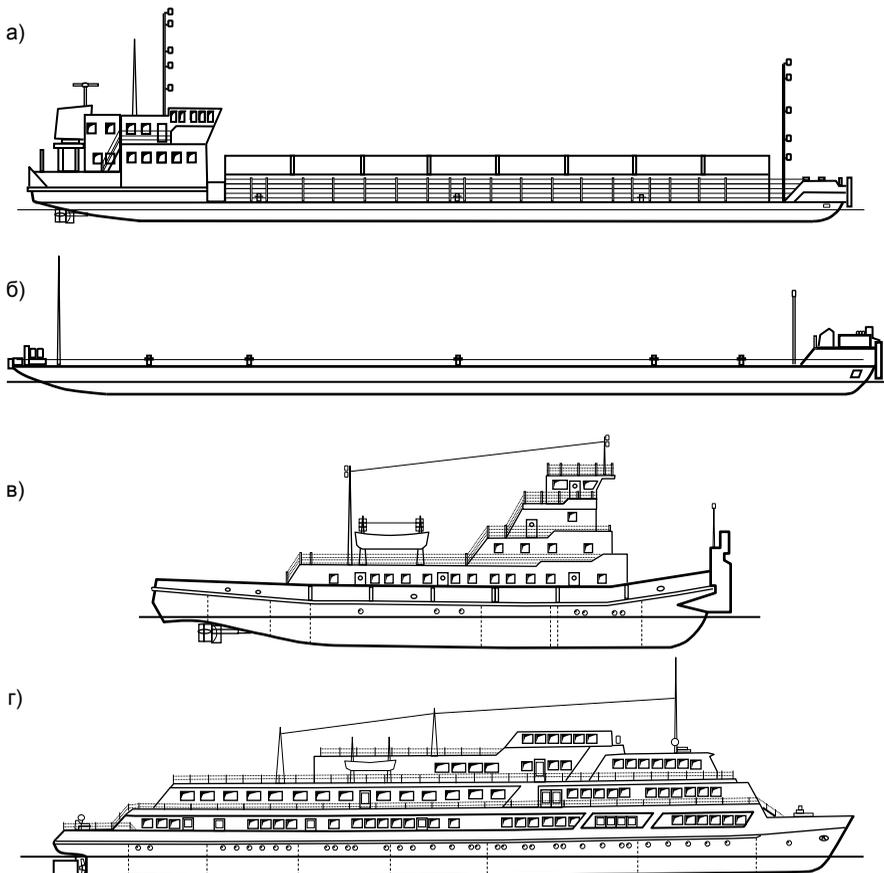


Рисунок 2.8 – Архитектурно-конструктивные схемы транспортных судов:

а – теплоход-площадка; б – баржа-площадка; в – буксир-толкач;

г – пассажирский теплоход

Палуба – сплошное горизонтальное перекрытие на судне. На крупных судах имеется три (и больше) палубы: верхняя, главная (средняя) и нижняя. Палуба, идущая не по всей длине или ширине судна, а только по части ее, называется *платформой*. Внутреннее пространство корпуса по высоте разделяется палубами и платформами на междупалубные пространства, которые называют *твиндеками*.

Пространство в корпусе под нижней палубой называется трюмом. Он предназначен для перевозки различных грузов. Трюм поперечными переборками разделяют на отдельные водонепроницаемые отсеки.

Надстройка – это закрытое сооружение на верхней палубе, простирающееся от одного борта до другого или не доходящее до бортов на расстояние, не превышающее 0,04 ширины судна.

Носовая часть палубы или надстройка, идущая от форштевня в корму, называется *баком*, кормовая, идущая от ахтерштевня в нос, – *ютом*.

Рубка – закрытое помещение на верхней или вышележащих палубах надстроек, продольные наружные переборки которого не доходят до бортов судна на расстояние более 0,04 ширины судна.

Фальшбортом называется сплошное ограждение открытой палубы, выполненное из листового материала.

Рангоут – это круглые деревянные или стальные трубчатые сооружения судов, расположенные на открытой палубе и предназначенные для несения сигналов и конструкций приборов связи (мачты, стеньги и др.).

Судовые помещения размещаются в основном корпусе, надстройках и рубках. В зависимости от назначения все судовые помещения подразделяются на специальные, служебные, жилые, общественные, бытового обслуживания, пищеблока, санитарные, медицинские, мастерские, судовых запасов и снабжения, и отсеки топлива, воды, масла и водяного балласта.

Всю совокупность машин и механизмов, генераторов, устройств и систем, обеспечивающих движение и безопасность плавания, управление судном и его оборудованием, называют **судовой энергетической установкой**.

Машины и механизмы, обеспечивающие перемещение судна по воде, называют главной судовой силовой установкой, а предназначенные для обслуживания ее, для приведения в действие различных судовых устройств и систем, – вспомогательными.

В состав главной судовой силовой установки входят двигатель, передаточный механизм и движитель (рисунок 2.9).

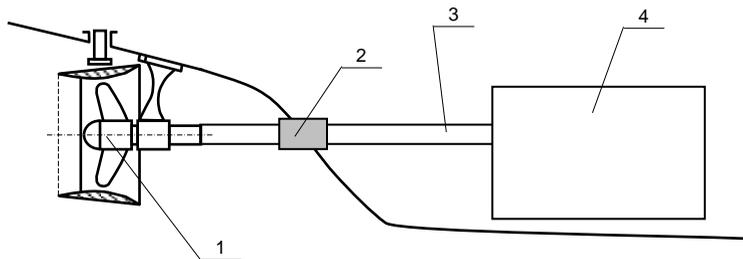


Рисунок 2.9 – Схема судовой энергетической установки:  
1 – движитель; 2 – соединительная муфта; 3 – вал; 4 – двигатель

Двигатели – это машины, предназначенные для преобразования какого-либо вида энергии в механическую. В зависимости от вида преобразуемой энергии двигатели делят на тепловые и электрические. К *тепловым* относят двигатели внутреннего сгорания, паровые машины и турбины.

Передачный механизм предназначен для передачи механической энергии, вырабатываемой двигателем, на движитель. Такая передача осуществляется или с помощью системы валов (непосредственная передача), или путем преобразования механической энергии в электрическую и передачи ее по проводам к электродвигателю, соединенному с гребным валом (электродвижение), или при помощи гидравлических аппаратов (гидроредукторная передача).

Движитель – устройство для преобразования механической энергии в силу, которая сообщает судну движение. Схемы основных типов движителей, получивших распространение на транспортных судах, представлены на рисунке 2.10.

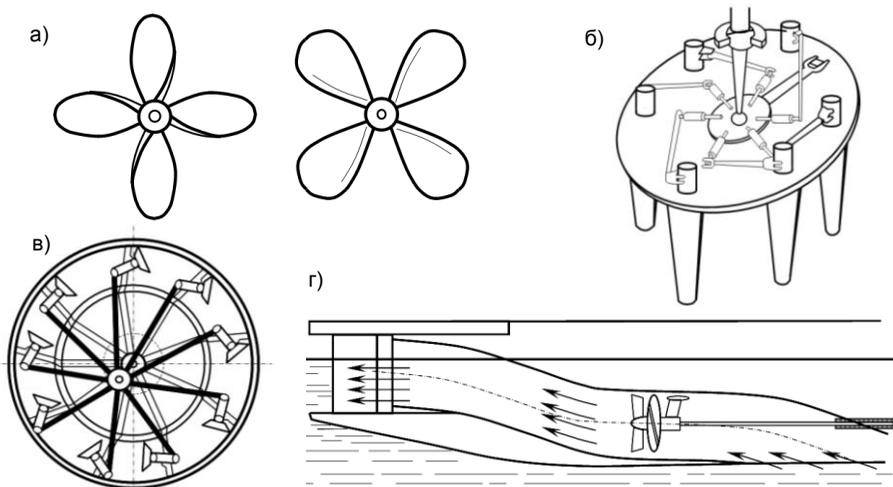


Рисунок 2.10 – Схемы основных судовых движителей:

- а – гребные винты; б – крыльчатый движитель;
- в – гребное колесо; г – водометный движитель

**Судовыми устройствами** называется совокупность приспособлений, механизмов, машин и аппаратов, предназначенных для обеспечения эксплуатации судна.

Судовые устройства могут быть общими, необходимыми для любых типов судов, и специальными, обусловленными назначением судна.

К общим судовым устройствам относят рулевые, якорные, швартовные и спасательные, к специальным – грузовые (конструкция которых зависит от перевозимого груза), буксирные, сцепные, люковые, тентовые, леерные и др.

Рулевое устройство – комплекс механизмов для изменения направления движения судна путем перекладки руля на некоторый угол в заданный промежуток времени (рисунок 2.11), состоящий из *пера* – вертикальной пластины крыловидного сечения, непосредственно воспринимающей давление воды и создающей момент, поворачивающий судно (см. рисунок 2.7); *баллера* – вертикального вала, к которому прикреплено перо и на головку которого насаживается румпель; *румпеля* – рычага для поворота руля.

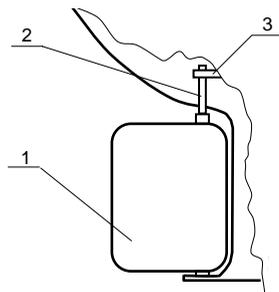


Рисунок 2.11 – Схема судового руля:

1 – перо руля; 2 – баллер;  
3 – румпель

Для увеличения маневренности крупных речных и морских судов в состав их устройств включают дополнительные приспособления, повышающие эффективность создания поворачивающих сил: поворотные насадки и подруливающие устройства.

*Поворотная насадка* представляет собой кольцо, охватывающее гребной винт. За выходным отверстием насадки обычно устанавливается стабилизатор – вертикальная пластина крыловидного профиля, повышающая рулевой эффект.

Количество рулей (насадок) и их расположение зависят от количества и расположения гребных винтов (рисунок 2.12).

На крупных транспортных судах со значительной длиной корпуса помимо кормовых рулей имеется *подруливающее устройство*, состоящее из насоса, расположенного в трубе, проходящей ниже ватерлинии от борта до борта в носовой части корпуса. Под действием сил, действующих на рулевой орган, и реактивной силы, создаваемой в области носовой оконечности подруливающим устройством, происходит увеличение момента сил, поворачивающего судно.

Якорное устройство – комплекс конструкций и механизмов, предназначенных для постановки судна на якорь, обеспечения надежности стоянки на открытой воде и для снятия судна с якоря. В состав якорных устройств входят *якорь* – предмет особой формы, лапы которого легко входят в грунт, удерживаются в нем с силой, в несколько раз превышающей собственный вес, и легко отрываются от грунта при подъеме; *якорная цепь* – гибкая связь (цепь или канат) между якорем и корпусом судна; *якорный клюз* – направляющее приспособление в корпусе судна и

на палубе, по которому скользит якорный канат; *стопор* – устройство, обеспечивающее крепление якорного каната; *канатный ящик* для хранения якорного каната; *шпиль* и (или) *брашпиль* – якорные механизмы для подъема и отдачи якоря (рисунок 2.13).

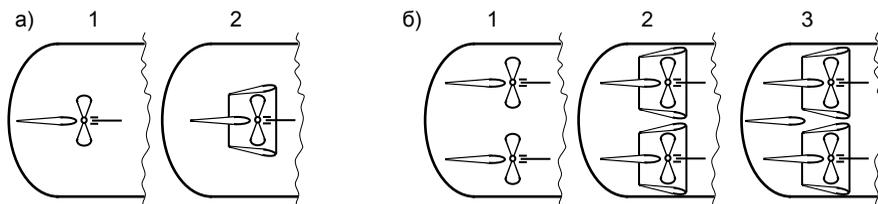


Рисунок 2.12 – Варианты расположения рулей и направляющих насадок на судах:  
 а – на одновинтовых: 1 – руль за открытым винтом; 2 – поворотная насадка со стабилизатором;  
 б – на двухвинтовых: 1 – рули за открытыми винтами;  
 2 – поворотные насадки со стабилизаторами; 3 – поворотные насадки со стабилизаторами и один руль за ними

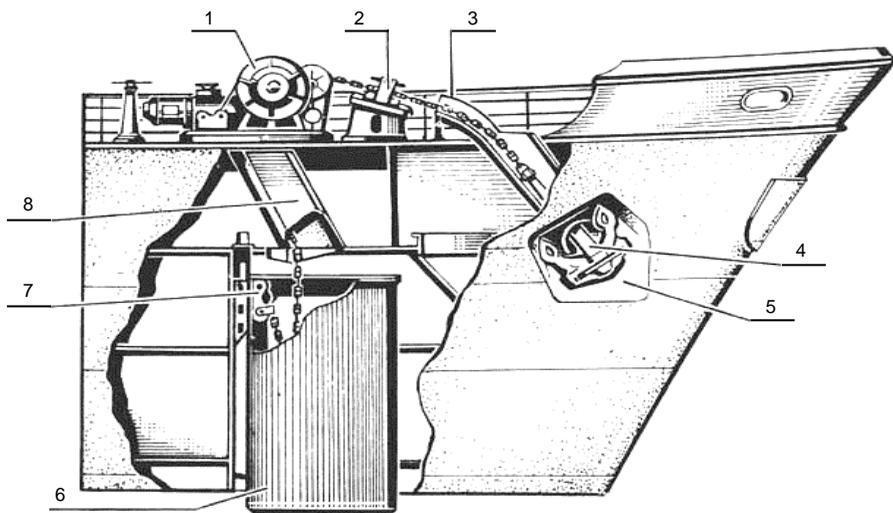


Рисунок 2.13 – Схема носового якорного устройства:  
 1 – брашпиль; 2 – стопор якорной цепи; 3 – клюз; 4 – якорь; 5 – якорная ниша;  
 6 – цепной ящик; 7 – устройство для крепления якорной цепи; 8 – цепная труба

На транспортных судах наиболее широко получили применение якоря Холла (рисунок 2.14, а), держащая сила которых в 3–4 раза превышает их вес, и Матросова (рисунок 2.14, б) – в 6–12 раз.

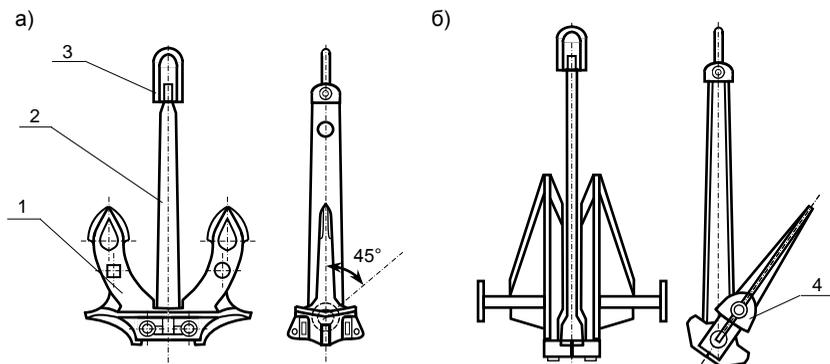


Рисунок 2.14 – Схема якорей:

а – Холла; б – Матросова; 1 – лапа; 2 – веретено; 3 – якорная скоба; 4 – шток

Швартовное устройство – комплекс изделий и механизмов, обеспечивающих крепление и подтягивание судна к береговым и плавучим причальным сооружениям, а также другим судам (рисунок 2.15).

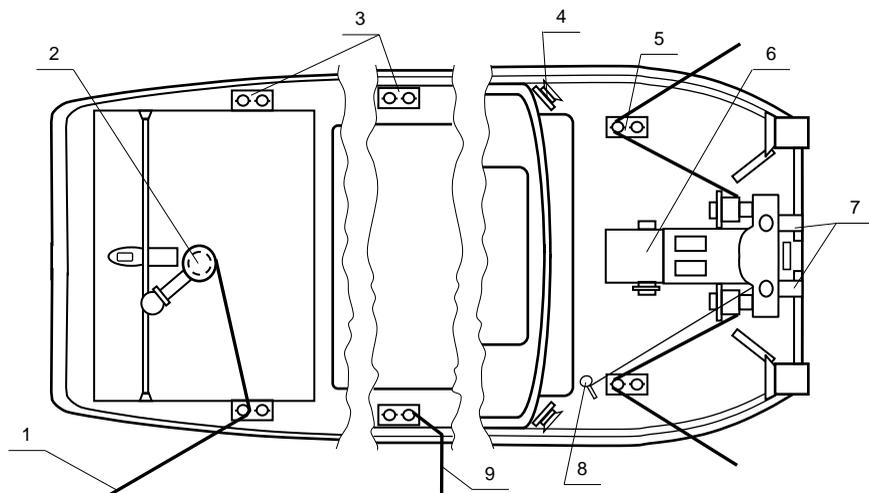


Рисунок 2.15 – Швартовное устройство буксира-толкача:

1, 9 – швартовный канат; 2 – якорно-швартовочный шпиль;  
3 – швартовный кнехт; 4 – клюз; 5 – носовой швартовный кнехт; 6 – брашпиль;  
7 – двухроульсная киповая планка; 8 – канифас-блок

Буксирное и сцепное устройства – комплекс механизмов, обеспечивающих судну возможность буксировать или толкать другие суда либо быть буксируемыми или толкаемыми другими судами.

На самоходных транспортных судах, не предназначенных для работы в качестве буксировщиков, буксирное устройство имеет простейший характер, позволяя в случае необходимости (например, при аварийном случае) отбуксировать другое судно или быть отбуксированным самому. Буксиры и все типы несамоходных судов имеют развитое буксирное или сцепное устройство, а буксиры-толкачи – и то, и другое.

В состав буксирного устройства буксировщика входят: *буксирная лебедка, гак (крюк) и арки, ограничители перемещения буксирного троса по ширине судна, буксирный трос.*

Толкачи и буксиры-толкачи имеют в носовой части автоматическое сцепное устройство: однозамковые и двухзамковые сцепы с вертикальной сцепной балкой (рисунок 2.16).

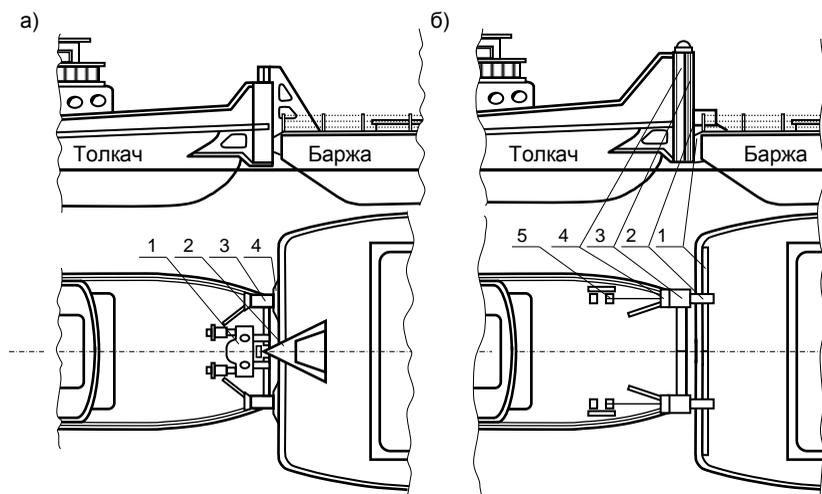


Рисунок 2.16 – Конструктивные схемы автосцепов:

- а – однозамковый автосцеп; 1 – сцепной замок; 2 – вертикальная сцепная балка;  
3 – вертикальные носовые упоры; 4 – кормовые упорные площадки на барже;  
б – двухзамковый автосцеп; 1 – кормовая горизонтальная сцепная балка; 2 – замок-крюк; 3 – вертикальные направляющие балки; 4 – носовые упоры;  
5 – лебедка для подъема замка

Спасательное устройство – комплекс судовых средств и механизмов, необходимых для спасения пассажиров и экипажа.

Грузовое устройство – комплекс конструкций и механизмов для выполнения перегрузочных операций судовыми средствами.

Лючковое устройство – комплекс конструкций и механизмов, предназначенных для защиты грузов, находящихся в трюмах.

Судовые системы предназначены для обслуживания общесудовых нужд. По характеру различают санитарные, противопожарные, отопления, кондиционирования воздуха, вентиляционные и специальные судовые системы.

Средства навигации и связи служат для обеспечения безаварийного плавания судна по заданному маршруту. Навигационное оборудование состоит из комплекса навигационных приборов, обеспечивающих прокладку курса судна, уточнение и определение географических координат его местонахождения, безопасное плавание в условиях тумана, ограниченных глубин, при встрече с другими судами. Судовые средства связи и сигнализации служат для связи судна с берегом и другими судами, а также для внутренней связи между отдельными постами судна.

### 2.3 Эксплуатационные характеристики транспортного судна

К основным эксплуатационным характеристикам транспортного судна относятся грузоподъемность, грузовместимость, мощность, сопротивление воды движению судна, пассажироместимость, скорость движения и автономность плавания.

**Грузоподъемностью** называется количество перевозимого судном груза при определенных условиях эксплуатации, т. е. разность между полным водоизмещением и водоизмещением в порожнем состоянии.

Грузоподъемность судна, соответствующая максимальной его загрузке, при которой соблюдаются требования Речного Регистра, устанавливаемая для грузовых самоходных, несамоходных и грузопассажирских судов, называется регистрационной грузоподъемностью. Данная характеристика является паспортной характеристикой судна и устанавливается заводом-изготовителем.

Грузоподъемность судна, определяемая условиями эксплуатации (габаритами водного пути, свойствами груза, технологией перевозок или грузовых работ), называется эксплуатационной и является переменной величиной. В подавляющем большинстве случаев, эксплуатационная грузоподъемность судна принимает значения из диапазона

$$0 < Q_{\text{э}} \leq Q_{\text{р}}, \quad (2.1)$$

где  $Q_{\text{э}}$ ,  $Q_{\text{р}}$  – соответственно эксплуатационная и регистрационная грузоподъемность судна, т.

Для пассажирских и грузопассажирских судов введена характеристика **пассажироместимость**, определяющая число мест, предназначенных для перевозки пассажиров.

**Грузовместимость** судна называется суммарный объем помещений, предназначенных для перевозки грузов.

Как видно из рисунка 2.17, осадка судна – величина переменная, зависящая от количества груза, перевозимого судном, т.е. от грузоподъемности. По аналогии с грузоподъемностью, выделяют *регистрационную осадку* (соответствующую регистрационной грузоподъемности), *эксплуатационную* (соответствующую эксплуатационной грузоподъемности) и *осадку судна в порожнем состоянии* (см. рисунок 2.17).

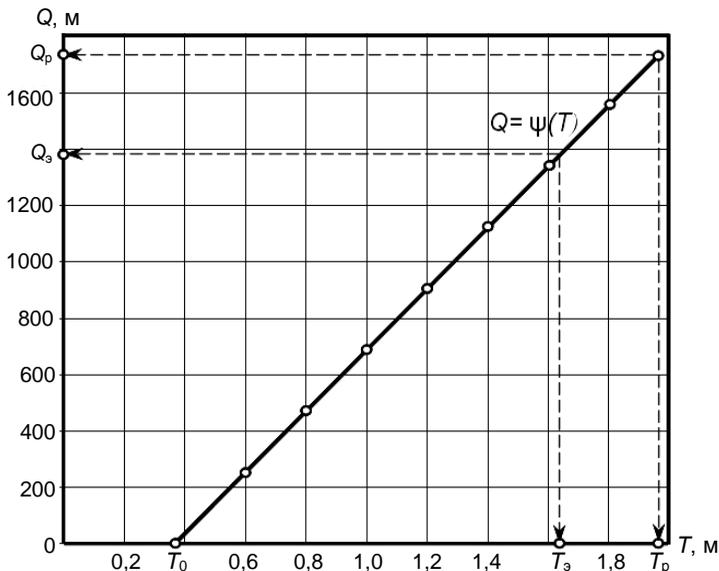


Рисунок 2.17 – Грузовая характеристика судна

Часто, при организации перевозок водным транспортом возникает необходимость использовать производные грузовые характеристики: удельную грузовместимость и удельную грузоподъемность судна. Под удельной грузоподъемностью понимается количество груза, приходящегося на один сантиметр осадки:

$$q = \frac{Q_p}{T_p - T_0}, \quad (2.2)$$

где  $T_p$ ,  $T_0$  – соответственно регистрационная осадка и осадка судна в порожнем состоянии, см.

Удельная грузоподъемность судна позволяет установить, какую массу груза нужно снять с судна или принять на борт с целью изменения его осадки на определенное число сантиметров.

Удельной грузоподъемностью называется отношение грузоподъемности судна к его регистрационной грузоподъемности:

$$w_c = \frac{V}{Q_p}, \quad (2.3)$$

где  $V$  – грузоподъемность судна,  $\text{м}^3$ .

Данная характеристика судна показывает объем грузовых помещений, предназначенных для перевозки одной тонны условного груза, и при сравнении с удельным погрузочным объемом перевозимого груза позволяет судить о степени использования грузоподъемности и грузоподъемности данного судна (рисунок 2.18).

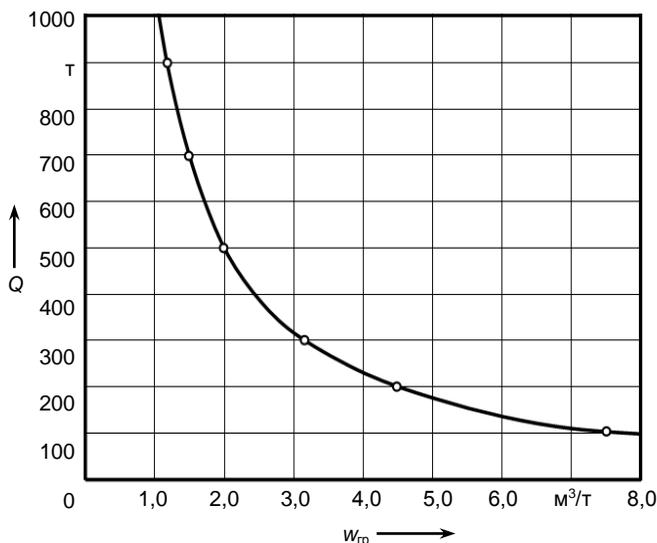


Рисунок 2.18 – Зависимость эксплуатационной грузоподъемности судна от удельного погрузочного объема груза  $w_{гр}$

К основным скоростным характеристикам транспортного судна относятся мощность главных двигателей и скорость движения судна на спокойной глубочкой воде.

В понятие **скорости** как эксплуатационной характеристики грузового самоходного судна входит скорость относительно воды при полной загрузке (соответствующей регистрационной грузоподъемности) и скорость в порожнем состоянии (с экипажем, судовыми запасами и балластом), а для буксира-толкача – скорость без состава.

Скорость грузового судна обратно пропорциональна его загрузке, что отражено на рисунке 2.19.

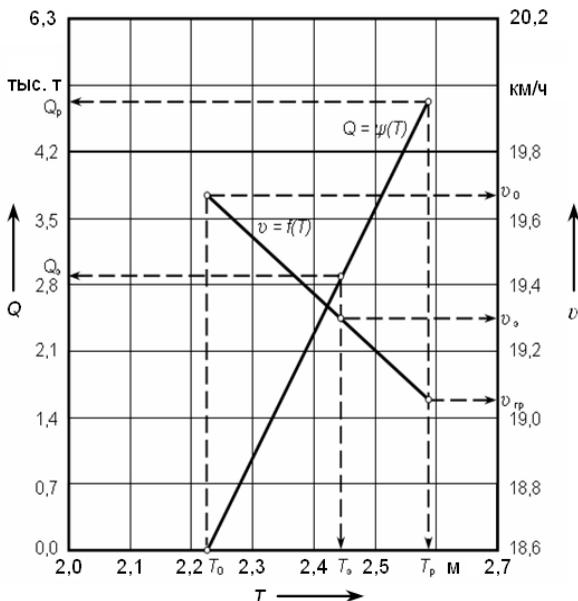


Рисунок 2.19 – Грузовая и скоростная характеристики судна

Как видно из графика, скоростная характеристика судна (зависимость скорости судна от его осадки) имеет линейную зависимость и, следовательно, для определения промежуточных (эксплуатационных) значений скорости движения судна (при загрузке его на эксплуатационную осадку) применимы формулы линейной интерполяции:

$$v = v_{\text{пор}} - \frac{v_{\text{пор}} - v_{\text{гр}}}{T_{\text{р}} - T_0} (T_{\text{э}} - T_0), \quad (2.4)$$

$$v = v_{\text{пор}} + \frac{v_{\text{гр}} - v_{\text{пор}}}{Q_{\text{р}}} Q_{\text{э}}, \quad (2.5)$$

где  $v_{\text{пор}}$ ,  $v_{\text{гр}}$  – соответственно скорости движения судна в порожнем и груженом состояниях, км/ч;

$T_{\text{э}}$  – эксплуатационная осадка, м.

Тяговые характеристики буксира-толкача или самоходного судна, помимо мощности его главных двигателей, включают абсолютную и приведенную силы толкания или тяги, определяющие скорость движения судна или толкаемого (буксируемого) состава (рисунок 2.20).

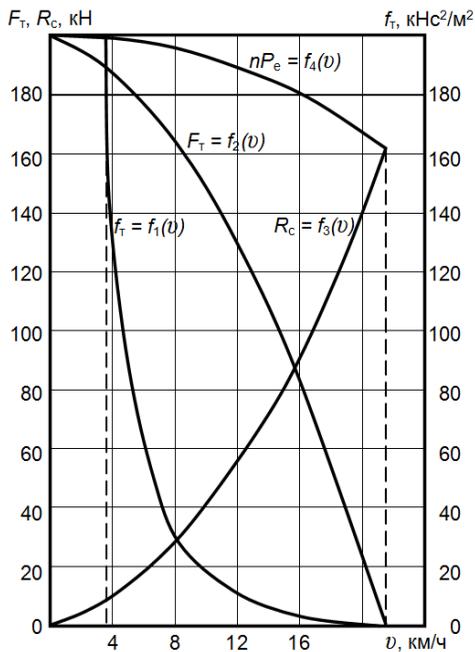


Рисунок 2.20 – Тяговые характеристики транспортного судна

Абсолютная сила толкания (тяги) выражает разность двух противоположно направленных сил: общего полезного упора движителей (движущей силы) и сопротивления воды движению судна или состава, тем самым определяя скорость его движения:

$$F_T = nP_e - R_c, \quad (2.6)$$

где  $n$  – количество движителей;

$P_e$  – полезный упор одного движителя, кН;

$R_c$  – абсолютное сопротивление воды движению судна (состава), кН.

Учитывая, что зависимость сопротивления воды движению судна и силы толкания (тяги) от скорости движения судна есть квадратическая функция, то с целью упрощения эксплуатационных расчетов введены следующие характеристики: приведенная сила толкания (тяги) и приведенное сопротивление воды движению судна, обратно пропорциональные квадрату скорости движения:

$$f_T = \frac{F_T}{v^2}, \quad (2.7)$$

$$r = \frac{R_c}{v^2}. \quad (2.8)$$

Как видно из графика (см. рисунок 2.20), при нулевой скорости движения (на швартовых) значения  $F_T$  и  $f_T$  принимают максимальные значения и, наоборот, при скорости движения  $v_{\text{пор}}$  (без состава) – нулевые значения.

Важным эксплуатационным качеством буксира-толкача является его тяговый коэффициент полезного действия (тяговый КПД), выражающий отношение его тяговой мощности к общей эффективной мощности:

$$\eta = \frac{N_T}{N_{\text{эф}}}, \quad (2.9)$$

где  $N_T$ ,  $N_{\text{эф}}$  – соответственно тяговая и общая эффективная мощность буксира-толкача, кВт.

На рисунке 2.21 показана зависимость тягового КПД буксиров-толкачей различной мощности от скорости их движения:

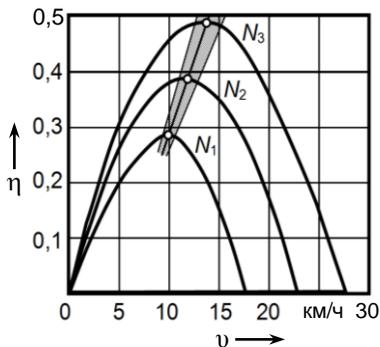


Рисунок 2.21 – Зависимость тягового КПД от скорости движения буксиров-толкачей

– при  $v = 0$   $\eta$  также принимает нулевое значение;

– с увеличением скорости  $\eta$  повышается до максимального значения, после чего начинает снижаться, что объясняется резким снижением силы толкания (тяги)  $F_T$  (см. рисунок 2.10);

– при наибольшей скорости движения  $v_{\text{пор}}$  (в порожнем состоянии – для грузовых судов, без состава – для буксиров-толкачей) значение  $\eta$  также принимает нулевое значение, так как  $F_T = 0$ ;

– с ростом мощности толкачей значение  $\eta$  возрастает.

Выделенная на рисунке 2.21 зона максимальных значений тягового КПД определяет соответственно зону эффективного использования буксира-толкача как транспортного средства. Как видно из рисунка, максимальному значению КПД соответствует скорость буксира-толкача, равная примерно  $0,5 v_{\text{пор}}$ .

Тяговыми характеристиками несамоходного судна являются абсолютные и приведенные сопротивления воды его движению при регистрационной осадке и при осадке в порожнем состоянии, рассчитываемые по формуле (2.8).

По аналогии с приведенной силой тяги, приведенное сопротивление воды движению судна (состава) представляет абсолютное сопротивление при скорости движения судна (состава) 1 м/с. С увеличением осадки оно возрастает по линейной зависимости (рисунок 2.22), поэтому для промежуточных значений может быть определено по формуле линейной интерполяции:

$$r_c = r_{c \text{ гр}} + \frac{r_{c \text{ гр}} - r_{c \text{ пор}}}{T_p - T_o} (T_p - T_o), \quad (2.10)$$

где  $r_{c \text{ пор}}$ ,  $r_{c \text{ гр}}$  – соответственно приведенные сопротивления воды движению судна (состава) в порожнем и груженом состояниях,  $\text{H} \cdot \text{с}^2/\text{M}^2$ .

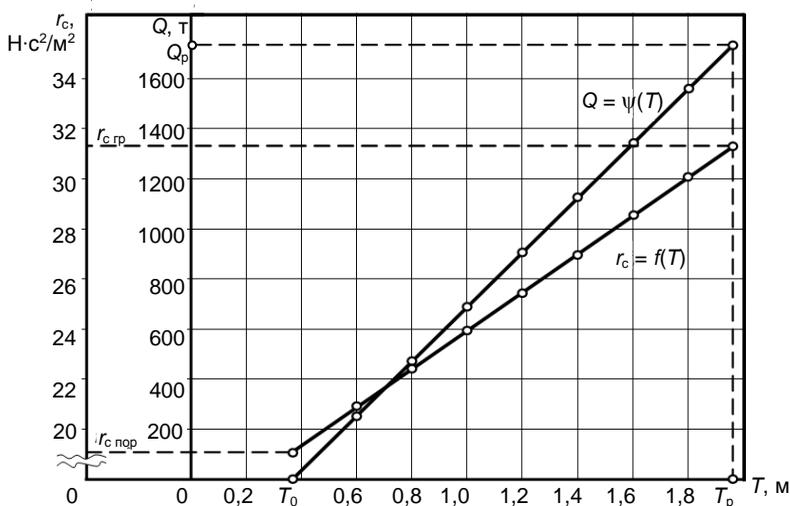


Рисунок 2.22 – Совмещенный график зависимости грузоподъемности и приведенного сопротивления воды движению судна от его осадки

Важной эксплуатационной характеристикой самоходных судов является автономность плавания – время, в течение которого судно может осуществлять судоходство без захода в порт для пополнения запасов топлива, воды, сдачи сухого мусора и т.д.

Помимо вышеуказанных эксплуатационных характеристик в зависимости от типа эксплуатационной задачи могут выделяться и другие, например, количество и размер грузовых люков, коэффициент вертикальной проницаемости (раскрытия палубы) – характеристики, влияющие на скорость выполнения грузовой обработки; комфортабельность – характеристика пассажирских судов.

## 2.4 Экономические характеристики транспортного судна

Основными экономическими характеристиками транспортных морских и речных судов являются строительная (для судов новой постройки) или балансовая (для судов, находящихся на балансе транспортного предприятия) стоимость, эксплуатационные расходы на содержание судна за год, судо-часовые, удельные показатели эксплуатационных расходов и строительной (балансовой) стоимости, а также численность экипажа.

Важнейшей экономической характеристикой транспортного судна, оказывающей влияние на все остальные экономические характеристики, является его **строительная стоимость**.

В стоимости содержания судов, а как следствие, и в себестоимости перевозок водным транспортом амортизационные отчисления занимают весомую долю, а величина этих отчислений определяется строительной стоимостью судна.

Строительная стоимость оказывает существенное влияние при экономических обоснованиях и выборе новых типов судов, при выборе способов организации перевозочного процесса с участием водного транспорта.

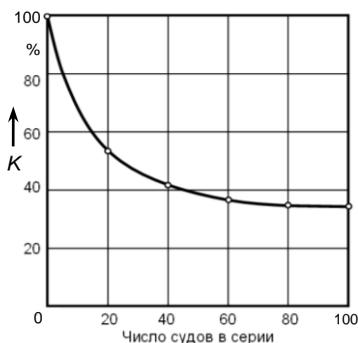


Рисунок 2.23 – Зависимость строительной стоимости судна от числа судов в серии

Строительная стоимость судна складывается из заводской себестоимости его постройки  $K_з$  с учетом влияния серийности строительства  $\alpha_{сер}$  и размеров планового накопления судостроительного предприятия  $\Delta П$  в процентах от себестоимости:

$$K_c = \alpha_{сер} K_з \left( 1 + \frac{\Delta П}{100} \right). \quad (2.11)$$

Примерная динамика изменения строительной стоимости судна (в процентах) в зависимости от числа судов в серии строящегося флота представлена на рисунке 2.23.

Заводская себестоимость постройки судна складывается из затрат по следующим статьям: материалы, полуфабрикаты и готовые изделия; заработная плата производственных рабочих; контрагентские поставки и работы, включающие стоимость сторонних поставок оборудования, а также стоимость работ, выполняемых сторонними организациями; прочие прямые расходы, включая транспортные расходы, расходы по разработке конструкторско-проектной документации, по изготовлению технической оснастки, использованию плавсредств, испытаниям судна и другим; накладные расходы, включа-

ющие цеховые (расходы по содержанию, ремонту и амортизации цехового производственного оборудования, зданий и сооружений, технологические затраты материалов, электроэнергии и топлива, затраты по содержанию цехового персонала) и общезаводские (административно-управленческие расходы, затраты по содержанию, ремонту и амортизации зданий, сооружений и инвентаря общепроизводственного характера, по содержанию охраны, средств связи, транспорта и т.д.).

После постройки судна, проведения приемо-сдаточных испытаний и приема судна в эксплуатацию судостроительным предприятием оно передается на баланс предприятия, которое намерено использовать его на транспортной работе. В момент зачисления на баланс предприятия судно приобретает **балансовую стоимость**, которая помимо строительной стоимости включает в себя затраты на доставку судна к месту постоянной приписки и строительно-монтажные работы, которые при этом выполнены.

В процессе эксплуатации судно стареет физически и морально, изнашиваются его элементы, выполняются ремонтные работы, модернизация, поэтому балансовая стоимость судна – величина переменная.

Решающее влияние на строительную, а следовательно, и на балансовую стоимость оказывают технические и эксплуатационные характеристики судна: водоизмещение, грузоподъемность, пассажироместимость, мощность энергетической установки и др. С увеличением данных характеристик увеличивается и строительная стоимость судна. Данный факт объясняется тем, что увеличение любой из перечисленных характеристик требует больших затрат металла, оборудования, дополнительного расширения судовых систем и т.д.

Однако рост строительной стоимости не прямо пропорционален увеличению значения перечисленных технических и эксплуатационных характеристик судна. Наиболее наглядным это становится при исследовании динамики изменения удельных экономических характеристик. Например, **удельная строительная стоимость судна**, определяемая отношением его строительной стоимости к грузоподъемности, либо к грузоместимости, либо к мощности, либо к пассажироместимости, с ростом данных эксплуатационных характеристик снижается, в то время как абсолютная стоимость возрастает (рисунок 2.24).

**Эксплуатационные расходы по содержанию судна** представляют собой текущие затраты, связанные с содержанием судна в эксплуатации с целью поддержания его в работоспособном состоянии. Состав эксплуатационных расходов и примерное доленое их соотношение для грузового теплохода представлено на рисунке 2.25.

На основании абсолютных величин эксплуатационных расходов рассчитываются относительные величины – **удельные показатели эксплуатационных расходов**.

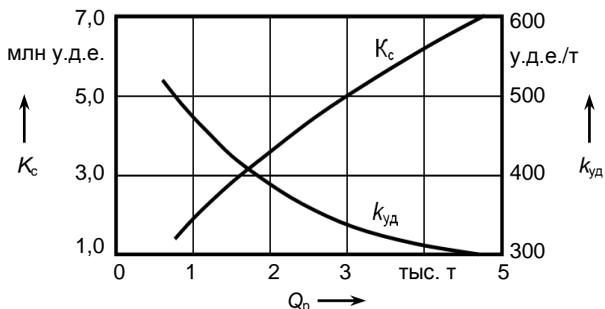


Рисунок 2.24 – Зависимость строительной стоимости  $K_c$  и удельной строительной стоимости  $k_{уд}$  грузовых самоходных судов от грузоподъемности

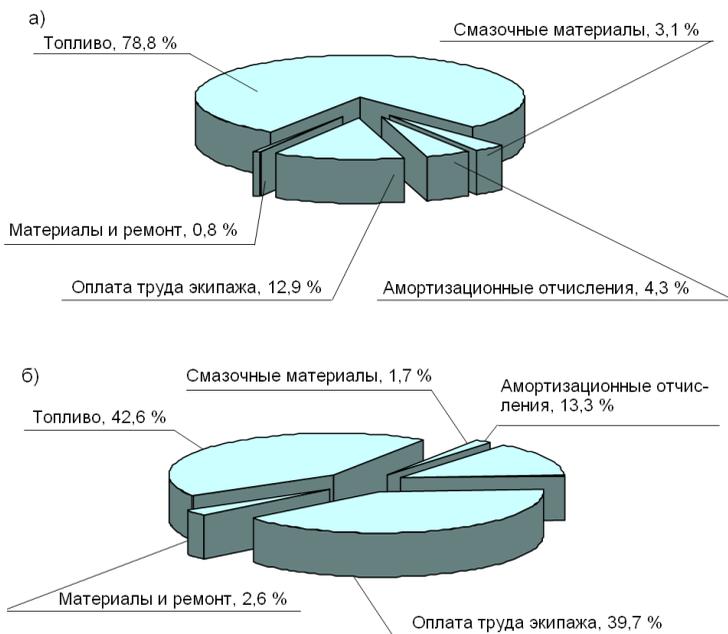


Рисунок 2.25 – Распределение затрат в эксплуатационных расходах содержания грузового теплохода:  
а – на ходу; б – на стоянке

Судо-часовые эксплуатационные расходы представляют собой сумму эксплуатационных расходов, приходящихся в среднем на данное судно за один час его эксплуатации:

$$c = \frac{\sum \mathcal{E}}{t_{\text{раб}}}, \quad (2.12)$$

где  $\sum \mathcal{E}$  – эксплуатационные расходы на содержание судна за год;

$t_{\text{раб}}$  – продолжительность работы судна за год, ч.

Поскольку расходы по самоходному флоту при выполнении различных операций транспортного процесса неодинаковы (см. рисунок 2.25), что является следствием различного расхода топлива и смазочных материалов при движении судна, на маневрах и на стоянке, то часто требуется рассчитывать несколько судочасовых показателей, как правило, на стоянке  $c_{\text{ст}}$  и на ходу  $c_{\text{х}}$ .

Удельные показатели эксплуатационных расходов рассчитывают как отношение судочасовых показателей к одной из эксплуатационных характеристик судна. В зависимости от типа судна рассчитывают следующие удельные характеристики:

– для грузовых судов

$$c'_y = \frac{c}{Q_p}; \quad (2.13)$$

– буксиров-толкачей

$$c_y = \frac{c}{N_p}; \quad (2.14)$$

– пассажирских судов

$$c_{y \text{ пас}} = \frac{c}{M}, \quad (2.15)$$

где  $N_p$  – мощность буксира-толкача, кВт;

$M$  – пассажировместимость судна, пас.

На рисунке 2.26 показан график зависимости удельных среднесуточных эксплуатационных расходов судна от его грузоподъемности, который подтверждает экономическую целесообразность использования на перевозках крупнотоннажного флота.

Численность экипажа транспортного судна, как его экономическая характеристика, непосредственно влияет на один из важнейших экономических показателей работы транспортного флота – производительность труда, причем влияет обратно пропорционально. Поэтому при строительстве и проектировании новых судов рассматриваются возможности сокращения численности их экипажей, однако увеличение эксплуатационных характеристик с целью повышения экономической эффективности перевозок водным транспортом (см. рисунки 2.24, 2.26) неизбежно приводит к росту численности обслуживающего персонала. Основным фактором, ограничивающим снижение данной экономической характеристики судна, является обеспечение достаточного уровня безопасности судоходства.

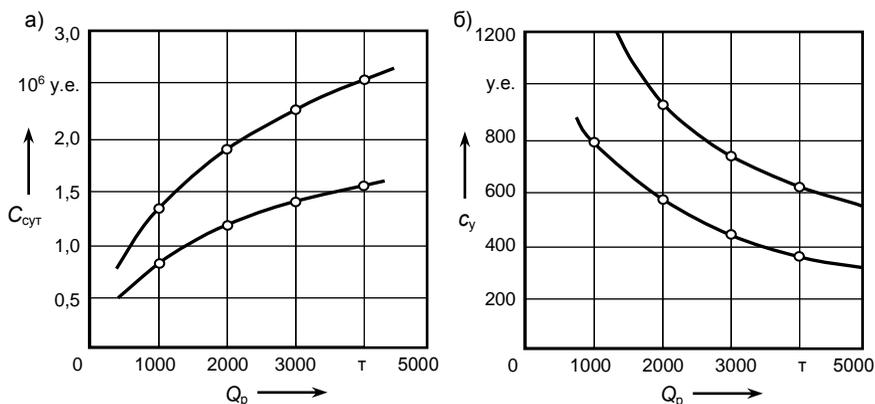


Рисунок 2.26 – Графики зависимостей себестоимости содержания сухогрузных теплоходов от их грузоподъемности:

а – себестоимость судо-суток на ходу и стоянке  $C'_{сут}$ ;  
 б – себестоимость тоннаже-суток на ходу и стоянке

В завершение данного раздела следует отметить, что в настоящее время при выборе оптимальных схем организации перевозок в качестве основных критериев выступают экономические. При этом подавляющая часть всех эксплуатируемых судов была построена в период плановой централизованной экономики за счет государственных инвестиций. В условиях же отсутствия централизованного финансирования, относительно низкой прибыльности судоходной деятельности и достаточно высоких ставок банковских кредитов для судоходных компаний остро стоит вопрос об обновлении парка речных судов и оптимизации его структуры. В этих условиях оценка инвестиционной ценности проектов приобретения и использования флота должна базироваться на оптимальном соотношении его технических, эксплуатационных и экономических характеристик.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Классификация флота.
- 2 Технические характеристики транспортного судна.
- 3 Назначение и характеристика судовых устройств и систем: судовая энергетическая установка, движители, рулевое, швартовное, буксирное, якорное устройства, судовые системы.
- 4 Эксплуатационные характеристики транспортного судна: грузоподъемность, грузовместимость, пассажироместимость, скорость, мощность, автономность плавания.
- 5 Экономические характеристики судна.

# 3

## ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОК ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ

### 3.1 Характеристика транспортного процесса

Продукция любой отрасли промышленности и сельскохозяйственного производства только тогда готова к потреблению, когда она доставлена потребителю.

Доставку продукции от производителя к потребителю осуществляет транспорт, который продолжает процесс производства продукции, но в сфере обращения – на этапе доставки ее потребителю. Если продукция потребителю не доставлена, это равнозначно тому, что она не произведена, так как потребность в ней не может быть удовлетворена.

Транспорт перевозит не только готовую продукцию, но также сырье, топливо, полуфабрикаты, обеспечивая тем самым производственные связи между заводами, территориями, отраслями экономики, странами и выполняя важнейшую логистическую функцию.

Продукцией транспорта является само перемещение товаров. Естественно, что в процессе перемещения не создаются новые товары, новая потребительная стоимость, что определяет главную особенность транспорта как отрасли материального производства: его продукция не вещественна по форме, но материальна по характеру.

Материальный характер продукции транспорта заключается в изменении их потребительной стоимости. При этом изменяется и стоимость товаров, прошедших сферу транспортного производства, которая увеличивается пропорционально затратам на их перемещение и организацию этого перемещения (рисунок 3.1).

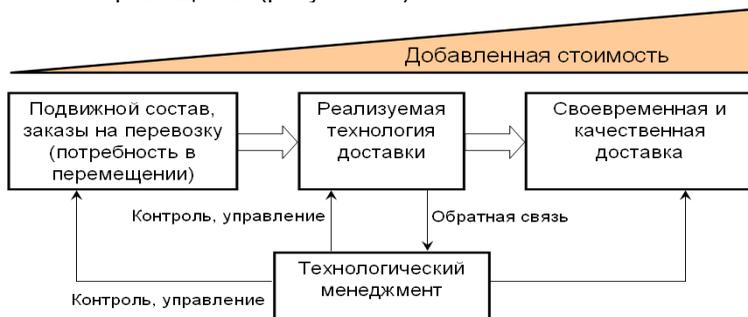


Рисунок 3.1 – Укрупненная технологическая схема доставки товара

В условиях современного рынка для конкретного его субъекта (фирмы, предприятия, физического лица) огромное значение имеет обеспечение конкурентоспособности своей продукции. После того, как продукт покидает цех предприятия, он поступает в сферу обмена, где превращается в товар. Данное поступление обеспечивается операцией, называемой доставкой. Следовательно, для повышения конкурентоспособности товара на рынке требуется свести к минимуму суммарные издержки на его производство и в процессе доставки.

В настоящее время технологии производства товара (оптимизируемые по минимуму себестоимости и приведенных затрат на производство) у различных производителей, как правило, схожи и не дают существенного отрыва в конкурентоспособности либо являются очень капиталоемкими. В этих условиях наибольшую значимость для обеспечения конкурентоспособности приобретает выявление резерва ресурсов (материалов, времени, подвижных единиц, информационных ресурсов) в процессе доставки товара, основным элементом которой является транспортный процесс.

Таким образом, транспорт влияет на формирование стоимости продукции отраслей производства, а следовательно, на конкурентоспособность, и это влияние бывает весьма существенным. Так, доля транспортных расходов в стоимости тонны нефти составляет около 30, тонны лесоматериалов – 23, угля – 18, соли – до 60, продукции земледелия (зерна, картофеля, овощей) – 20 процентов. Для Республики Беларусь, экономика которой является экспортно-ориентированной, обеспечение конкурентоспособности экспортируемой продукции является одной из первоочередных задач.

По вышеуказанным цифрам можно сделать вывод о целесообразности сокращения расходов на транспортную продукцию для повышения конкурентоспособности товаров. Разумеется, это сокращение должно достигаться не путем отказа от доли перевозок, а посредством внедрения передовых методов труда и эксплуатации подвижного состава, инновационных технологий, совершенствования транспортного процесса, т.е. посредством эффективной организации перевозок.

### **3.2 Классификация перевозок грузов и пассажиров**

Эффективная организация перевозок грузов и пассажиров на водном транспорте и управление работой транспортного флота требуют наличия четкой системы классификации. На водном транспорте перевозки классифицируют по следующим основным признакам: по составу, направлению, технике движения, роду перевозимого груза, району плавания, району обслуживания, виду обслуживания пассажиров, по скорости движения флота.

По составу перевозки классифицируют на грузовые и пассажирские. Пассажирские перевозки осуществляются в специализированных самоходных пассажирских и грузопассажирских судах, грузовые перевозки – в грузовых самоходных, несамоходных судах или в плотках, определяя тем самым следующий признак классификации – **по технике движения**. *Плот* представляет собой плавучее средство соединенных между собой бревен, труб и других предметов, предназначенное для их транспортировки по водным путям (рисунок 3.2).

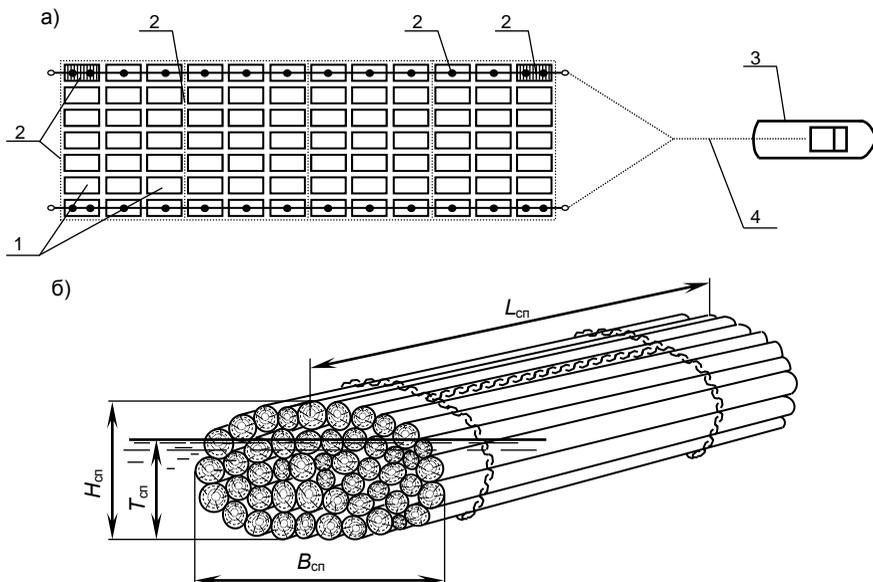


Рисунок 3.2 – Схема плотовой перевозки леса:

а – схема буксировки плота; б – схема сплоточной единицы; 1 – сплоточная единица; 2 – средства крепления леса, навигационное оборудование; 3 – буксир; 4 – буксирный трос;  $L_{сп}$ ,  $B_{сп}$ ,  $T_{сп}$ ,  $H_{сп}$  – длина, ширина, осадка и высота сплоточной единицы

Классификация перевозок грузов и пассажиров **по направлениям** является весьма условной, но, как правило, за прямое направление принимается наиболее загруженное.

Особое значение для организации перевозочного процесса имеет род перевозимого груза. **По роду перевозимого груза** перевозки разделяются на перевозки наливных и сухих грузов. К перевозкам наливных грузов относятся перевозки жидких грузов, перевозимые в специализированном подвижном составе, к перевозкам сухогрузов – все остальные грузовые перевозки.

Перевозки сухих грузов (сухогрузов) разделяют на насыпные и навалочные, штучные. Последняя группа включает в себя значительную номенклатуру грузов, обладающих различными характеристиками и оказывающих непосредственное влияние на технологию работы водного транспорта: размер мест, масса и форма отдельных грузовых единиц, вид тары, упаковка и т.д.

Широкое распространение на водном транспорте получили перевозки грузов в контейнерах и в пакетах. Пакетный способ транспортировки применяется для перевозок различных штучных грузов: лесоматериалов, пиломатериалов, асбестоцементных и металлических труб, металлов, мешковых и ящичных грузов и пр. (рисунок 3.3). Главные составляющие эффективности таких перевозок – сокращение временных и эксплуатационных затрат вследствие укрупнения грузовых мест и использования унифицированной тары, а также повышение сохранности грузов.

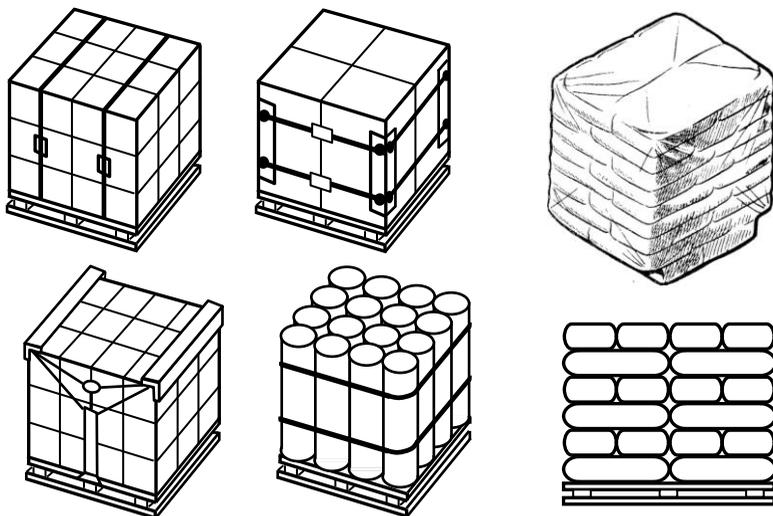


Рисунок 3.3 – Схемы грузовых пакетов

При осуществлении судоходства выделяют два способа вождения несамоходных судов (рисунок 3.4): буксировка и толкание. При буксировке самоходное судно перемещает за собой на тросе состав из одного или нескольких несамоходных судов, сцепленных определенным образом. При толкании несамоходные суда формируют в жесткий или изгибаемый состав, который размещается перед самоходным судном, приводящим его в движение. На сегодняшний день способ вождения судовых составов толканием является основным.

Для вождения составов несамоходных судов используются самоходные грузовые суда, а также специализированные суда: буксиры и буксиры-толкачи (см. подразд 2.2), оборудованные специальными сцепными и буксирным устройствами. В отдельных случаях самоходные грузовые суда могут осуществлять перемещение барж методом толкания или пришвартованными борт к борту («под бортом») (см. рисунок 3.4, в).

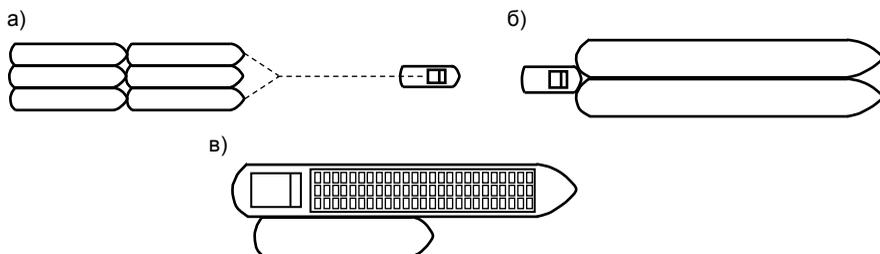


Рисунок 3.4 – Схемы буксировки и толкания состава несамоходных судов:  
а – буксировка состава; б – толкание состава; в – перемещение судна «под бортом»

Классификация перевозок **по району плавания** необходима для правильного соотношения разряда водных путей и класса судов, используемых для судоходства. В соответствии с данным признаком, по аналогии с классификацией судов по классу, выделяют перевозки: речные, озерные, морские и прибрежно-морские.

**По району обслуживания** грузовые перевозки классифицируют на местные и транзитные. Транзитными называются перевозки на значительные расстояния внутри одного пароходства или в пределах нескольких смежных пароходств, местными – перевозки в зоне деятельности одного порта и выполняются флотом, приписанным к данному порту или арендованным у других судовладельцев.

Пассажирские транспортные перевозки по данному признаку, помимо местных и транзитных, классифицируются на пригородные (перевозки пассажиров между крупными населенными пунктами) и внутригородские (в границах крупных водно-транспортных узлов).

Особенности пассажирских перевозок накладывают специфику и на их классификацию. Помимо перечисленных признаков пассажирские перевозки **по виду обслуживания** делятся на транспортные, туристские и экскурсионные, а **по скорости движения флота** – экспрессные, скорые, скоростные и пассажирские. Экспрессные и скорые перевозки предполагают высокую скорость перевозки и высококомфортабельные условия поездки, скоростные перевозки обслуживаются судами со средней скоростью движения свыше 30 км/ч, к пассажирским относятся прочие перевозки.

### 3.3 Показатели перевозок грузов и пассажиров

Основными показателями перевозок пассажиров и грузов, которые необходимы для планирования и оценки эксплуатационной деятельности работы того или иного подразделения транспорта, являются: масса грузов и численность пассажиров, перевезенных за определенное время; грузооборот или пассажирооборот; дальность перевозки груза или поездки пассажира; густота перевозок грузов и пассажиров; коэффициенты неравномерности перевозок грузов или поездок пассажиров по времени и направлениям.

Масса перевозимых грузов определяется по формуле

$$\sum G = \sum_{i=1}^m G_i, \quad (3.1)$$

где  $G_i$  –  $i$ -й *грузовой поток* (грузопоток), т. е. масса однородного груза (груза одного наименования), характеризующаяся одним пунктом отправления и одним пунктом назначения, т.

Численность перевезенных пассажиров

$$\sum Y = \sum_{i=1}^m Y_i, \quad (3.2)$$

где  $Y_i$  –  $i$ -й *пассажирский поток* (пассажиропоток) – численность пассажиров, перевозимых из одного пункта отправления в другой пункт (пункт назначения) в течение определенного периода навигации, пас.

Масса перевозимых грузов и численность пассажиров не полностью характеризуют работу транспорта на перевозках, в этой связи на транспорте широкое распространение получили показатели транспортной работы: грузооборот и пассажирооборот.

Грузооборот

$$A = \sum_{i=1}^m G_i l_{r i}, \quad (3.3)$$

где  $l_{r i}$  – дальность перевозки  $i$ -го груза, км.

Пассажирооборот

$$A_{\text{пас}} = \sum_{i=1}^m Y_i l_{\text{пас } i}, \quad (3.4)$$

где  $l_{\text{пас } i}$  – дальность поездки пассажира, км.

Грузооборот и пассажирооборот характеризуют транспортную работу флота, однако они не являются продукцией транспорта. Продукцией транспорта является перемещение грузов и пассажиров от пунктов отправления до пунктов назначения. По грузообороту и пассажирообороту можно оценить трудовые и материальные затраты на транспортную работу для конкретных условий перевозок грузов или пассажиров.

Для оценки работы водного транспорта используются и такие производные показатели, как средние дальности перевозки грузов –  $\bar{l}_r$ , пассажиров –  $\bar{l}_{\text{пас}}$ , средняя густота перевозок на участке –  $\bar{И}$

$$\bar{l}_r = \frac{A}{\sum G}, \quad (3.5)$$

$$\bar{l}_{\text{пас}} = \frac{A_{\text{пас}}}{\sum Y}, \quad (3.6)$$

$$\bar{И} = \frac{A}{l_{\text{уч}}}, \quad (3.7)$$

где  $l_{\text{уч}}$  – общая протяженность участка водного пути, км.

Густота перевозок характеризует напряженность грузовых перевозок на данном участке и интенсивность использования водного пути, показывая, какое в среднем количество транспортной работы (грузооборота) приходится на 1 км участка водного пути.

Перевозки речным транспортом осуществляются в течение навигационного периода, однако их интенсивность по отдельным периодам навигации может варьироваться в широких пределах, что связано со спецификой эксплуатации водных путей (в паводок суда могут быть загружены более эффективно), предъявления грузов к перевозке (некоторые грузы предъявляются в определенные периоды навигации, например, зерновые) и прочими причинами. На рисунке 3.5 показана гистограмма распределения перевозок речным транспортом по месяцам, на котором отмечен среднемесячный уровень перевозок.

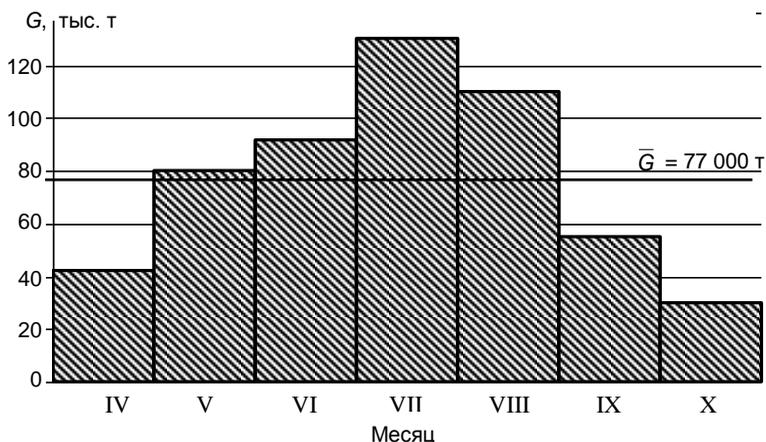


Рисунок 3.5 – Гистограмма распределения перевозок по месяцам навигационного периода

Как видно из рисунка 3.5, если перевозочный процесс организовать по среднемесячным данным, то в период с мая по август будет наблюдаться избыток ресурсов, а в апреле, сентябре и октябре – наоборот, недостаток.

Оценить неравномерность перевозок можно посредством коэффициентов, которые должны быть учтены при разработке технологии перевозок грузов и пассажиров с целью снижения ее негативных последствий.

Коэффициент неравномерности перевозок грузов по времени рассчитывается по формуле

$$\rho'_r = \frac{G_{\max}}{\bar{G}}, \quad (3.8)$$

где  $G_{\max}$  – масса перевозимых грузов в наиболее напряженный месяц навигации, т;

$\bar{G}$  – среднемесячный размер перевозок, т.

Для пассажирских перевозок применяется аналогичная формула.

Таким образом, коэффициент неравномерности перевозок грузов по времени показывает превышение их в наиболее напряженный месяц навигации над среднемесячным уровнем перевозок, то есть в конечном счете характеризует неравномерность транспортного процесса и показывает величину необходимого для покрытия этой неравномерности резерва провозной способности флота.

При планировании различных категорий пассажирских перевозок иногда требуется рассчитывать суточные и часовые коэффициенты неравномерности по формулам, идентичным формуле (3.8):

$$\rho'_{\text{пас}} = \frac{Y_{\max}}{Y_{\text{сут}}}, \quad (3.9)$$

где  $Y_{\max}$ ,  $\bar{Y}_{\text{сут}}$  – соответственно расчетный суточный пассажиропоток в наиболее напряженные сутки и среднесуточный пассажиропоток, пас./сут.

Коэффициент неравномерности перевозок грузов по направлениям определяется по формуле

$$\rho''_r = \frac{A_{\text{обр}}}{A_{\text{пр}}}, \quad (3.10)$$

где  $A_{\text{пр}}$ ,  $A_{\text{обр}}$  – грузооборот в прямом (наиболее загруженном) и обратном (менее загруженном) направлениях соответственно, т·км.

Данный коэффициент показывает, насколько (по сравнению с прямым направлением) загружено обратное направление. При  $\rho'_r = 1$  весь тоннаж в обратном направлении будет возвращаться полностью загруженным, и, наоборот, при  $\rho'_r = 0$  весь тоннаж возвращается в порожнем состоянии.

### 3.4 Формы изображения грузовых и пассажирских потоков

Рассмотренные показатели перевозок грузов и пассажиров дают количественную их характеристику, но они не обеспечивают достаточной наглядности. Для наглядного представления грузовых и пассажирских потоков существуют различные формы их изображения:

- корреспонденция перевозок грузов;
- дислокация грузовых и пассажирских потоков;
- таблица грузопотоков («шахматка»);
- картограмма грузовых и пассажирских потоков;
- диаграмма календарного распределения перевозок;
- графики динамических кривых изменения показателей;
- круговые и секторные диаграммы структуры перевозок и др.

Корреспонденцию грузовых потоков представляют в табличной форме, например, как показано в таблице 3.1, где указываются для каждого грузопотока наименование пунктов отправления и назначения, род перевозимого груза, расстояние перевозки, размер перевозок и грузооборот.

Таблица 3.1 – Корреспонденция грузовых потоков

Порт		Род груза	G, тыс. т	l, км	A, млн т·км
отправления	назначения				
Д	А	Колчедан медный	300	800	240
Д	Б	Соль	180	600	108
Д	В	Лесоматериалы	200	500	100
Г	Б	Камень бутовый	500	300	150
Г	Б	Пиломатериалы	200	300	60
Г	В	Зерно	300	200	60
А	Б	Сера	80	200	16
А	Г	Щебень	350	500	175
Б	Д	Мука	240	600	144
Б	В	Уголь	140	100	14
В	Б	Шлак	100	100	10
ИТОГО			2590	—	1 077

Корреспонденция грузовых потоков является наиболее распространенной формой их представления. Несмотря на то, что она не обладает особой наглядностью, у корреспонденции есть ряд преимуществ, выраженных, прежде всего, в независимости от привязки грузовых потоков к портам назначения и отправления, которые могут находиться на значительном расстоянии друг от друга. Данный факт определяет эффективность применения данной формы представления грузопотоков при широкой их номенклатуре, значительном разбросе величины их размеров и при разобшенности пунктов отправления и назначения.

Для большей наглядности на основании корреспонденции грузопотоков (см. таблицу 3.1) строится их дислокация (схема грузовых потоков) на рассматриваемом участке. Дислокация грузопотоков – это график (рисунок 3.6), на котором на оси абсцисс с соблюдением горизонтального масштаба схематически изображается участок водного пути с указанием пунктов отправления и назначения грузов, с учетом расстояния между пунктами, а по оси ординат – размер грузопотока  $G_i$ .

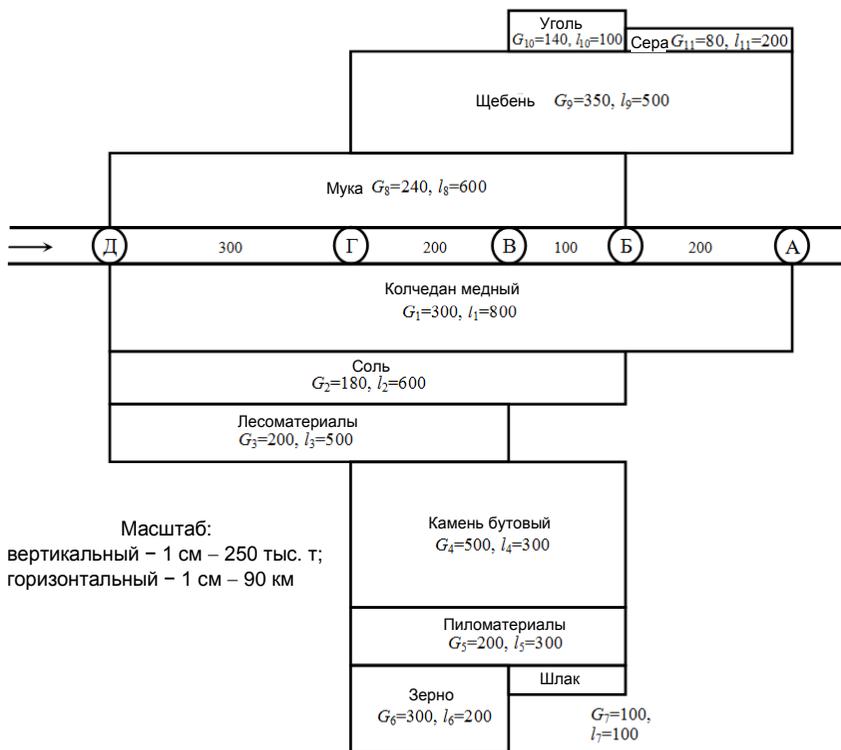


Рисунок 3.6 – Дислокация грузовых потоков

При построении дислокации грузопотоков обязательно соблюдение следующих правил.

**Правило 1.** Участок реки изображают в виде двух параллельных линий по горизонтали (лента реки) независимо от географической ориентации реки относительно сторон света. Направление течения реки принимают слева направо. В принятом масштабе расстояний в соответствии с географической последовательностью на ленту реки наносят все корреспондирующие пункты, то есть пункты отправления и назначения грузов.

Правило 2. Грузовые потоки в соответствии с принятым по вертикали масштабам располагают по правой стороне движения, то есть грузопотоки, следующие вверх (против течения реки) изображают над лентой реки (вверху), а следующие вниз (по течению) – под лентой реки (внизу). В процессе построения дислокации в каждом пункте участка по оси ординат откладывают значения соответствующего размера перевозок груза, отправляемого из данного пункта.

Правило 3. Построение дислокации начинают с грузового потока, имеющего наибольшую дальность перевозки, группируя все потоки по родам грузов и пунктам отправления. Если грузовые потоки следуют в одном направлении, то их суммируют, в результате чего ордината на каждом участке водного пути показывает общий размер перевозимых по нему грузов в обоих направлениях. Так как по оси абсцисс откладывают расстояние перевозки, то площадь полученной фигуры с учетом масштабов по горизонтали и вертикали показывает грузооборот в целом по участку, отдельно по направлениям перевозки и родам груза.

Таким образом, дислокация грузовых потоков наглядно показывает размер перевозок из каждого пункта водного пути и, соответственно, в каждый его пункт, густоту перевозок на каждом участке водного пути, а площадь фигуры с учетом масштаба характеризует грузооборот по направлениям и в целом по участку. По данным рисунка 3.6 можно установить, что наиболее загруженным участком водного пути является участок между портами Г и В, наиболее загруженным направлением (прямым) – направление вниз по течению, а неравномерность перевозок по направлениям достаточно высока.

Если информацию о грузовых потоках представить в виде дислокации оказывается затруднительно, что особенно актуально для пароходов со значительными размерами перевозок и широкой номенклатурой грузов, применяется другая форма изображения грузопотоков – таблица грузопотоков (таблица 3.2), в которой указывают: пункты отправления и назначения; массу перевозимого груза, отправленного из каждого пункта отдельно, по пунктам назначения и в целом; массу груза, прибывающего в каждый пункт назначения; распределение грузовых потоков по направлениям, а также густоту перевозок на отдельных участках и среднюю на всем участке водного пути.

В таблице грузопотоков («шахматке») пункты отправления и назначения располагают последовательно, против течения реки, начиная с нижнего корреспондирующего пункта. При этом пункты отправления располагают по вертикали, пункты назначения – по горизонтали. Таким образом, таблица грузопотоков имеет форму, схожую с дислокацией грузопотоков: в ее правой части относительно диагонали расположены грузопотоки, следующие вверх (против течения реки), в левой части – грузопотоки, следующие вниз (по течению реки).

В поле, находящемся на пересечении горизонтальной строки (например, порт Д) и вертикального столбца (например, порт А), заносится масса груза, отправляемого из порта Д в порт А (300 тыс. т). Если из какого-либо порта (например, порта В) в какой-нибудь из портов (например, в порт Г) грузы не отправляются, то в соответствующем поле ставится прочерк.

Таблица 3.2 – Таблица грузопотоков

Порт отправления	Порт назначения					Масса отправленного груза, тыс. т·км		Густота перевозок, тыс. т (тыс. т·км/км)	
	А	Б	В	Г	Д	вверх	вниз	вверх	вниз
А		80	—	350	—	430	—	430	300
Б	—		140	—	240	380	—	730	1280
В	—	100		—	—	—	100	590	1680
Г	—	700	300		—	—	1000	240	680
Д	300	180	200	—		—	680	(436,25)	(910,00)
Масса грузов прибывающих, тыс. т	сверху	300	980	500	—	—	1780		
	снизу	—	80	140	350	240	810		

Обработка данных шахматной таблицы заключается в подсчете суммарных величин: массы отправленных грузов по каждому пункту участка  $\sum G_{отпр}$ , отдельно вниз и вверх по течению; массы прибывающих грузов в каждый пункт участка  $\sum G_{приб}$ , отдельно сверху и снизу; густота перевозок между каждыми двумя смежными пунктами и средняя на расчетном участке – по направлениям отдельно.

Так, густота перевозок на  $i$ -м участке вверх рассчитывается начиная с нижнего участка водного пути по формуле

$$I_{г\ i}^{вв} = I_{г\ i-1}^{вв} + \sum_{j=i+1}^m G_{отпр\ j}^{вв} - \sum_{j=1}^{i-1} G_{приб\ j}^{сн}, \quad (3.11)$$

где  $I_{г\ i-1}^{вв}$  – густота перевозок на предыдущем нижерасположенном участке, т;

$\sum_{j=i+1}^m G_{отпр\ j}^{вв}$  – масса грузов, отправленных вверх из нижнего пункта участка, для которого определяется густота перевозок, т;

$\sum_{j=1}^{i-1} G_{приб\ j}^{сн}$  – масса грузов, прибывших снизу в верхний пункт расчетного участка, т.

Густота перевозок на  $i$ -м участке вниз рассчитывается по аналогии, только начиная с верхнего участка водного пути, по формуле

$$I_{\Gamma}^{\text{ВН}} = I_{\Gamma, i-1}^{\text{ВН}} + \sum_{j=i+1}^m G_{\text{отпр } j}^{\text{ВН}} - \sum_{j=1}^{i-1} G_{\text{приб } j}^{\text{СВ}}, \quad (3.12)$$

где  $I_{\Gamma, i-1}^{\text{ВН}}$  – густота перевозок на предыдущем вышерасположенном участке, т;

$\sum_{j=i+1}^m G_{\text{отпр } j}^{\text{ВН}}$  – масса грузов, отправленных вниз из верхнего пункта участка, для которого определяется густота перевозок, т;

$\sum_{j=1}^{i-1} G_{\text{приб } j}^{\text{СВ}}$  – масса грузов, прибывших сверху в нижний пункт расчетного участка, т.

Несмотря на кажущуюся сложность методики расчета составляющих таблицы грузопотоков, алгоритм ее заполнения достаточно прост, что активно используется при автоматизации данного процесса.

1) На основании корреспонденции (см. таблицу 3.1) последовательно (по строкам) заполняется часть таблицы грузопотоков, представленная на рисунке 3.7. Несколько грузопотоков из одного пункта отправления в один пункт назначения суммируются, например грузопотоки из порта Г в порт Б:  $500 + 200 = 700$  (см. рисунок 3.7, таблицу 3.2).

2) На основании заполненной части таблицы определяются массы отправленных грузов из портов отправления вниз и вверх (по строкам) и массы прибывающих грузов в порты назначения сверху и снизу (по столбцам).

При этом:

– все числа, располагающиеся справа от диагонали, суммируются и записываются в соответствующий столбец «Масса отправленного груза вверх», а слева от диагонали – в столбец «Масса отправленного груза вниз»;

– все грузопотоки, располагающиеся ниже диагонали, суммируются и записываются в соответствующую строку «Масса грузов, прибывающих сверху», а выше диагонали – в строку «Масса грузов, прибывающих снизу» (рисунок 3.8).

3) На основании заполненной части таблицы рассчитывается густота перевозок на участках водного пути.

При расчете густоты перевозок вверх (против течения), начиная с нижнего участка, т.е. А–Б, последовательно применяется формула (3.11):

Порт отправления	Порт назначения				
	А	Б	В	Г	Д
А		80		350	
Б			140		240
В		100			
Г		500 200	300		
Д	300	180	200		

Рисунок 3.7 – Заполнение исходной части таблицы грузопотоков

$$I_{г\text{ А-Б}}^{BB} = 0 + 430 - 0 = 430 \text{ т};$$

$$I_{г\text{ Б-В}}^{BB} = 430 + 380 - 80 = 730 \text{ т};$$

$$I_{г\text{ В-Г}}^{BB} = 730 + 0 - 140 = 590 \text{ т};$$

$$I_{г\text{ Г-Д}}^{BB} = 590 + 0 - 350 = 240 \text{ т}.$$

Расчеты осуществляются по схеме, представленной на рисунке 3.9.

Порт отправления	Порт назначения					Масса отправленного груза, тыс. т·км		Густота перевозок, тыс. т (тыс. т·км/км)	
	А	Б	В	Г	Д	вверх	вниз	вверх	вниз
А		80	—	350	—	430	—	430	300
Б	—		140	—	240	380	—	730	1280
В	—	100		—	—	—	100	590	1680
Г	—	700	300		—	—	1000	240	680
Д	300	180	200	—		—	680		
Масса грузов прибывающих, тыс. т	сверху	300	980	500	—	—	1780	(436,25)	(910,00)
	снизу	—	80	140	350	240	810		

Рисунок 3.8 – Расчет масс грузов, прибывающих и отправляемых из портов

Порт отправления	Порт назначения					Масса отправленного груза, тыс. т·км		Густота перевозок, тыс. т (тыс. т·км/км)	
	А	Б	В	Г	Д	вверх	вниз	вверх	вниз
А		80	—	350	—	430	—	430	300
Б	—		140	—	240	380	—	730	1280
В	—	100		—	—	—	100	590	1680
Г	—	700	300		—	—	1000	240	680
Д	300	180	200	—		—	680		
Масса грузов прибывающих, тыс. т	сверху	300	980	500	—	—	1780	(436,25)	(910,00)
	снизу	—	80	140	350	240	810		

Рисунок 3.9 – Расчет густоты перевозок на участках водного пути

При расчете густоты перевозок вниз по течению, начиная с верхнего участка, т.е. Г–Д, последовательно применяется формула (3.12):

$$I_{Г-Д}^{ВН} = 0 + 680 - 0 = 680 \text{ т};$$

$$I_{Г-В-Г}^{ВН} = 680 + 1000 - 0 = 1680 \text{ т};$$

$$I_{Г-Б-В}^{ВН} = 1680 + 100 - 500 = 1280 \text{ т};$$

$$I_{Г-А-Б}^{ВН} = 1280 + 0 - 980 = 300 \text{ т}.$$

Правильность заполнения таблицы грузопотоков проверяется по схеме, представленной на рисунке 3.10:

- масса грузов, отправленных вниз, должна быть равна общей массе грузов, прибывающих сверху;
- масса грузов, отправленных вверх, должна быть равна общей массе грузов, прибывающих снизу;
- густота перевозок вверх на нижнем участке должна быть равна массе грузов, отправленных вверх из нижнего порта;
- густота перевозок вниз на верхнем участке водного пути должна быть равна массе грузов, отправленных вниз из верхнего порта участка водного пути.

Порт отправления	Порт назначения					Масса отправленного груза, тыс. т·км		Густота перевозок, тыс. т (тыс. т·км/км)	
	А	Б	В	Г	Д	вверх	вниз	вверх	вниз
А		80	—	350	—	430	—	430	300
Б	—		140	—	240	380	—	730	1280
В	—	100		—	—	—	100	590	1680
Г	—	700	300		—	—	1000	240	680
Д	300	180	200	—		—	680		
Масса грузов прибывающих, тыс. т	сверху	300	980	500	—	—	1780	(436,25)	(910,00)
	снизу	—	80	140	350	240	810		

Рисунок 3.10 – Проверка правильности заполнения таблицы

Для большей географической наглядности строится картограмма. Правила и принцип ее построения идентичен правилам построения дислокации грузопотоков, но особенностью является то, что вместо условной ленты реки используется географическая конфигурация водного пути (рисунок 3.11).

Круговая или секторная диаграмма изображается с целью наглядного представления долевого распределения перевозок (рисунок 3.12), а для представления динамики изменения показателей применяются динамические кривые (рисунок 3.13) или столбиковые диаграммы (рисунок 3.14).

Условные обозначения:

экспортные грузопотоки

- – мебель;
- – калийные удобрения;
- – цемент;
- – соль поваренная;
- – удобрения;
- – автомобили;
- – спецавтотехника;
- – покрышки автомобильные;
- – тракторы;

импортные грузопотоки

- – зерновые;
- – глина бентонитовая;
- – масло подсолнечное;
- – уголь;
- – металл сортовой;
- – шлак гранулированный

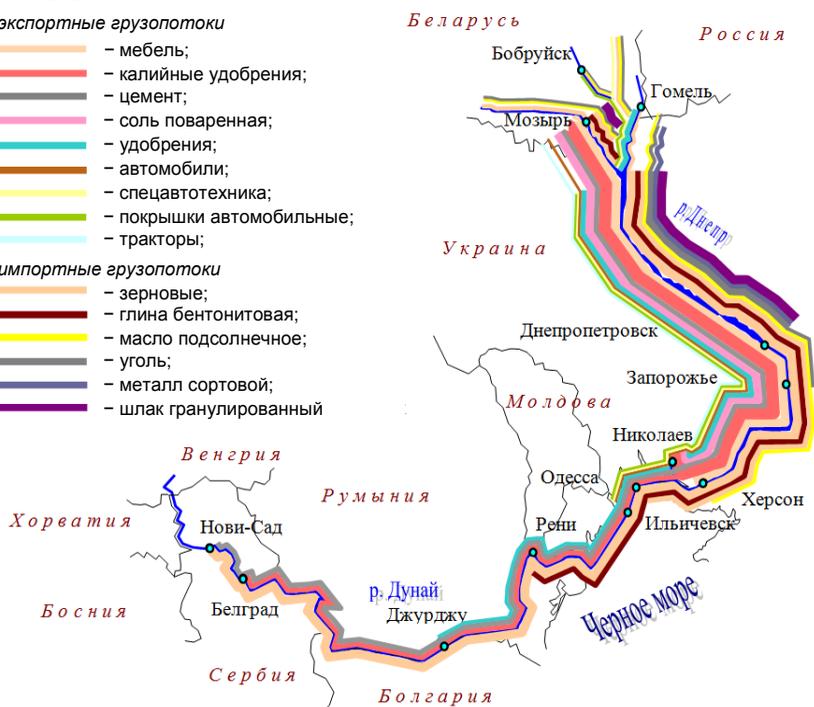


Рисунок 3.11 – Картограмма потенциальных перевозок водным транспортом

Номенклатура грузов, перевозимых транспортным флотом



- – строительные грузы;
- – шлак гранулированный;
- – удобрения калийные;
- – тарно-штучные грузы;
- – лесные грузы

Рисунок 3.12 – Картограмма потенциальных перевозок водным транспортом

Диаграмма календарного распределения перевозок грузов показана на рисунке 3.15. Данная диаграмма наглядно показывает неравномерность перевозок во времени, которая характеризуется коэффициентом, аналитически рассчитываемым по формуле (3.8).

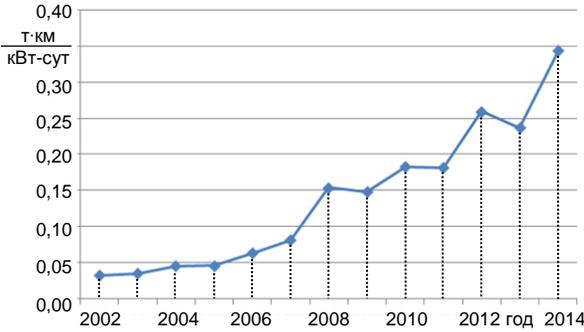


Рисунок 3.13 – Динамическая кривая валовой производительности грузового флота

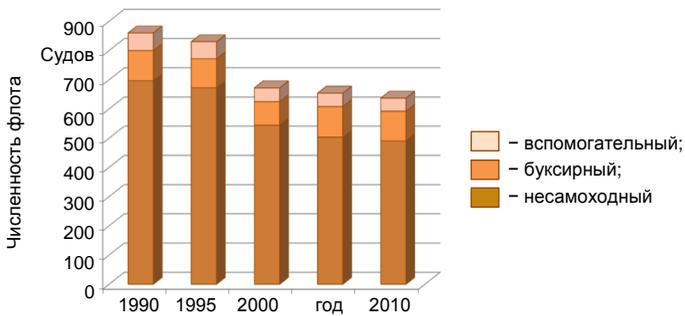


Рисунок 3.14 – Диаграмма изменения численности флота

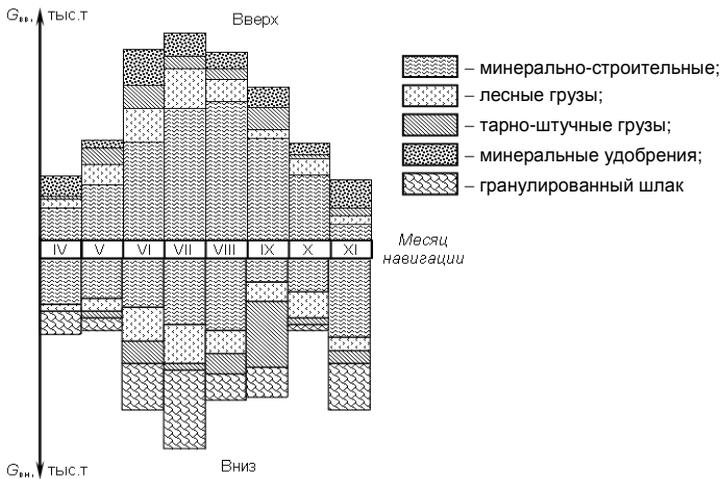


Рисунок 3.15 – Диаграмма календарного распределения перевозок

В настоящее время при анализе деятельности водного транспорта и его подразделений, структуры и интенсивности использования его инфраструктуры, флота и других аспектов организации перевозок используются и другие виды диаграмм (рисунок 3.16).

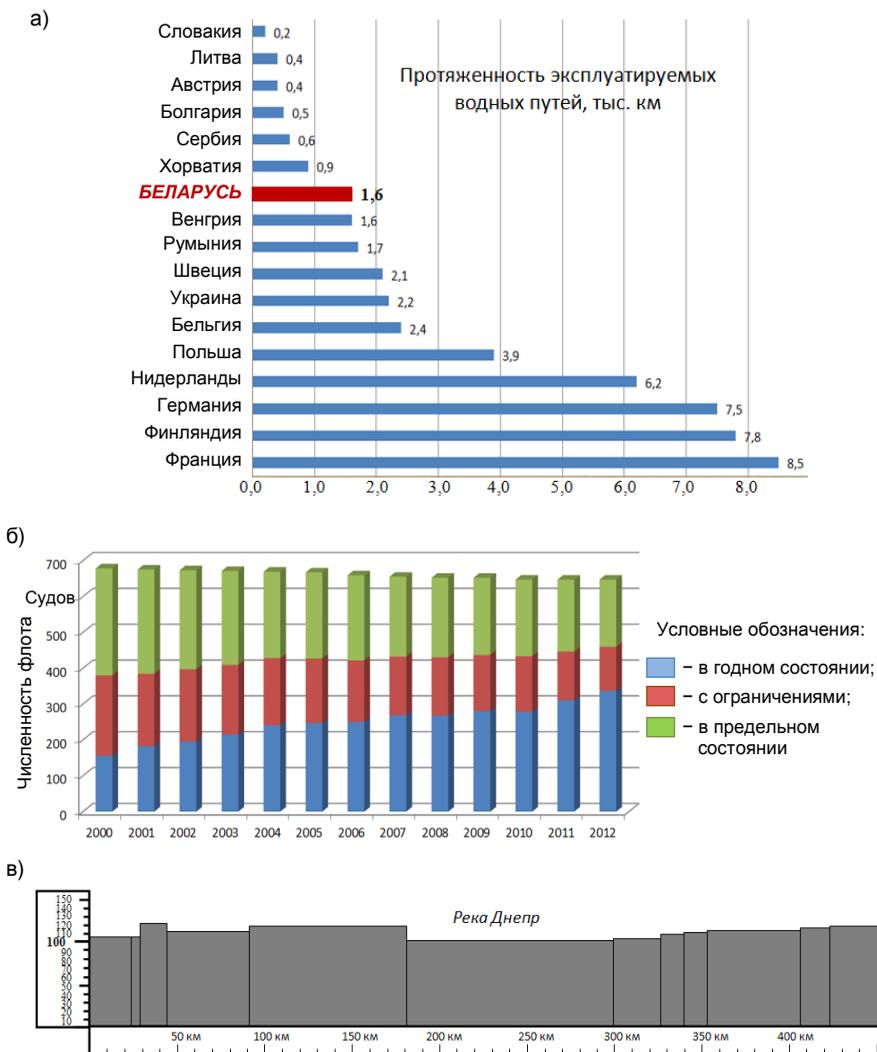


Рисунок 3.16 – Примеры диаграмм, характеризующих:  
 а – параметры водно-транспортной системы; б – техническое состояние транспортного флота; в – распределение глубин по участку водных путей

Приведенные формы изображения грузовых потоков характерны и для изображения пассажирских потоков, как и правила их построения. Особенностью обладает лишь дислокация пассажиропотоков. В большинстве случаев количество перевозок пассажиров по направлениям различается незначительно, поэтому при планировании перевозок, как и при построении дислокации, количество перевозок пассажиров вверх и вниз принимается равным, а на дислокации пассажиропотоки имеют зеркальное отображение.

Следует отметить, что наглядное представление информации при разработке и планировании мероприятий организации перевозок водным транспортом имеет очень весомое значение. Так, например, достоверная дислокация грузопотоков является основой для управленческих решений по организации перевозок, а корреспонденция грузовых потоков и рассчитанная на ее основании таблица грузопотоков является исходной формой для автоматизации разработки навигационных и технических планов работы флота.

### **3.5 Технологические процессы работы транспортного судна**

Технологическим процессом работы транспортного судна называют совокупность всех операций, последовательно выполняемых судном за время перевозки грузов или пассажиров. Грузовое судно в процессе эксплуатации выполняет следующие операции: ходовые (с грузом или в порожнем состоянии), грузовые (загрузка, разгрузка, догрузка, паузка – частичная отгрузка), технические и технологические в пунктах грузовой обработки и в пути следования.

Содержание ходовых и грузовых операций определено их названием. Технические операции грузового судна – это переходы, совершаемые по акватории порта от рейда к причалу, между причалами, к топливной базе, швартовка, снабжение топливом, продовольствием, навигационными материалами, ремонт и осмотр, сдача подсланевых вод и отходов, зачистка трюмов, подбуксировка и отбуксировка барж-приставок, формирование и расформирование составов и др. Следовательно, техническими называют вспомогательные, непроизводительные операции, которые при этом являются необходимой составной частью технологии работы водного транспорта.

Технологическими на водном транспорте принято называть операции ожидания причала, груза, тяговых средств (для несамоходных судов), шлюзования, снабжения и пр. По своей сути, это непроизводительные операции, связанные с потерей рабочего времени, являющиеся, как правило, следствием стохастического характера транспортного процесса.

Примерный перечень операций обработки грузовых судов и транспортных буксиров-толкачей приведен в таблице 3.3.

**Таблица 3.3 – Перечень технических и технологических операций транспортного флота**

Место выполнения операции	Наименование операции, выполняемой с судном		
	грузовым самоходным	грузовым несамоходным	буксирным
<i>Технические операции</i>			
Рейды прибытия и отправления	Постановка на якорь, снятие с якоря	Постановка на якорь, снятие с якоря	Постановка состава на рейде
	Технический осмотр судна	Технический осмотр судна	Технический осмотр судна
	Коммерческий осмотр судна и груза	Коммерческий осмотр судна и груза	Получение и передача транспортных документов
	Проверка грузовых документов	—	Проверка грузовых документов
	Подготовка судна к грузовой обработке	Подготовка судна к грузовой обработке	Работа по переформированию состава
	Поход и ошвартовка судна у причала	Учалка	Подход судна с составом к причалу
	Снабжение экипажа судна	Расчалка, формирование и переформирование состава	Снабжение экипажа судна
Акватория порта	Переход с одного причала на другой	Переход с одного причала на другой	Переход с одного причала на другой
	Переход с одного рейда на другой	Переход с одного рейда на другой	Переход с одного рейда на другой
Причалы комплексного обслуживания флота	Снабжение судна и экипажа	—	Снабжение судна и экипажа
<i>Технологические операции</i>			
Рейды прибытия и отправления	Ожидание грузовой обработки	Ожидание грузовой обработки	Ожидание несамоходного грузового судна
	Ожидание отправления	Ожидание несамоходных судов для формирования состава	Ожидание состава несамоходных судов
	Ожидание обслуживания	Ожидание буксира-толкача	Ожидание плота
Причалы комплексного обслуживания флота	Ожидание обслуживания	—	Ожидание обслуживания

Помимо перечисленных операций с судами выполняют еще и вне-рейсовые операции, такие, например, как навигационное слипование и докование, некоторые виды ремонтов, модернизация и дооборудование судов, ввод судна в эксплуатацию и вывод из нее. Данные операции, как это понятно из названия, выполняются в межнавигационный период или между отдельными рейсами, а затраты на эти операции по отношению к транспортным операциям являются накладными. В этой связи в работе судна выделяют эксплуатационный и рабочий периоды. Эксплуатационный период включает время с момента приема судна весной в эксплуатацию до момента вывода его из эксплуатации на зимний отстой, то есть в данный период включены вне-рейсовые операции, выполняемые с судном. Рабочий период складывается из времени выполнения судном перевозочной работы. Естественно, что чем меньше эксплуатационный период судна отличается от рабочего, тем эффективнее использовалось данное судно на перевозках.

В работе транспортных судов различают **три вида** технологических процессов: рейс, круговой рейс и оборот (рисунок 3.17).

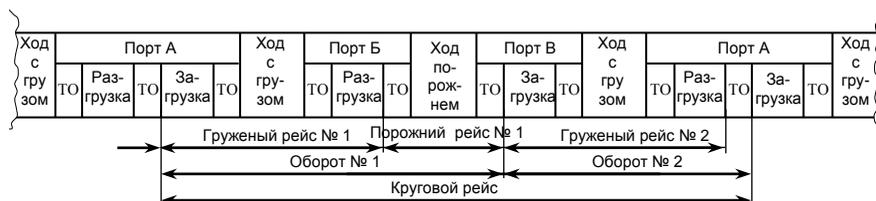


Рисунок 3.17 – Графическое изображение технологических процессов работы судна:  
ТО – технические и технологические операции

Грузовое судно совершает рейсы с грузом и в порожнем состоянии, буксирное – рейсы с грузным, порожним составом несамоходных судов или без состава.

Продолжительность рейса судна с грузом  $t'_{рг}$  представляет собой время, затрачиваемое на все операции, совершаемые грузовым судном с момента подачи его под загрузку в пункте отправления до окончания разгрузки в пункте назначения:

$$t'_{рг} = \sum t'_{тхн} + t'_{з} + t'_{хгр} + \sum t'_{тхп} + t'_{р} + \sum t'_{тхк}, \quad (3.13)$$

где  $\sum t'_{тхн}$ ,  $\sum t'_{тхп}$ ,  $\sum t'_{тхк}$  – суммарная продолжительность технических и технологических операций в соответственно начальном пункте, в пути и в конечном пункте перевозки;

$t'_{з}$ ,  $t'_{р}$  – продолжительность загрузки и разгрузки судна;  
 $t'_{хгр}$  – продолжительность ходовых операций судна в грузном состоянии.

Как видно из рисунка 3.17, в рассматриваемой в качестве примера технологии работы судна присутствуют два груженых рейса: первый включает в себя загрузку в порту А, технические и технологические операции в данном порту, выполняемые после грузовой обработки, движение судна в груженом состоянии, технические и технологические операции в порту Б, выполняемые до грузовой обработки, а также разгрузку судна; второй – загрузку судна в порту В, технические и технологические операции в данном порту, выполняемые после грузовой обработки, движение судна в порожнем состоянии, технические и технологические операции в порту А, разгрузку в порту А.

Время порожнего рейса грузового судна  $t'_{р\ пор}$  исчисляется с момента окончания разгрузки до момента подачи под загрузку в другом пункте:

$$t'_{р\ пор} = \sum t'_{тхн} + t'_{х\ пор} + \sum t'_{тхп} + \sum t'_{тхк}, \quad (3.14)$$

где  $t'_{х\ пор}$  – продолжительность ходовых операций судна в порожнем состоянии.

Продолжительность рейса буксирного судна – это совокупность операций между двумя последовательными подачами его к составу в различных пунктах.

Круговым рейсом грузового судна называется совокупность операций, совершаемых судном между двумя последовательными подачами его под загрузку в одном и том же пункте:

$$t'_{кр} = \sum t'_{тх} + t'_{х} + t'_{с} + t'_{р}, \quad (3.15)$$

где  $t'_{тх}$  – суммарная продолжительность всех технических и технологических операций судна.

Круговой рейс может состоять из груженого и порожнего рейсов, из двух груженых рейсов (прямого и обратного направлений), из нескольких груженых и порожних рейсов прямого и обратного направлений. Следует отметить, что продолжительность кругового рейса судна или состава – одна из важнейших характеристик системы организации перевозок на водном транспорте.

Особое значение в эксплуатации флота имеет технологический процесс, называемый оборотом. В оборот входят все операции, совершаемые судном при выполнении грузовой перевозки. Таким образом, продолжительность оборота грузового судна включает в себя полные затраты времени на грузовую перевозку (загрузку и разгрузку, ход с грузом и в порожнем состоянии, технические и другие операции в начальном, конечном пунктах и в пути).

Данный технологический процесс введен в эксплуатационную практику водного транспорта с целью объективной оценки эффективности работы транспортного судна. Грузовое судно выполняет «эффективную» транспортную работу (перевозку) в процессе груженого рейса, однако

эффективность его работы нельзя оценивать только по продолжительности груженого рейса. Это связано с тем, что для начала груженого рейса судно зачастую должно совершить порожний рейс. А если учесть, что некоторые суда в течение навигации работают на различных линиях (то есть с различной продолжительностью кругового рейса), то становится понятным, почему в качестве меры эффективности работы транспортного судна не может использоваться круговой рейс.

Технологические процессы работы транспортных судов принято изображать в виде схем, на которых сплошными линиями отмечают груженные рейсы, штриховыми – порожние. В качестве примера на схеме (рисунок 3.18, а) изображены два груженных рейса между пунктами АВ и ГБ и два порожних рейса между пунктами ВГ и БА. Эти четыре рейса составляют два оборота (АВГ и ГБА) и один круговой рейс (АВГБА). В некоторых случаях продолжительность оборота может быть равна продолжительности груженого (рисунок 3.18, б) или кругового (рисунок 3.18, в) рейса. Первый случай имеет место, когда грузовое судно загружается в пункте выгрузки и не совершает порожних рейсов, второй случай – когда судно совершает перевозку между двумя пунктами и в начальный пункт возвращается в порожнем состоянии.

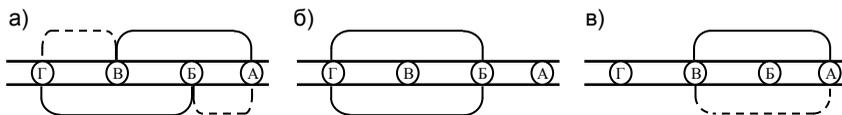


Рисунок 3.18 – Графическое изображение рейсов грузового судна

На рисунке 3.19 изображен график движения и обработки транспортного судна, работающего по схеме, представленной на рисунке 3.17. Данный вид графика имеет широкое распространение в эксплуатационной деятельности речного транспорта. На оси абсцисс в принятом масштабе откладываются расстояния между портами и пунктами, где выполняются отдельные операции технологического процесса работы судна, а на оси ординат – время их выполнения. В этом случае горизонтальные линии графика характеризуют операции, не связанные с движением, а диагональные – ходовые операции.

Для наглядности на графике (см. рисунок 3.19) показаны продолжительности выполнения отдельных операций, рейсов, оборотов и кругового рейса. На практике при построении графика движения и обработки флота операции транспортных процессов не выделяются.

Подобные графики могут строиться как для одного транспортного судна при работе на отдельных рейсах, так и для группы судов при работе в течение навигационного периода. В последнем случае график движения и обработки флота представляет собой громоздкий инженерный чертеж, поэтому отдельные нитки графика по типам флота представляют различными цветами: синим – нитки самоходного грузового флота, черным – пассажирского, коричневым – составов несамоходных судов.

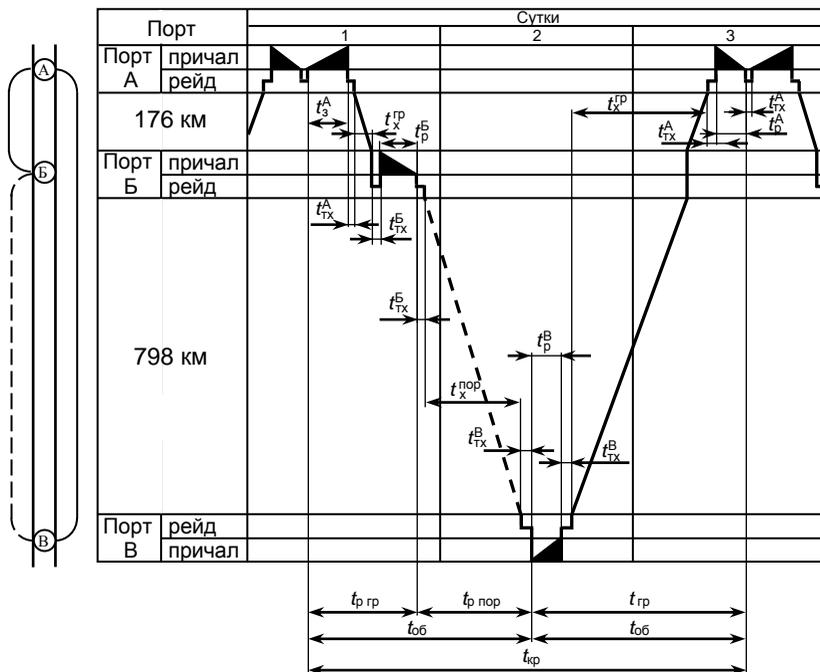


Рисунок 3.19 – График движения и обработки транспортного судна:

$t_{тх}^A, t_{тх}^B, t_{тх}^B$  – продолжительность технических и технологических операций соответственно в порту А, Б и В;  $t_{х}^{гр}, t_{х}^{пор}$  – продолжительность хода судна в грузе и порожнем состоянии;  $t_{р}^A, t_{р}^B, t_{р}^B$  – продолжительность разгрузки судна в портах А, Б и В;  $t_{з}^A, t_{з}^B$  – продолжительность загрузки судна в портах А и Б;  $t_{гр}, t_{пор}$  – продолжительность соответственно грузного и порожнего рейсов;  $t_{об}$  – продолжительность оборота судна;  $t_{кр}$  – продолжительность кругового рейса

Технология работы пассажирского флота имеет свою специфику. Так, если пассажирский флот работает по расписанию между определенными пунктами в течение всей навигации или некоторого ее периода, то рейс пассажирского судна представляет собой законченный цикл операций по перевозке пассажиров в одном направлении между начальным и конечным пунктами пассажирской линии. Окончанием одного рейса и началом другого для пассажирского судна считается момент завершения высадки пассажиров в конечном пункте, поэтому за круговой рейс пассажирское судно совершает два рейса: в прямом и обратном направлениях. Вследствие данной специфики понятие «оборот» применительно к пассажирскому флоту не используется, так как продолжительность оборота для пассажирского судна есть продолжительность рейса.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Классификация перевозок грузов и пассажиров водным транспортом.
- 2 Характеристика основных показателей перевозок грузов и пассажиров: размер перевозок, грузооборот и пассажирооборот, густота перевозок, средняя дальность перевозки грузов и дальность поездки пассажира, коэффициенты неравномерности перевозок по времени и направлениям.
- 3 Область применения и характеристика различных форм представления грузовых и пассажирских потоков.
- 4 Определение и состав ходовых, грузовых, технических и технологических операций работы транспортного судна.
- 5 Характеристика технологических процессов работы транспортного судна: груженный и порожний рейсы, оборот, круговой рейс.
- 6 Особенности технологических процессов работы пассажирского флота.
- 7 Принципы построения графика движения и обработки флота.

---

# 4

## ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ И ДВИЖЕНИЯ ФЛОТА

---

### 4.1 Понятие об организации перевозок и движения флота

Сущность перевозочного процесса на водном транспорте заключается в перемещении грузов и пассажиров из одних пунктов в другие по водному пути. Под организацией перевозочного процесса понимается совокупность мероприятий по планированию, регулированию перевозочного процесса, учету и анализу его результатов.

Организация перевозочного процесса на водном транспорте состоит из двух взаимосвязанных систем – организации перевозок грузов (пассажиров) и организации движения флота. Под организацией перевозок грузов (пассажиров) понимается совокупность мероприятий, направленных на освоение всех представляемых к перевозке грузопотоков (пассажиропотоков). Под организацией движения флота понимается совокупность мероприятий, направленных на эффективное использование на перевозках судов. Исходя из принципов синтеза двух этих понятий можно заключить, что под организацией перевозочного процесса понимается совокупность мероприятий по эффективному использованию флота с целью освоения всех представляемых к перевозке грузопотоков и пассажиропотоков.

С точки зрения детализации вышеприведенных понятий, к мероприятиям организации перевозок грузов следует относить такие мероприятия, как выбор вида сообщения (например, прямое водное или смешанное сообщение с участием смежных видов транспорта), выбор пунктов погрузки, выгрузки и перевалки грузов, выбор судов для перевозки грузов, выбор системы сочетания грузопотоков по направлениям и т.д. Организация движения флота включает такие мероприятия, как выбор системы расстановки судов по участкам работы, закрепление флота за грузопотоками, выбор вида флота для перевозок, обоснование системы тягового обслуживания несамоходного тоннажа, разработка регламента движения судов и обслуживания несамоходного тоннажа тягой, выбор пунктов паузы, догрузки и пр.

Как видно, данные понятия относятся к различным объектам (организация перевозок – к грузопотокам, а организация движения – к флоту), определяя тем самым принципиально разные задачи входящих в них мероприятий: задача организации перевозок – освоить все грузопотоки, задача организации движения флота – максимально эффективно использовать флот на перевозках. Однако движение флота организовывается с целью освоения перевозок, что и определяет неотъемлемую связь двух этих понятий и сущность понятия «организация перевозочного процесса на водном транспорте».

## 4.2 Формы организации движения флота

Многолетней практикой эксплуатации водного транспорта выработаны две формы организации движения флота: линейная и рейсовая.

Основной формой организации движения флота является линейная. Сущность ее заключается в освоении одного грузопотока однотипным флотом, работающим по установленным нормативам регулярно в течение всего периода предъявления груза к перевозке. По линейной форме движение судов организовывается при освоении мощных, устойчивых грузопотоков, что позволяет добиться ритмичного отправления судов с соблюдением определенного интервала или по расписанию.

Линейная форма организации движения флота наиболее совершенна среди остальных по ряду признаков. Например, при наличии расписания управление всеми процессами перевозок существенно упрощается вследствие менее существенного влияния энтропии; при планировании работы флота по линейной форме за основу берется принцип закрепления грузовых судов за линиями, где они используются наиболее эффективно. Однако специфика транспортного процесса такова, что энтропия на элементах транспортной системы присутствует всегда. Это объясняется самой сущностью транспортного процесса как сложной организационной системы, являющейся, в свою очередь, подсистемой процесса производства. Именно поэтому стохастичность является неотъемлемой составляющей любых транспортных процессов и при их качественной организации можно лишь снизить ее, доведя до минимального значения, – в этом случае говорят об оптимальности системы организации перевозочного процесса.

В течение навигации судоходные компании должны принимать к перевозке и те грузы, которые по тем или иным причинам не были включены в план перевозок. Как правило, такие перевозки являются эпизодическими, они не обладают значительными размерами грузопотока, иногда требуют специализированных судов – в таких условиях возникают сложности с организацией движения флота по линейной форме. В результате внеплановых отклонений продолжительности выполнения операций

транспортных процессов, организуемых по линейной форме, не весь планируемый объем перевозок оказывается возможным освоить в течение навигационного периода или периода предъявления груза к перевозке по линейной форме. В этих случаях рекомендуется применять иную форму организации движения флота – рейсовую.

Сущность рейсовой формы заключается в освоении нестабильных грузопотоков судами различных типов, нерегулярно, но с соблюдением нормативов графика. Такие перевозки грузов, осваиваемые в отдельных рейсах судов, также должны быть учтены при планировании работы флота путем выделения плановых резервов.

Взаимоувязанное линейное и рейсовое движение транспортного флота представляет собой общую систему плановой организации судоходства. Формирование грузовых линий и их состава должно производиться по результатам эксплуатационно-экономического обоснования общей схемы организации судоходства, то есть оптимизации расстановки флота по грузопотокам и их сочетаниям, по направлениям, по способам тягового обслуживания.

### **4.3 Сочетание грузовых потоков.**

#### **Понятие о грузовой линии и грузовом кольце**

Понятие «линейная форма организации движения флота» происходит от термина «грузовая линия», а основой такой формы организации движения является работа флота на отдельных грузовых линиях. Под грузовой линией понимается транспортная связь между определенными пунктами отправления и назначения однородного груза, осуществляемая однотипным флотом регулярно в течение всего периода предъявления груза к перевозке.

В вышеприведенном определении идет речь об однотипном флоте и однородном грузе. Это значит, что если один и тот же грузовой поток осваивается судами двух или более типов либо одно судно за круговой рейс последовательно осваивает два или более грузовых потоков, то в этом случае имеет место функционирование двух и более грузовых линий.

Одной из важнейших составляющих рациональной организации перевозок и движения флота является эффективное сочетание грузовых потоков по направлениям. Как правило, к освоению в течение навигации или ее отдельного периода предоставляется множество грузопотоков, поэтому обоснование рациональной схемы их сочетания является сложной многовариантной комбинаторной задачей. На основании рациональных схем освоения грузопотоков разрабатываются планы перевозок грузов судоходными компаниями.

При решении вышеописанной задачи рассматриваются все возможные варианты сочетания грузопотоков по направлениям. Грузопотоки в составе их общей бассейновой схемы подразделяют на грузопотоки прямой и обратного направлений. Соотношение грузооборота в прямом и обратном направлениях характеризует неравномерность перевозок по направлениям, и чем больше такая неравномерность, тем больше порожних пробегов судов будет наблюдаться при перевозках, что негативно сказывается на рационализации перевозочного процесса.

На рисунке 4.1 показаны варианты сочетаний грузопотоков прямого и обратного направлений. Наилучшим сочетанием встречных грузопотоков является вариант с совпадающими пунктами отправления и назначения (см. рисунок 4.1, а, б).

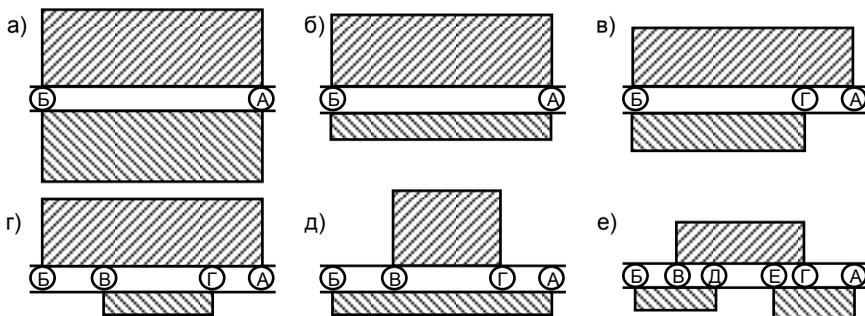


Рисунок 4.1 – Варианты сочетания грузопотоков по направлениям:  
 а – равнозагруженные прямой и обратный грузопотоки с совпадающими пунктами отправления и назначения; б – разнозагруженные прямой и обратный грузопотоки с совпадающими пунктами отправления и назначения; в, г, д – разнозагруженные прямой и обратный грузопотоки с несовпадающими конечными пунктами; е – прямой грузопоток и разнозагруженные грузопотоки обратного направления

Принцип сочетания грузопотоков можно рассмотреть на примере.

На рисунке 4.2, а изображена дислокация двух сочетаемых грузовых потоков прямого и обратного направлений: калийных удобрений с размером перевозок  $G_{пр} = 21$  тыс. т и гранулированного шлака с размером перевозок  $G_{обр} = 16$  тыс. т. Для их освоения пароходство выделило однотипный флот, эксплуатационная грузоподъемность судна составляет: при перевозке калийных удобрений  $Q_3^{пр} = 700$  т, гранулированного шлака –  $Q_3^{обр} = 800$  т.

Указанные грузопотоки могут быть освоены следующим образом. По схеме рисунка 4.2, б теплоход должен совершить 20 отправок (за 20 отправок теплоход перевезет 16 тыс. т гранулированного шлака), а остаток калийных удобрений в количестве 7 тыс. т (за 20 отправок данный теплоход перевезет 14 тыс. т калийных удобрений) – по схеме рисунка 4.2, в. По данной схеме с целью освоения всех грузопотоков теплоход должен совершить 10 отправок.

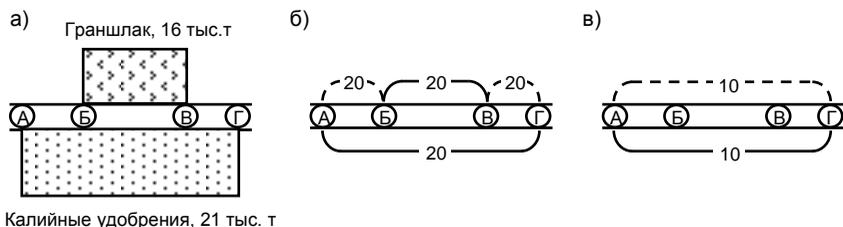


Рисунок 4.2 – Схемы грузопотоков и судопотоков

В общем случае за один круговой рейс судно может осваивать один (см. рисунок 4.2, в) или несколько грузовых потоков (см. рисунок 4.2, б). В этом случае имеет место функционирование грузовых линий, объединенных одним круговым рейсом в своеобразное кольцо. Такую систему грузовых линий принято называть *грузовым кольцом*. Грузовая линия, показанная на рисунке 4.2, в, является частным случаем грузового кольца. В эксплуатационной практике ее называют «вертушкой». С целью повышения эффективности перевозок количество подобных транспортных связей следует сводить до минимума.

Для объединения грузовых линий в грузовое кольцо требуется соблюдение следующих условий:

- взаимосоответственность грузопотоков по физико-химическим свойствам грузов, последовательно перевозимых в одном судне за круговой рейс;
- совпадение сроков предъявления грузов к перевозке;
- отсутствие встречных порожних пробегов судов, осваивающих грузопотоки прямого и обратного направлений.

Три перечисленных условия являются требованиями для сочетания грузопотоков. Например, если к перевозке в прямом направлении предъявлены пищевые грузы, требующие использования закрытого подвижного состава, то их перевозку, как правило, нельзя сочетать с грузами, являющимися продуктами деятельности химической промышленности. Если два грузопотока сочетаются по физико-химическим свойствам и направлениям, но один из них предъявляется в начале навигационного периода, а второй – в конце его, то такие грузопотоки также не могут быть объединены в грузовое кольцо. Последнее требование наглядно поясняет рисунок 4.3. Как видно из рисунка, более эффективна организация перевозок по двум грузовым кольцам (эффект возникает, при прочих равных условиях, за счет отсутствия порожних пробегов).

Помимо требований к сочетанию грузопотоков в эксплуатационной практике есть и рекомендации по повышению эффективности работы водного транспорта.

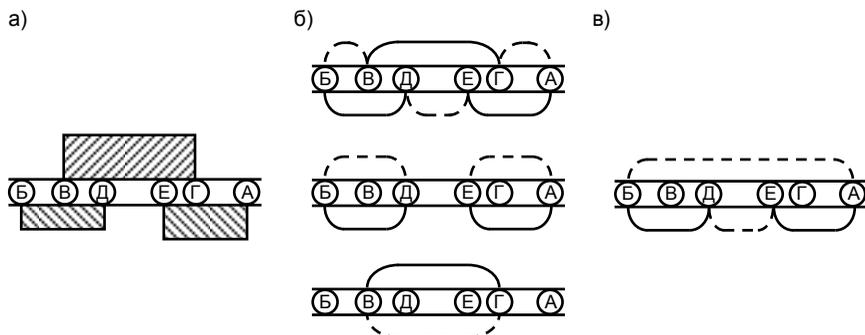


Рисунок 4.3 – Сочетание грузопотоков по направлениям:  
 а – схема грузопотоков; б – эффективные схемы грузовых колец;  
 в – неэффективная схема грузового кольца

Для водного транспорта особое значение имеют грузопотоки со значительной дальностью перевозки. Освоение таких грузопотоков в значительной степени благоприятствует высокой эффективности использования флота. Поэтому привлечение грузов с большой дальностью их перевозки по глубоководным путям является важнейшей задачей водного транспорта.

Значительная плотность грузопотоков и их устойчивость является одной из составляющих планомерной, ритмичной организации перевозок, работы флота и портов, благоприятно влияя при этом на эффективность использования (при освоении таких грузопотоков) крупнотоннажного флота и большегрузных составов.

Каждый грузопоток определяет специализацию перевозок и производства погрузочно-разгрузочных работ, поскольку он является однородным с присущими ему габаритными размерами, физико-химическими свойствами. Это, в свою очередь, определяет специализацию транспортных судов и перегрузочных средств. Поэтому с целью рационализации перевозок сочетание встречных грузопотоков должно учитывать их возможное освоение судами одной специализации.

На основании вышесказанного можно сделать вывод о первостепенной важности в системе организации перевозок эффективного сочетания грузовых потоков.

#### 4.4 Характеристики грузовой линии

Грузовую линию определяет целый комплекс взаимосвязанных характеристик, основные из которых:

- схемы грузопотоков и судопотоков (составопотоков), размеры перевозок и грузооборота, размер судопотока;

- сроки и период действия линии;
- типы судов и составов, их эксплуатационно-экономические характеристики;
- типы и количество причалов в портах, их эксплуатационно-экономические характеристики;
- технические нормы работы судна на линии;
- продолжительность кругового рейса с распределением его по операциям (ходовым, грузовым, техническим и технологическим), количество круговых рейсов, которое может совершить судно за период действия линии;
- интервал и частота отправления судов (составов), ритмичность их движения на линии;
- потребность во флоте и данные о его наличии у судоходной компании;
- расписание движения и обслуживания судов на линии.

Как было изложено в подразд. 4.3, основой для организации перевозок и движения флота является сочетание грузопотоков. Причем основополагающим принципом сочетания формирования грузовых колец является оперирование не понятием «грузопоток», а понятием «судопоток».

Под судопотоком (составопотоком) понимается количество отправок, которое должно совершить судно (состав), работая на грузовой линии с целью освоения всего конкретного грузопотока. Размер судового потока может быть определен по формуле

$$m = \frac{G}{Q_s}, \quad (4.1)$$

где  $G$  – размер осваиваемого грузового потока, т;

$Q_s$  – норма загрузки судна (максимально возможное количество груза, которое может быть размещено в судне при определенной технологии его работы), т.

Количество круговых рейсов, которое может совершить судно (состав) за период действия линии, рассчитывается по следующей формуле:

$$n = \frac{t_{от}}{t_{кр}}, \quad (4.2)$$

где  $t_{от}$  – период отправления судов (составов), сут;

$t_{кр}$  – продолжительность кругового рейса, сут.

Периодом отправления называется промежуток времени, в течение которого осуществляется отправление груженых судов из начального пункта линии. Границы этого периода определяются периодом навигации  $t_{нав}$  или эксплуатационным периодом  $t_b$  – временем, в течение которого весь груз должен быть доставлен грузовладель-

цу (если груз предъявляется к перевозке в течение всей навигации, то  $t_3 = t_{нав}$ ); временем ввода  $t_{вв}$  и вывода флота в эксплуатацию (из нее) или на линию (с линии)  $t_{выв}$ ; продолжительностью кругового рейса  $t_{кр}$  или последнего грузевого рейса  $t_{рг}$ :

$$t_{от} = t_3 - (t_{вв} + t_{выв} + t_{кр}), \quad (4.3)$$

$$t_{от} = t_3 - (t_{вв} + t_{выв} + t_{рг}). \quad (4.4)$$

Для наглядности период отправления судов представлен графически на рисунке 4.4. Как видно из рисунка, если последний рейс кругового рейса судна является порожним, то период отправления определяется по формуле (4.4) (см. рисунок 4.4, а), если последний рейс является грузевым, то для расчета применима формула (4.3) (см. рисунок 4.4, б).

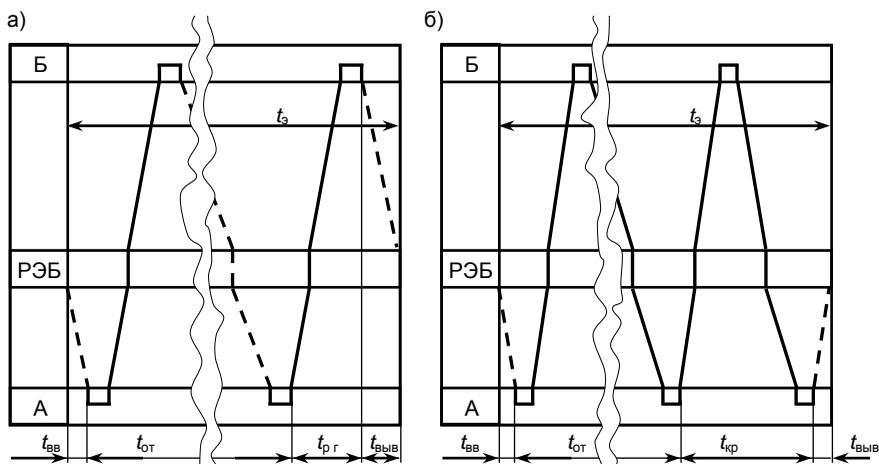


Рисунок 4.4 – Схемы определения продолжительности периода отправления:  
РЭБ – ремонтно-эксплуатационная база

Частота отправления грузовых судов (составов) на рассматриваемом судовом потоке характеризует его плотность и выражается средним числом судов, отправляемых из начального пункта линии за одни сутки периода отправления:

$$r = \frac{m}{t_{от}}. \quad (4.5)$$

С частотой отправления тесно связана характеристика линии – интервал отправления (интервал линии). Интервалом отправления называется средний промежуток времени между двумя последовательными отправлениями судов из начального пункта линии:

$$t_{и} = \frac{t_{от}}{m} = \frac{1}{r}. \quad (4.6)$$

Расчетная величина интервала отправления, как правило, не равна целому числу суток, что существенно осложняет процесс организации перевозок. С целью устранения данного недостатка для линии разрабатывается расписание движения флота путем вариации значением  $t_{и}$ .

Под потребностью во флоте понимается количество судов определенного проекта, требуемое для осуществления перевозок всего объема груза по линейной форме:

$$\Phi = \frac{m}{n} = \frac{m t_{кр}}{t_{от}} = r t_{кр} = \frac{t_{кр}}{t_{и}}. \quad (4.7)$$

Из формулы (4.7) видно, что если  $t_{кр} = t_{и}$ , то для выполнения всего объема перевозок на грузовом кольце потребуется одно судно, если же  $t_{кр} = t_{от}$ , то потребность во флоте будет численно равна размеру судопотока. Если расчетное значение  $t_{и}$  окажется больше значения  $t_{кр}$ , то потребность во флоте окажется меньше единицы. В этом случае целесообразным является использовать не линейную, а рейсовую форму организации движения.

Применение вышеописанных принципов можно рассмотреть на примере.

**Пример.** Требуется рассчитать характеристики грузовой линии по перевозке строительного песка в количестве 110 тыс. т в течение навигационного периода из порта А в порт Б однотипными судами, загружаемыми песком в количестве 700 т. Продолжительность кругового рейса судна, работающего без обратной загрузки, составляет 14 суток, продолжительность навигационного периода – 225 суток, время ввода и вывода флота из эксплуатации – 5 суток.

**Решение.** По формуле (4.1) рассчитывается размер судопотока, требуемого для освоения заданного размера перевозок данным судном:

$$m = \frac{110000}{700} = 157,14 \text{ отправления.}$$

Как показывает расчет, при загрузке судна песком в количестве 700 т, для освоения всего размера перевозок требуется совершить 157 отправлений. Оставшееся количество груза в размере 100 т может быть освоено по рейсовой форме организации движения.

Для указанных в примере условий возможен и другой вариант организации перевозок песка. Так, например, с целью освоения всего грузопотока по линейной форме организации движения может быть выполнено 158 отправлений, но в таком случае последний рейс судно выполнит недогруженным до установленной нормы: загрузка судна составит 100 т при норме 700 т.

Период отправления судов определяется по формуле (4.3):

$$t_{от} = 225 - (5 + 5 + 14) = 197 \text{ сут.}$$

Зная продолжительность кругового рейса и период отправления судов из начального пункта линии, по формуле (4.2) устанавливается количество круговых рейсов, которое может совершить судно за навигационный период при установленных в примере условиях:

$$n = \frac{197}{14} = 14,07.$$

Таким образом, при заданных в примере временных характеристиках транспортное грузовое судно сможет совершить 14 круговых рейсов. При этом частота отправления судов, рассчитанная по формуле (4.5),

$$r = \frac{157,14}{197} = 0,798 \text{ отправлений/сут,}$$

а период отправления судов из начального пункта линии

$$t_{и} = \frac{197}{157,14} = 1,254 \text{ сут.}$$

Потребность во флоте рассчитывается по формуле (4.7) и для условия задачи

$$\Phi = \frac{157,14}{14} = 11,22 \text{ судна.}$$

Полученное значение потребности во флоте показывает, что для освоения перевозок песка можно использовать 12 судов, но при этом последнее, двенадцатое, судно выполнит за период отправления не 14 круговых рейсов, а три. Возможен и другой вариант организации перевозок, например, перевозки можно осуществлять одиннадцатью судами, но совершат они 154 отправления. Оставшееся количество груза в количестве 2200 т можно перевезти, используя рейсовую форму организации движения флота.

## 4.5 Разработка расписания движения флота при работе его на линии

Стремление при организации движения флота, получить расчетный интервал линии, равный одним суткам, вызвано не только формальными соображениями и удобством расчета параметров планов работы судовой компании. Ежесуточное равномерное отправление судов вносит четкий ритм в работу флота, портов, судопропускных сооружений, повышает точность и достоверность планирования, облегчает оперативный контроль и регулирование работы флота.

Наибольшую четкость и ритм движения флот приобретает в том случае, если оно организовано по расписанию. Расписание требует, чтобы суда прибывали, отправлялись и проследовали каждый пункт в границах линии в строго фиксированный момент времени в каждом рейсе.

Для функционирования линии с движением флота по расписанию необходимо, чтобы интервал линии был равен целому числу суток, а продолжительность кругового рейса была кратна интервалу отправления судов:

$$t_{кр} = n t_{и}, \quad (4.8)$$

где  $n$  – целое положительное число.

В случае если расчетное значение продолжительности кругового рейса не кратно интервалу отправления, то продолжительность кругового рейса требуется увеличить до ближайшего значения, соответствующего соотношению (4.8), добавлением в круговой рейс резерва времени, необходимого только для соблюдения расписания. Данный резерв распределяется по портам загрузки и разгрузки флота с учетом сложности его обслуживания в данных портах или пропорционально расчетному времени их комплексного обслуживания.

Если же расчетный интервал линии не является целым числом, то его также доводят до целого путем переключения части перевозок на рейсовую форму организации движения (если частота отправления больше единицы) либо путем организации пропусков в отправлениях судов в отдельные сутки (при частоте меньше единицы). Например, если расчетный интервал отправления составляет 0,681 сут (частота отправления – 1,469), то с целью обеспечения движения судов по расписанию целесообразно организовать работу флота по линейной форме с частотой 1 (интервал линии – 1 сутки), а оставшееся количество груза перевезти по рейсовой форме организации движения флота.

Если же в качестве примера рассмотреть линию с интервалом 1,23 сут (частота отправления – 0,813), то с целью обеспечения работы флота по расписанию требуется также привести значение частоты и интервала отправления до единицы, но при этом предусмотреть в отдельные сутки пропуски в отправлениях судов. Интервал пропуска, то есть промежуток времени между двумя последовательными пропусками в отправлениях судов на линии, может быть определен по формуле

$$t_{и\ проп} = \frac{t_{и} t_{и\ пр}}{t_{и} - t_{и\ пр}}, \quad (4.9)$$

где  $t_{и}$  – расчетный интервал линии, сут;

$t_{и\ пр}$  – принятый интервал линии, сут.

Для рассматриваемого примера:

$$t_{и\ проп} = \frac{1,23 \cdot 1}{1,23 - 1} = 5,35 \text{ сут.}$$

Рассчитанное значение показывает, что для организации движения флота по расписанию, при условии выполнения перевозки всего предъявленного груза, требуется осуществлять по одному отправлению судов в сутки, но при этом каждые 5,35 сут делать перерыв.

Как видно, полученное значение интервала пропуска так же неудобно, как и дробное значение интервала отправления. С целью устранения данного недостатка требуется, как и в предыдущем примере, переключить часть грузопотока на освоение по рейсовой форме, доведя значение интервала  $t_{и}$  до значения 1,25 сут. Тогда

$$t_{и \text{ проп}} = \frac{1,25 \cdot 1}{1,25 - 1} = 5 \text{ сут},$$

т.е. каждые пять суток отправление флота требуется пропускать, как показано на рисунке 4.5, б).

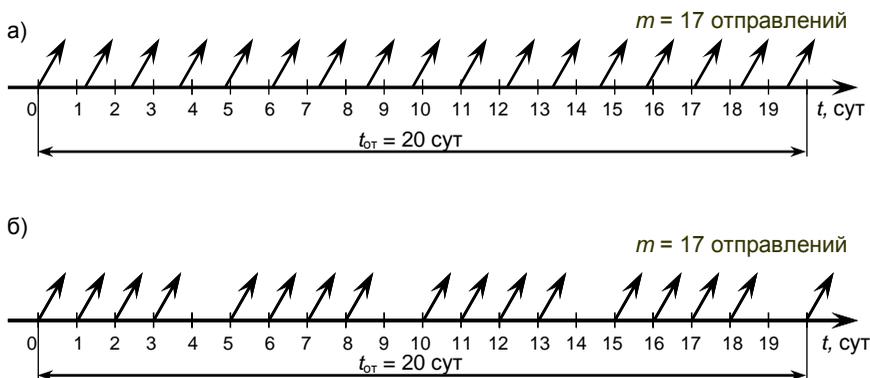


Рисунок 4.5 – Графическое изображение порядка отправлений судов:

а – при  $t_{и} = 1,23$  сут (расчетный интервал линии);

б – при работе флота по расписанию с параметрами  $t_{и \text{ пр}} = 1$  сут и  $t_{и \text{ проп}} = 5$  сут

Как видно из рисунка 4.5, и в первом, и во втором случае за одинаковый период отправления выполнено по 17 отправлений, исключением является то, что во втором случае движение флота осуществлялось по расписанию, а отправления судов – в одно и то же время каждых суток.

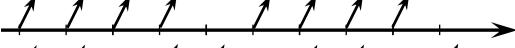
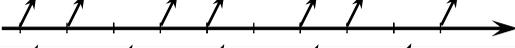
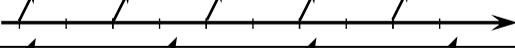
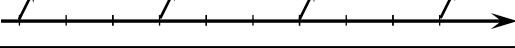
Выбор принимаемого интервала линии  $t_{и \text{ пр}}$  рекомендуется осуществлять из значений 0,25, 0,5, 0,75, 1,00, 1,25, 1,50, 2,00, 2,25, 2,50 сут и т.д. Варианты организации движения флота по линиям с такими характеристиками приведены в таблице 4.1.

Как видно, удобство системы организации движения флота с приведенными характеристиками объясняется тем, что отправление судов на таких линиях осуществляется соответственно каждые  $\frac{1}{4}$  суток,  $\frac{1}{2}$  суток,

$\frac{3}{4}$  суток и т.д. с нарастанием по 6 часов. Рассматривая данный вопрос с такой позиции, можно предположить, что работа флота на линии с интервалами отправления  $\frac{1}{3}$  суток,  $\frac{2}{3}$  суток и т.д. (т.е. с нарастанием по 8 часов) также будет удобной. Однако при выполнении расчетов характеристик грузовой линии для значений  $t_{и} = 0,333$  или  $0,667$  сут и т.д. возникает погрешность, которая должна быть учтена при организации перевозок.

Варьировать частотой и интервалом отправления линии можно также, изменяя в меньшую сторону период отправления судов.

Таблица 4.1 – Варианты организации грузовых линий

Расчетный интервал $t_{и}$	Схема отправления флота во времени	В сутках	
		Интервал движения судов на линии $t_{и пр}$	пропуска $t_{и проп}$
0,25		—	—
0,50		—	—
0,75		—	—
1,25		1	5
1,50		1	3
2,25		2	18
2,50		2	10
3,25		3	39

Следует отметить, что разработка расписания путем изменения характеристик грузовой линии (добавлением резерва времени в продолжительность кругового рейса, сокращением периода отправления флота, изменением расчетной частоты и интервала) в большую сторону изменяет и потребность во флоте. Именно этот факт определяет незначительную степень применения расписаний движения флота в эксплуатационной практике. Наибольшее распространение данная методика получила при организации пассажирских перевозок, контейнерных линий и смешанных перевозок с участием нескольких видов транспорта. Однако сегодня, когда в экономике огромное внимание уделяется вопросам логистики и реализации ее концепций, организация движения флота по расписанию имеет значительные перспективы.

## 4.6 Тяговое обслуживание несамоходного флота

Разнообразие видов и типов транспортного флота, различная плотность и устойчивость судопотоков, различные условия плавания на водных путях определяют применение нескольких технологических способов тягового обслуживания судопотоков, а также составопотоков.

Несамоходные грузовые суда (баржи и секции) эксплуатируются в составах. При их тяговом обслуживании одно из первостепенных значений имеет форма счала составов в зависимости от способа их вождения. Среди двух способов вождения составов несамоходных судов в настоящее время господствует метод толкания, хотя в определенных условиях способ буксировки состава также может быть применен.

Ключевым параметром при эксплуатации составов, оказывающим влияние на эксплуатационные и, соответственно, экономические характеристики, является сопротивление воды его движению. При применении способа толкания сопротивление воды движению состава значительно меньше, чем при его буксировке, данный факт и определяет широту использования толкаемых составов на практике.

Толкаемые и буксируемые составы, в свою очередь, отличаются формой счала, способом учалки и количеством барж (секций) в составе. Составы формируют только из груженых или порожних судов либо формируют смешанные составы, включающие как груженые, так и порожние суда.

Формы толкаемых составов и их обозначения, используемые при организации перевозок, приведены на рисунке 4.6.

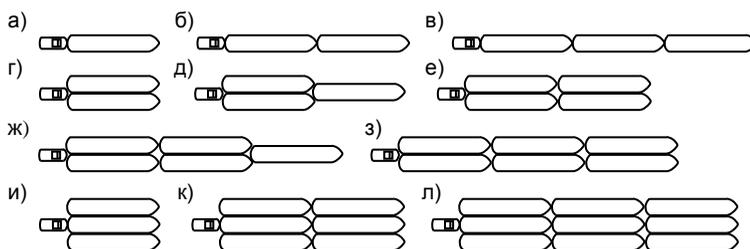


Рисунок 4.6 – Схемы счала толкаемых составов:

- а – состав с обозначением формы счала «Т+1»; б – «Т+1+1»; в – «Т+1+1+1»;  
 г – «Т+2»; д – «Т+2+1»; е – «Т+2+2»; ж – «Т+2+2+1»; з – «Т+2+2+2»;  
 и – «Т+3»; к – «Т+3+3»; л – «Т+3+3+3»

По аналогии формируются и буксируемые составы с обозначением их, соответственно, «Б+1», «Б+1+1», «Б+1+1+1» и т. д.

Сформированные составы должны отвечать следующим основным требованиям:

- грузовая масса составов и скорость их движения должны соответствовать установленным техническим нормам;

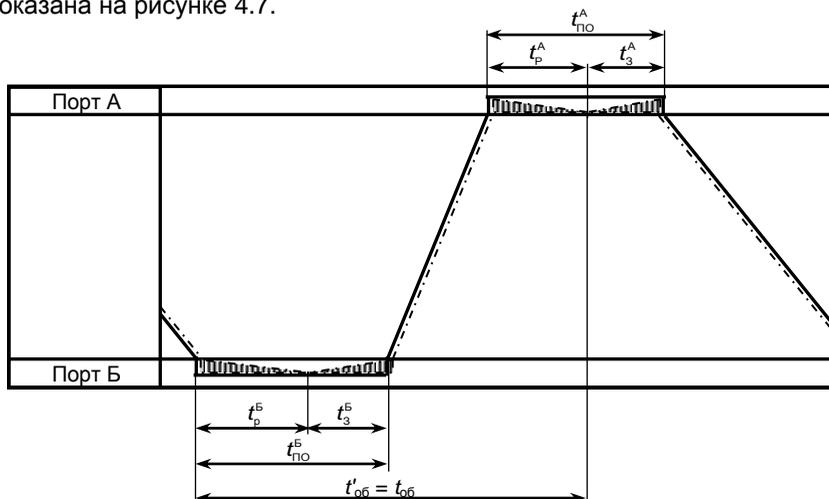
– составы должны иметь рациональную форму счала, обеспечивающую минимальное сопротивление воды движению состава, и надежную управляемость;

– габаритные размеры составов должны соответствовать габаритам пути, шлюзов и других гидротехнических и надводных коммуникаций.

В практике эксплуатации водного транспорта наибольшее распространение получили два способа тягового обслуживания несамоходных судов: с постоянным закреплением за составами тяговых средств и с закреплением тяги за составом на отдельные рейсы.

К первому способу относится движение грузовых теплоходов как таковых и с закрепленными за ними в толкаемом или буксируемом счале барж-приставок, а также составов из барж (секций) с закрепленными за ними толкачами (буксирами) постоянно, в течение всего оборота или кругового рейса.

При постоянном закреплении за несамоходным флотом тяговых средств время их оборотов (тяги и тоннажа) является одинаковым и обслуживание закрепленными тяговыми средствами состава является сквозным за весь оборот. Схема такого тягового обслуживания составов показана на рисунке 4.7.



Условные обозначения:

————— – технологические процессы тяги

- - - - - – технологические процессы тоннажа

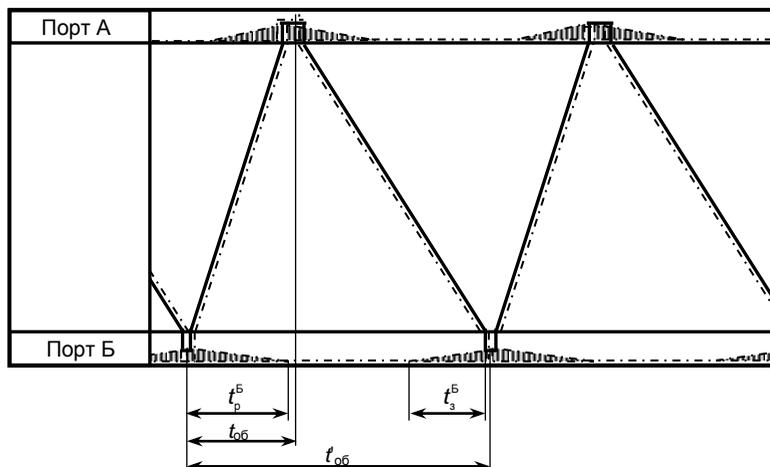
Рисунок 4.7 – Схема обслуживания состава с постоянным закреплением за ним толкача:

$t_p^B, t_p^A, t_3^B, t_3^A$  – продолжительность соответственно разгрузки в портах Б, А и загрузки состава;  $t_{по}^B, t_{по}^A$  – продолжительность портового обслуживания;  $t_{об}^B, t_{об}^A$  – продолжительность оборота соответственно тоннажа и тяги

Каждому способу тягового обслуживания должно отвечать определенное сочетание условий эффективного применения способа. Так, постоянное закрепление тяговых средств за несамоходным флотом предполагает высокие нормы грузовой обработки судов (составов) в портах и соответствует более дальним перевозкам грузов в судах с относительно малой плотностью составопотоков.

Ускорение оборачиваемости несамоходного флота (повышение провозной способности) в условиях постоянного закрепления за ним тяговых средств обеспечивается исключением, прежде всего, затрат времени этим флотом на ожидание их, а также возможным параллельным (совмещенным) выполнением технических операций по обслуживанию в портах обоих видов флота. Вместе с тем тяговые средства ожидают несамоходные суда во время их грузовой обработки, при том, что стоимость их содержания значительно выше, чем стоимость содержания барж.

При втором способе тягового обслуживания – с закреплением тяговых средств за несамоходными судами на отдельные рейсы – время их оборотов или круговых рейсов является неодинаковым: меньшее у тяги и большее у тоннажа ( $t_{об}^T > t_{об}^B$ ). Принципиальная схема обслуживания состава по такой схеме показана на рисунке 4.8.



Условные обозначения:

- — технологические процессы тяги
- - - - - — технологические процессы тоннажа

Рисунок 4.8 – Схема обслуживания несамоходного тоннажа с закреплением тяги на отдельные рейсы:

$t_p^B$ ,  $t_3^B$  – продолжительность разгрузки и загрузки состава в порту Б;  $t_{об}^T$ ,  $t_{об}^B$  – продолжительность оборота соответственно тоннажа и тяги

В пунктах формирования составов производится смена их толкачей (буксиров). Последние не имеют потерь времени из-за грузовой обработки несамоходных судов. При использовании такого способа тягового обслуживания ускорение их оборачиваемости и повышение провозной способности обеспечивает эффект только при наличии определенных условий. Такими условиями, помимо необходимых габаритов водных путей, являются высокая плотность судопотоков, позволяющая формирование многосекционных большегрузных составов, и развитый причальный фронт с его достаточной пропускной способностью.

Способ тягового обслуживания с закреплением тяги за тоннажем на отдельные рейсы в наибольшей мере благоприятствует развитию вождения большегрузных составов в многообразных на водных путях условиях эксплуатации баржевого флота. На значительном протяжении водного пути вероятность принципиального изменения характеристик судового хода увеличивается, в таких условиях при применении способа тягового обслуживания с постоянным закреплением тяги за тоннажем возникает необходимость ограничивать протяженность перевозки в составе. При применении же способа с закреплением тяги на отдельные рейсы возникает дополнительная возможность увеличения протяженности участка тягового обслуживания. В этом случае составы работают по системе так называемых тяговых плеч.

Принципиальная схема обслуживания составов по системе тяговых плеч показана на рисунке 4.9.

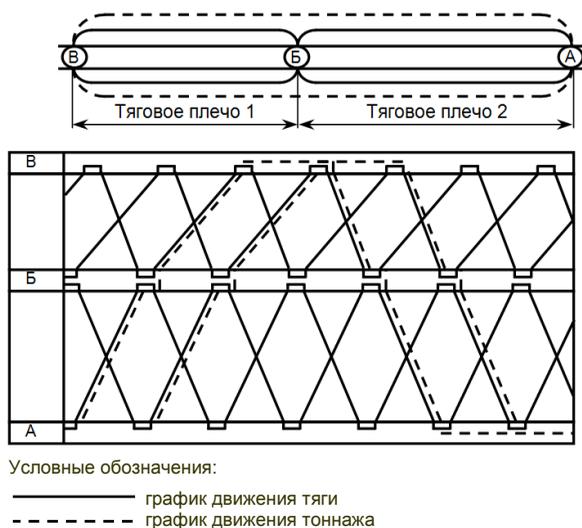


Рисунок 4.9 – Схема тягового обслуживания по системе тяговых плеч

Перевозка удобрений осуществлялась в несамоходных судах грузоподъемностью 900 т, при этом путевые условия на реке Припять ниже порта Мозырь позволяют использовать форму счала Т+2, соответствующую максимально возможной грузовой массе состава. Все судоходные водные пути Республики Беларусь соответствуют разряду «Р». Путевые же условия на реке Днепр позволяют использовать более эффективные схемы: Т+2+2, Т+2+2+1, к тому же разряд водного пути ниже порта Киев – «О». Вышеперечисленные условия позволили на протяжении ряда лет использовать следующую схему тягового обслуживания.

В порту Мозырь осуществлялась загрузка двух барж, доставляемых до пункта смены тяги (конечный пункт тягового плеча) буксиром-толкачом мощностью 220 кВт в составе с формой счала Т+2. Далее, в пункте смены тяги, состав переформировывался в состав с формой Т+2+2 и закреплялся за толкачом мощностью 368 кВт, который перемещал состав в конечный пункт – порт Николаев. Буксир-толкач мощностью 220 кВт при этом двигался в обратном направлении – в порт Мозырь с составом Т+2. Схема такой системы тягового обслуживания представлена на рисунке 4.10.

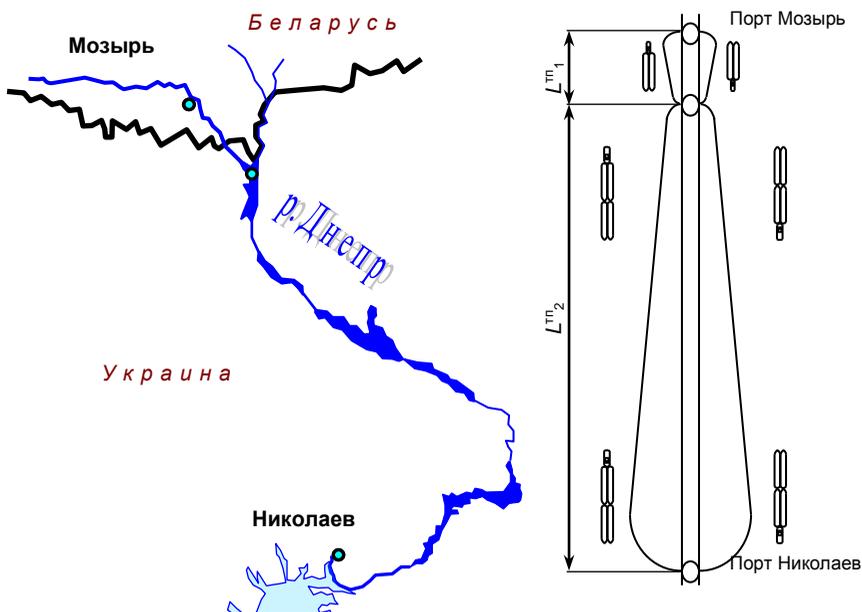


Рисунок 4.10 – Схема перевозки калийных удобрений по системе тяговых плеч:  
 $L^m$ ,  $L^m$  – протяженность соответственно первого и второго тяговых плеч

Как видно из рисунка 4.10, в представленной схеме протяженности тяговых плеч значительно отличаются, что определяет и различное время перемещения составов между портами и пунктом смены тяги. Поэтому с целью организации слаженной и эффективной работы флота по системе тяговых плеч требуется разрабатывать дополнительные организационные мероприятия, тем самым усложняя систему организации перевозочного процесса.

Совокупность используемых способов тягового обслуживания тоннажа в отдельном пароходстве и в бассейне в целом представляет систему тягового обслуживания составов, включающую также их типы, соответствующие условиям их рациональной эксплуатации. По этой причине состав элементов такой системы (типы составов и способы их тягового обслуживания) обосновывается эксплуатационно-экономическими расчетами с целью выбора оптимальной структуры такой системы.

#### **4.7 Пропускная способность водного пути и провозная способность флота**

Любая система организации перевозочного процесса характеризуется лимитирующими параметрами, достижение экстремальных значений которых при определенных условиях может привести к различным отказам, нарушениям нормального ее функционирования и прочим негативным последствиям. Для того чтобы подобных фактов не происходило, требуется оценивать данные параметры, знать их критические значения и соотносить со значениями других взаимосвязанных параметров. В практике эксплуатации водного транспорта и в технологии его перевозочного процесса в качестве таких параметров выступают провозная способность флота и пропускная способность пути и портов.

Водный путь состоит из отдельных участков, отличающихся значительным многообразием условий плавания, оказывающих непосредственное влияние на динамику движения по ним флота. Так, например, на плёсовых участках, на водохранилищах допускается беспрепятственное встречное движение и обгоны судов, в то время как на каналах, некоторых перекатах, излуцинах встречи и обгоны судов должны быть ограничены либо вообще запрещены.

Участки водного пути, на которых исключаются встречное движение судов и обгоны, называются однопутными. Такие участки лимитируют движение судов по водному пути в целом. Характерными параметрами однопутных участков в естественных условиях реки являются ширина или радиус закругления судового хода (см. рисунок 1.14), а для шлюзов – размеры камер и число ниток. Однопутные участки оказывают решающее влияние на технические характеристики флота, который может эксплуатироваться по ним, организацию его движения, ограничивая тем самым пропускную способность пути.

Под пропускной способностью водного пути понимается максимальное число судов (составов) или тонн груза, которые могут проследовать через лимитирующий участок пути в обоих направлениях за расчетный промежуток времени, при определенных технических характеристиках судов и принятой организации движения по участку.

Пропускная способность водного пути зависит от следующих основных факторов:

- ограничительных параметров лимитирующих участков (ширины, глубины, радиуса закругления, скорости течения воды, протяженности естественных лимитирующих участков, а также габаритных размеров каналов и камер шлюзов);

- технических и эксплуатационных характеристик судов, эксплуатируемых по ним (главных размерений, грузоподъемности, осадки, скорости, маневренных качеств);

- типа навигационного оборудования (освещаемое – допускается движение флота по участку круглосуточно, неосвещаемое – движение возможно только в светлое время суток);

- организации пропуска судов через лимитирующие участки.

Как видно, пропускная способность водного пути является не просто технической его характеристикой. Она определяет размеры перевозок на каждом участке водного пути и тесно связана с провозной способностью флота.

Под провозной способностью флота понимается максимальное количество груза, которое может перевезти группа судов за расчетный промежуток времени, при определенных характеристиках груза, способе его размещения в судах и принятой организации движения флота.

Если значение провозной способности флота и пропускной способности водного пути соизмеримы, то это говорит о том, что данная система организации перевозочного процесса не имеет резерва для своего развития и работает на пределе своих возможностей; если провозная способность флота ниже пропускной способности водного пути – существует резерв для развития системы организации перевозок; если же провозная способность флота оказывается выше пропускной способности пути, то требуется разрабатывать мероприятия по повышению последней либо изменять систему организации перевозочного процесса.

#### **4.7.1 Расчет пропускной способности однопутного участка водного пути**

В наибольшей степени ограничивают пропускную способность пути однопутные участки и судопропускные сооружения, поэтому при определении пропускной способности естественные и искусственные участки водного пути рассматривают отдельно, разделяя их на однопутные и многопутные.

Расчет пропускной способности водного пути осуществляют, как правило, либо аналитически, либо графически.

Сущность графического способа заключается в том, что на суточном поле строится насыщенный график движения судов, по которому и определяется число пар судов (составов или плотов), которые могут проследовать по участку водного пути за сутки.

Пропускная способность многопутного участка водного пути достаточно велика (что является одним из преимуществ водного транспорта относительно других его видов) и рассчитывается в особых случаях. Наибольшей практической значимостью обладает расчет пропускной способности однопутного участка.

Аналитически пропускная способность водного пути определяется исходя из зависимости

$$\Pi_{\text{вп}} = \frac{24\tau}{t_{\text{oy}}}, \quad (4.10)$$

где  $\tau$  – коэффициент использования времени на пропуск судов и составов за сутки;

$t_{\text{oy}}$  – средний период графика движения флота, ч.

Периодом графика называется время между последующими отправлениями судов или составов в одном направлении. Данное время можно рассчитать по формуле

$$t_{\text{oy}} = \frac{L_c + l_i}{U}, \quad (4.11)$$

где  $L_c$  – длина расчетного судна или состава, км;

$l_i$  – интервал попутного следования (минимальный запас расстояния между двумя судами, следующими в попутном направлении), км;

$U$  – техническая скорость движения судна (состава), км/сут.

Для определения пропускной способности графически требуется построить график движения судов на однопутном участке. При этом устанавливается расчетная длина участка (рисунок 4.11):

$$l_{\text{рсч}} = l_{\text{oy}} + (L_c + l_i), \quad (4.12)$$

где  $l_{\text{oy}}$  – протяженность однопутного участка водного пути, км.

Время, в течение которого участок занят судном (составом),

$$t_x = \frac{l_{\text{рсч}}}{U}. \quad (4.13)$$

Точка А характеризует момент, когда судно, следующее вверх, покидает однопутный участок, точка Б – момент времени, когда судно, следующее вверх, преодолело расчетную длину участка, то есть фактическую длину участка и дополнительный запас (см. формулу (4.12), рисунок 4.12)), точка В – момент времени начала пропуска по участку судна, следующего вниз.

Дальнейшее построение графика продолжается по полной аналогии для судна, следующего вниз, и так далее до истечения суток.

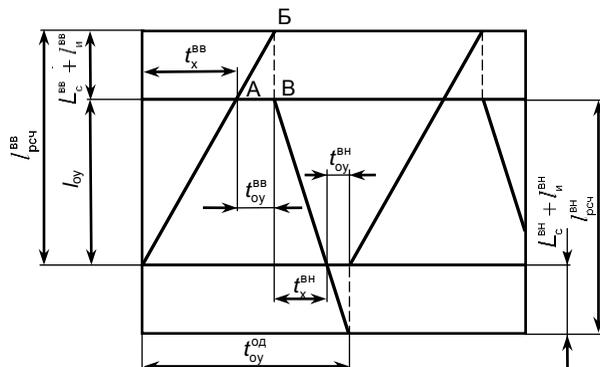


Рисунок 4.11 – Определение периода графика движения флота на однопутном участке при организации одиночного пропуска судов

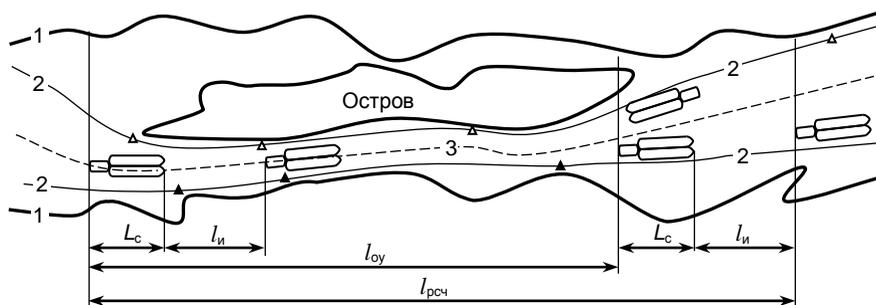


Рисунок 4.12 – Схема пропуска судов по однопутному участку водного пути: 1 – пойма реки; 2 – кромка судового хода; 3 – ось судового хода

Как видно из рисунка 4.11, период графика движения флота на однопутном участке может быть определен из зависимости

$$t_{oy}^{OD} = t_x^{BB} + t_{oy}^{BB} + t_x^{BH} + t_{oy}^{BH}, \quad (4.14)$$

где  $t_x^{BB}$ ,  $t_x^{BH}$ ,  $t_{oy}^{BB}$ ,  $t_{oy}^{BH}$  – соответственно продолжительность движения судна вверх и вниз по участку, периоды графика движения флота по участку по направлениям.

Продолжительность движения судов вверх и вниз по участку

$$t_x^{BB(BH)} = \frac{l_{oy}^{BB(BH)}}{U^{BB(BH)}}. \quad (4.15)$$

Одним из организационных мероприятий повышения пропускной способности водного пути и, как частного случая, однопутного участка является организация пропуска не одиночных судов, а их серий. На рисунке 4.13 приведена схема серийного пропуска судов по однопутному участку водного пути.

При серийном пропуске судов, как видно из рисунка, период графика определяется по формуле

$$t_{oy}^{сер} = t_x^{BB} + t_x^{BH} + n(t_{oy}^{BB} + t_{oy}^{BH}), \quad (4.16)$$

где  $n$  – количество судов в серии.

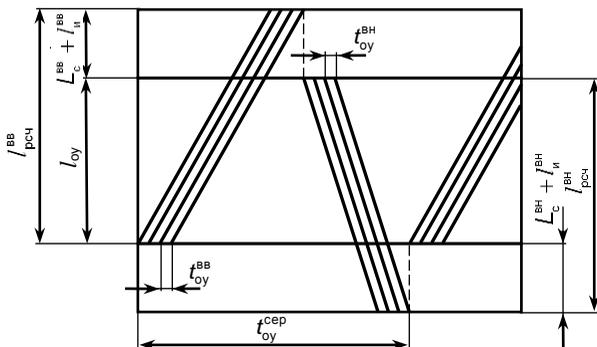


Рисунок 4.13 – Схема серийного пропуска судов по однопутному участку (серия – 4 судна)

Анализируя приведенные зависимости, можно видеть, что число судов, которое может проследовать через однопутный участок при одиночном пропуске судов, меньше, чем при серийном (рисунок 4.14).

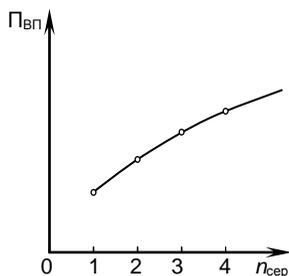


Рисунок 4.14 – Зависимость пропускной способности участка от количества судов в серии

Несмотря на то, что пропускная способность водного пути возрастает с ростом числа судов в серии, использование серийного пропуска сопряжено с рядом организационных сложностей. Например, чтобы к однопутному участку с небольшой временной разбежкой подходили суда, требуется организовать движение судов по специальному расписанию. Если же движение судов организовывать не по расписанию, то суда, прибывающие к участку ранее других, должны простаивать определенное время, ожидая других судов серии.

Для оценки эффективности такой организационной меры требуется сравнивать потери, возникающие вследствие простоя флота в ожидании серии судов с эффектом от использования серийного пропуска и роста пропускной способности.

#### 4.7.2 Расчет пропускной способности шлюзованной системы

Наличие на водных путях гидротехнических сооружений, таких как судоходные шлюзы, предполагает решение задачи пропуска через них судов с минимальными потерями провозной способности.

Технология шлюзования заключается во входе судна из одного бьефа в камеру, выравнивании уровня воды в камере с другим бьефом или со смежной камерой, выходе судна в другой бьеф или переходе в смежную камеру.

Расчет пропускной способности шлюза сводится к расчету времени перемещения судна или группы одновременно шлюзуемых судов из бьефа в бьеф. Зная это время, можно рассчитать число шлюзований в сутки, а умножив массу груза в шлюзуемой группе судов на число шлюзований – пропускную способность шлюза за сутки, а затем и за любой период (месяц, навигацию).

В однокамерном одностороннем шлюзе (рисунок 4.15) створы I и V фиксируют место стоянки судна у швартовых пал соответственно в верхнем ВБ и нижнем НБ бьефах при двустороннем пропуске судов через шлюз. При двустороннем пропуске происходит поочередная смена направлений движения судов через шлюз: из верхнего бьефа в нижний, затем из нижнего в верхний, снова из верхнего в нижний и т.д. Расположение судов, ожидающих шлюзования при двустороннем пропуске, на значительном расстоянии от ворот шлюза объясняется необходимостью обеспечить свободу маневра судну, выходящему из камеры. Створы II и IV определяют место стоянки судна в ожидании шлюзования при одностороннем пропуске.

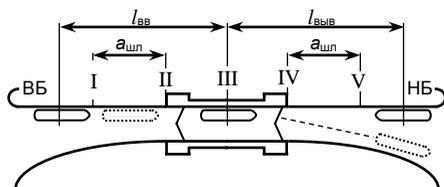


Рисунок 4.15 – Схема однокамерного одностороннего шлюза со шлюзуемым судном

Процесс двустороннего шлюзования из верхнего бьефа в нижний начинается с момента пересечения носовой частью судна створа I. Расстояние ввода судна в камеру  $l_{ВВ}$  измеряют от места стоянки у створа I до места стоянки в камере (створ III), а расстояние вывода  $l_{ВВЫВ}$  – от створа III до положения, соответствующего моменту проследования кормой судна створа V.

Расстояние ввода (вывода) судна при двустороннем пропуске определяется по формуле

$$l_{\text{вв(выв)}}^{\text{дв}} = \frac{1}{2}(L_{\text{кам}} + L_{\text{с}}) + a_{\text{шл}}, \quad (4.17)$$

где  $L_{\text{кам}}$  – длина камеры шлюза;

$L_{\text{с}}$  – длина шлюзуемого судна (состава);

$a_{\text{шл}}$  – расстояние между створами I и II или V и IV.

Значение величины  $a_{\text{шл}}$  находят расчетным путем. Чем больше эта величина, тем более безопасны условия для судов, выходящих из шлюза, но увеличиваются капитальные вложения в строительство и сооружение швартовых пал.

При одностороннем пропуске расстояние ввода определяется положением судна у швартового пала перед створом II или IV и положением судна в камере (створ III). Расстояние вывода измеряют от створа III до положения судна в момент проследования его кормовой части створа II или IV:

$$l_{\text{вв(выв)}}^{\text{од}} = \frac{1}{2}(L_{\text{кам}} + L_{\text{с}}). \quad (4.18)$$

Время ввода (вывода) определяют как частное от деления расстояния ввода (вывода) на среднюю скорость ввода (вывода):

$$t_{\text{вв(выв)}} = \frac{l_{\text{вв(выв)}}}{v_{\text{вв(выв)}}}, \quad (4.19)$$

где  $v_{\text{вв(выв)}}$  – средняя скорость ввода (вывода) судна.

Средняя скорость ввода (вывода) (рисунок 4.16) зависит от типа судна, нагрузки на единицу мощности толкача (для состава), маневренных качеств судна и мастерства судоводителей.

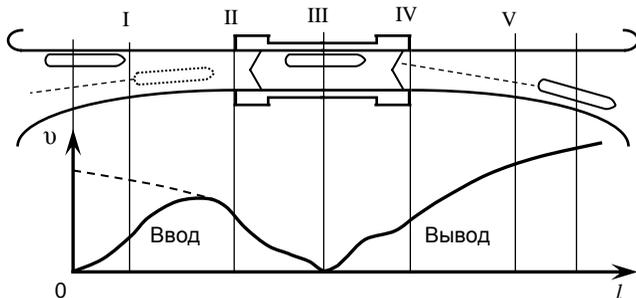


Рисунок 4.16 – Изменение скорости ввода (вывода) судна в камеру (из камеры) шлюза в процессе шлюзования

Если ввод судна в камеру осуществляется от места стоянки у швартового пала, то скорость ввода изменяется от нулевого значения у пала до нулевого же значения у стенки шлюза. Скорость вывода изменяется от нулевого значения у стенки шлюза до некоторой величины, ограниченной скоростью движения судна в подходном канале. Если ввод судна в камеру осуществляется без его остановки, то скорость ввода изменяется от некоторой величины, соответствующей скорости судна на подходе к шлюзу, до нулевого значения.

После ввода судна в камеру происходят следующие технические операции в камере с определенными затратами времени: швартовка судна  $t_{шв}$ , закрытие ворот  $t_з$ , опорожнение или наполнение камеры с целью выравнивания уровней воды в камере и бьефе, в который судно переходит,  $t_{оп(нап)}$ , открытие ворот  $t_{от}$ , отшвартовка судна  $t_{отш}$ . Таким образом, время всего процесса шлюзования при двустороннем пропуске одиночного судна через однокамерный шлюз  $t_{шл.од.дв}$  складывается из времени следующих операций:

$$t_{шл.од.дв} = t_{вв} + t_{шв} + t_з + t_{оп(нап)} + t_{от} + t_{отш} + t_{выв} \quad (4.20)$$

Продолжительность технических операций в камере следующая: швартовка судна – 2,5 минуты; наполнение (опорожнение) камеры – 10 минут; отшвартовка – 1,5 минуты; открытие и закрытие ворот шлюза – 2 минуты. Средняя общая продолжительность шлюзования с учетом ожидания выполнения отдельных технических операций составляет 30–45 минут.

Процесс шлюзования судна в однокамерном шлюзе может осуществляться при двустороннем и одностороннем пропуске (рисунок 4.17).

При двустороннем пропуске встречное шлюзование начинается в момент окончания вывода судна из камеры, при одностороннем каждое последующее шлюзование связано с подготовкой камеры к приему судна из того же бьефа, из которого прошлюзовалось предыдущее судно. С учетом продолжительности технических операций процесс подготовки камеры продолжается около 14 минут. Это время в 1,5–2 раза превышает сокращение затрат времени на ввод и вывод судна при одностороннем пропуске по сравнению с двусторонним. Таким образом, в однокамерном шлюзе двустороннее шлюзование оказывается эффективнее одностороннего.

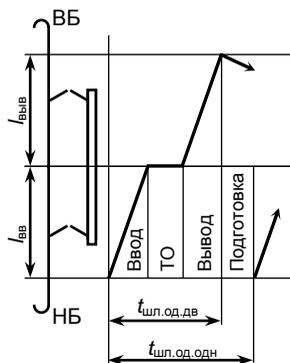


Рисунок 4.17 – Схема шлюзования судна в однокамерном шлюзе

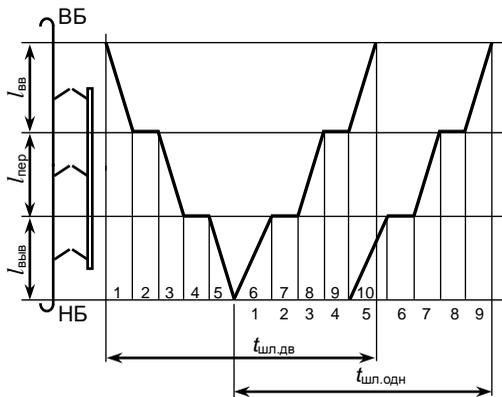


Рисунок 4.18 – Схема шлюзования судна в двухкамерном шлюзе:

$l_{пер}$  – путь перехода судна между камерами

ся в совмещении операций шлюзования одного судна в верхней камере и подготовки нижней камеры к приему другого судна из нижнего бьефа. Из этого следует, что для многокамерного шлюза более предпочтительным оказывается односторонний пропуск.

Как было сказано в п. 4.7.1, на пропускную способность участка пути благоприятно сказывается использование серийного (группового) пропуска судов. Данное заключение распространяется и на шлюзованные системы (рисунок 4.19).

При одновременном шлюзовании группы судов ввод в камеру каждого последующего судна начинается после того, как вошло предыдущее. Вывод судов из камеры происходит с соблюдением безопасного интервала попутного следования; для расчетов принимают, что каждое последующее судно начинает выход после того, как предыдущее прошло половину пути вывода.

В общем случае время группового шлюзования при двустороннем пропуске

Процесс шлюзования в двухкамерном шлюзе (частный случай многокамерного шлюза) изображен на рисунке 4.18.

Для того чтобы осуществить пропуск двух судов во встречных направлениях, следует совершить 10 операций: ввод (7 и 6), технические операции в камере (2, 4, 7 и 9), переход (3 и 8) и вывод (5 и 10). При одностороннем пропуске для выполнения той же задачи совершается 9 операций. Эффект заключается

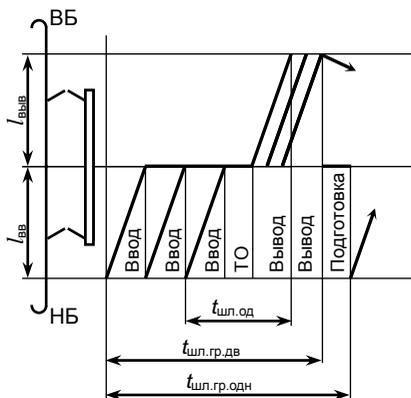


Рисунок 4.19 – Схема шлюзования группы судов в однокамерном шлюзе

$$t_{\text{шл.гр.дв}} = t_{\text{шл.од.дв}} + \sum_{i=1}^{n_{\text{шл}}-1} t_{\text{вв } i} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n_{\text{шл}}-1} t_{\text{выв } i}, \quad (4.21)$$

где  $n_{\text{шл}}$  – число судов в шлюзуемой группе.

При одностороннем пропуске к этому времени добавляют время на операции по подготовке камеры  $t_{\text{под}}$ :

$$t_{\text{шл.гр.од}} = t_{\text{шл.од.дв}} + \sum_{i=1}^{n_{\text{шл}}-1} t_{\text{вв } i} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n_{\text{шл}}-1} t_{\text{выв } i} + t_{\text{под}}. \quad (4.22)$$

Анализ выражений (4.21) и (4.22) показывает, что групповое шлюзование по использованию пропускной способности шлюза эффективнее одиночных. Так, одновременное шлюзование двух однотипных судов увеличивает загрузку камеры вдвое, а время шлюзования возрастает лишь на продолжительность одной операции ввода и половины операции вывода. Продолжительность технических операций в камере остается неизменной при любом числе шлюзуемых судов. Поэтому на практике стремятся применять групповое шлюзование. Пропуск одиночных судов обуславливается либо требованиями Правил плавания по судходным путям, либо необходимостью соблюдения расписания движения пассажирскими судами.

Пропускную способность шлюза можно определить по формуле

$$\Pi_{\text{шл}} = m_{\text{шл.сут}} t_{\text{расч}} \overline{G}_k, \quad (4.23)$$

где  $m_{\text{шл.сут}}$  – среднее число шлюзований за сутки, в соответствии с технологией работы шлюза, организацией подхода судов к нему и их пропуска;

$t_{\text{расч}}$  – продолжительность расчетного периода, сут;

$\overline{G}_k$  – средняя загрузка камеры шлюза (средняя масса груза, перевозимого в судах шлюзуемой группы), т.

Среднее число шлюзований за сутки

$$m_{\text{шл.сут}} = \frac{1440 \beta}{\overline{t_{\text{шл.гр}}}}, \quad (4.24)$$

где  $\beta$  – коэффициент полезного времени использования шлюза за сутки (учитывающий время обслуживания шлюза, траление камер и прочие операции);

$\overline{t_{\text{шл.гр}}}$  – среднее время шлюзования группы судов, мин;

$$\overline{t_{\text{шл.гр}}} = \varphi_{\text{одн}} \overline{t_{\text{шл.гр.од}}} + \varphi_{\text{дв}} \overline{t_{\text{шл.гр.дв}}}, \quad (4.25)$$

$\varphi_{\text{одн}}, \varphi_{\text{дв}}$  – доля односторонних и двухсторонних шлюзований.

Разница между рабочим временем камеры и временем занятости камеры пропуском судов определяет суточный резерв пропускной способности шлюза:

$$\Pi_{\text{рез.сут}} = \frac{(1440\beta - \sum t_{\text{шл.сут}}) \overline{G}_k}{t_{\text{шл.гр}}}, \quad (4.26)$$

где  $\sum t_{\text{шл.сут}}$  – суммарное время занятости камеры шлюза за сутки.

Если резерв пропускной способности шлюза в наиболее напряженный период навигации приближается к нулю, а в перспективе ожидается рост перевозок в бассейне, то необходимо принимать решения об увеличении пропускной способности путем строительства дополнительной нитки шлюза, внедрения организации перевозок в большегрузных составах и увеличения тем самым средней загрузки камеры либо совершенствования технологии судопропуска и сокращения времени на отдельные операции шлюзования.

### 4.7.3 Расчет пропускной способности порта

Пропускная способность портов является одной из важнейших характеристик воднотранспортной системы, наряду с рассмотренными ранее – пропускной способностью участка пути и шлюзованной системы. Под пропускной способностью порта понимается максимальное количество груза, которое способен переработать порт (перегрузить с судна в береговой склад, с судна в подвижной состав смежных видов транспорта или расчетный период времени при определенном техническом оснащении порта.

Пропускная способность порта складывается из пропускной способности его причалов. Пропускная способность грузового причала определяется пропускной способностью его причального фронта, погрузочно-разгрузочных путей смежных видов транспорта и пропускной способностью складов. Соответственно, пропускная способность путей смежных видов транспорта не должна быть меньше пропускной способности его причального фронта, а пропускная способность складов должна обеспечивать переработку его суточного грузооборота.

Пропускная способность грузового причала – это максимальное количество груза, перегружаемого за сутки причальными погрузочно-разгрузочными механизмами в определенных технологических условиях (род груза, схема механизации, система организации погрузочно-разгрузочных работ):

$$\Pi_{\text{пр}} = 24p_p n_y \alpha k_{\text{шв}}, \quad (4.27)$$

где  $p_p$  – эксплуатационная производительность погрузочно-разгрузочной машины, т/ч;

$n_y$  – количество погрузочно-разгрузочных машин на причале;

$\alpha$  – коэффициент снижения производительности работы нескольких погрузочно-разгрузочных машин на одном причале;

$k_{шв}$  – коэффициент снижения пропускной способности, учитывающий затраты времени на швартовые операции, осуществляемые на причале;

$$k_{шв} = \frac{t_{з(р)}}{t_{з(р)} + t_{шв}}, \quad (4.28)$$

$t_{шв}$  – продолжительность швартовых операций.

Эксплуатационная производительность погрузочно-разгрузочной машины – это количество погруженного или выгруженного ею груза за один час работы с учетом всех технологических остановок и перерывов в работе, устанавливаемых технологической картой. Технологическая карта погрузки или выгрузки груза – руководящий документ, входящий в состав проекта технологического процесса обработки судов и других транспортных средств в порту. Таким образом, эксплуатационную производительность можно определить по формуле

$$\rho_a = \rho_r \frac{t_{гр}^{см} - t_{пер}^{см}}{t_{см}}, \quad (4.29)$$

где  $\rho_r$  – техническая производительность погрузочно-разгрузочной машины, т/ч;

$t_{см}$  – продолжительность смены, ч;  
 $t_{гр}^{см}, t_{пер}^{см}$  – общая продолжительность грузовых операций, выполняемых погрузочно-разгрузочной машиной за смену, и соответственно продолжительность запланированных перерывов в работе машины за тот же промежуток времени, ч.

Техническая производительность погрузочно-разгрузочной машины – это максимальное количество груза, которое может быть погружено или разгружено машиной за час ее работы без перерывов, при определенной схеме механизации.

Техническая производительность перегрузочной машины периодического действия рассчитывается по формуле

$$\rho_r = \frac{3600G}{T_{ц}}, \quad (4.30)$$

где  $G$  – масса груза, перегружаемого за один цикл, т;

$T_{ц}$  – средняя продолжительность цикла для заданной схемы механизации, с.

Машины периодического действия перемещают груз отдельными партиями, выполняя несколько последовательных операций: захват, подъем и перемещение груза; его опускание и освобождение от захватного устройства; подъем, перемещение и опускание захватного устройства для приема очередной партии груза. Работа такой машины состоит из повторяющихся циклов.

Средняя продолжительность цикла машины периодического действия  $T_c$  складывается из затрат времени на такие операции, как захват, перемещение, отстропку и возвращение порожнего грузозахватного устройства. Продолжительность элементов цикла определяют, исходя из пути перемещения груза и грузозахватных устройств, рабочей скорости этого перемещения и нормативов времени на застропку, установку груза, отстропку, захват груза грейфером, его выгрузку.

Расстояния перемещения груза в вертикальном и горизонтальном направлениях, а также возможность совмещения отдельных движений определяются по масштабной схеме расположения судна, перегрузочного оборудования, вагонов, автомобилей и склада (рисунок 4.20).

Машины непрерывного действия перемещают груз непрерывным потоком без остановок для захвата и освобождения. Техническую производительность перегрузочных машин непрерывного действия можно определить по формуле

$$p_t = 3,6q_{\text{пм}}v, \quad (4.31)$$

где  $q_{\text{пм}}$  – масса груза на 1 м длины несущего органа машины (конвейера, нории) или на 1 м длины трубопровода (для пневматических и гидравлических машин), кг;

$v$  – скорость несущего органа машины или смеси в трубопроводе, м/с.

Пропускная способность причалов штучных грузов со значительной их номенклатурой определяется из средней эксплуатационной производительности перегрузочной машины при перегрузке данных грузов, рассчитываемой из их удельной массы в грузообороте причала.

Для обеспечения переработки в порту грузов, следующих в смешанных железнодорожно-водных сообщениях (реже – в автомобильно-водных сообщениях), по прямому варианту пропускная способность погрузочно-разгрузочных путей должна быть выше пропускной способности грузового причала.

Пропускная способность погрузочно-разгрузочных железнодорожных путей

$$\Pi_{\text{ж-д}} = n_{\text{в}}q n_{\text{пв}} n_{\text{пут}}, \quad (4.32)$$

где  $n_{\text{в}}$  – количество вагонов в одной подаче;

$q$  – норма загрузки вагона, т;

$n_{\text{пв}}$  – количество подач вагонов к причалу за сутки;

$n_{\text{пут}}$  – количество погрузочно-разгрузочных путей на причале.

Количество вагонов в одной подаче можно определить по формуле

$$n_{\text{в}} = \frac{L_{\text{пр}}}{l_{\text{в}}}, \quad (4.33)$$

где  $L_{\text{пр}}$  – длина причала, м;

$l_{\text{в}}$  – длина вагона, м.

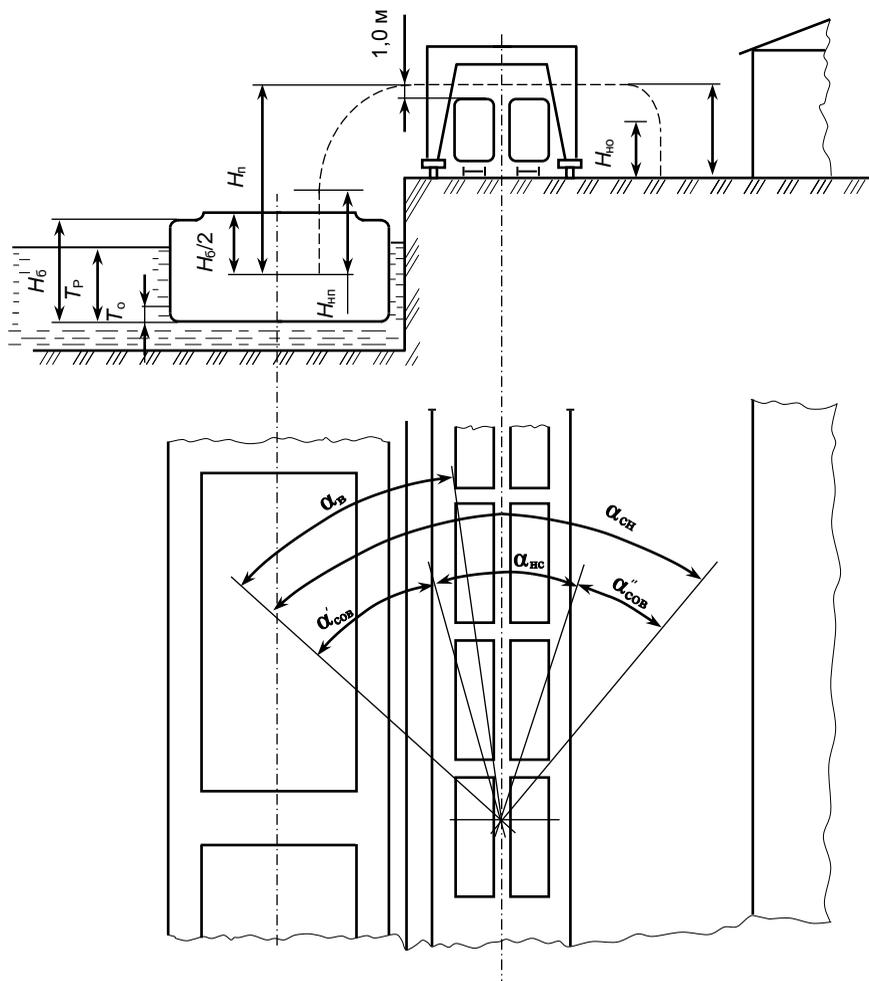


Рисунок 4.20 – Схема перемещения груза краном:

$H_n$  – полная высота подъема груза;  $H_0$  – полная высота опускания груза;  $H_{нп}$  – высота подъема груза, не совмещенного с поворотом;  $H_{нп0}$  – высота опускания груза, не совмещенного с поворотом;  $H_б$  – высота борта судна;  $T_п$  – осадка груженого судна;  $T_о$  – осадка судна в порожнем состоянии;  $\alpha_в$  – угол поворота стрелы крана при работе по варианту «судно – вагон»;  $\alpha_{нп}$  – угол поворота стрелы крана, не совмещенного с подъемом или опусканием груза;  $\alpha_{ск}$  – угол поворота стрелы крана при работе по варианту «судно – склад»;  $\alpha'_{сов}$  – угол поворота стрелы крана, совмещенного с подъемом (опусканием) груза из трюма судна;  $\alpha''_{сов}$  – угол поворота стрелы крана, совмещенного с опусканием (подъемом) груза на склад

Количество подач вагонов к причалу

$$n_{\text{пв}} = \frac{24}{t_{\text{гр}} + t_{\text{под}} + t_{\text{уб}}}, \quad (4.34)$$

где  $t_{\text{гр}}$  – продолжительность загрузки или разгрузки подачи вагонов, ч;  
 $(t_{\text{под}} + t_{\text{уб}})$  – продолжительность маневровых передвижений по подаче и уборке вагонов на погрузочно-разгрузочный путь.

Для обеспечения складирования грузов пропускная способность склада должна быть равна или выше суточного грузооборота склада.

Пропускная способность склада может быть рассчитана по формуле

$$P_{\text{скл}} = \frac{E}{t_{\text{ср}}}, \quad (4.35)$$

где  $E$  – вместимость склада, т;

$t_{\text{ср}}$  – средний срок хранения груза на складе, определяется исходя из установленных сроков хранения каждого груза  $t_i$  и количества этих грузов, проходящих через склад  $G_i$ ;

$$t_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i t_i}{\sum_{i=1}^n G_i}. \quad (4.36)$$

Если расчетная пропускная способность складов причала при установленных нормах их использования не обеспечивает складирование суточного грузооборота склада, то намечаются мероприятия по увеличению пропускной способности складов путем увеличения вместимости склада (например, совершенствуя технологию складирования) и сокращения среднего срока хранения грузов на складе в результате улучшения качества коммерческой работы порта и транспортно-экспедиционного обслуживания грузовладельцев.

Также можно повысить пропускную способность порта, увеличивая долю прямого варианта погрузочно-разгрузочных работ. В данном случае ключевым фактором становится повышение качества взаимодействия видов транспорта в порту.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Формы организации движения транспортного флота.
- 2 Принципы сочетания грузовых потоков.
- 3 Характеристики грузовой линии.
- 4 Принципы разработки расписания движения флота.
- 5 Способы тягового обслуживания несамоходного флота.
- 6 Понятия пропускной способности водного пути и провозной способности флота.
- 7 Принципы расчета пропускной способности участка водного пути, шлюзованной системы, порта.

---

# 5

## ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА

---

### 5.1 Значение технического нормирования и состав технических норм

**Н**ормирование использования технических средств, затрат труда, энергии и материалов является основой эффективной системы организации производства.

Технической нормой называется мера затрат труда, времени, сырья, материалов на единицу продукции или мера количества продукции, которое может быть произведено в единицу времени при определенных технических средствах, организации и энерговооруженности производства.

Технические нормы служат основой для организации планирования работы флота и портов, необходимы для организации высокопроизводительного труда плавающего и берегового контингента работников, планирования затрат труда, материальных и нематериальных ресурсов.

В производственных условиях нормы представляют собой технические, технико-экономические и другие расчетные величины, используемые для производственного планирования и оценки производственно-хозяйственной деятельности предприятия. В практике нормирования промышленного производства нормы делятся на расходные (норма расхода топлива, основных вспомогательных материалов, сырья, электроэнергии и других ресурсов) и технико-экономические, определяющие уровень использования средств производства (норма использования склада, норма времени выполнения операции).

В практике планирования помимо понятия «техническая норма» применяется и такое понятие, как «норматив». Под нормативом, как правило, понимаются исходные данные для расчета технической нормы по одной или группе составляющих.

Процесс обоснования объективных технических норм называется техническим нормированием. Техническое нормирование работы флота является основой организации движения и перевозок грузов, а следовательно, технико-экономического, навигационного, технического, оперативного и перспективного планирования на водном транспорте.

Техническое нормирование является сложной и ответственной задачей, она должна решаться на строго научной основе и с учетом передового опыта. Такое научно обоснованное нормирование определяет, с одной стороны, прогрессивность технических норм (позволяя тем самым

повышать эффективность планируемой деятельности), с другой – их реальность (ограничивая темы роста планируемой деятельности реальными данными). Так, например, завышение технической нормы скорости движения судна на некотором участке, с одной стороны, позволяет ускорить оборачиваемость подвижного состава, позитивно влияя на эффективность работы транспорта, но с другой стороны – снижает безопасность судоходства на участке.

Техническое нормирование, регламентируя в некотором смысле деятельность коллективов людей, помимо технической составляющей имеет и психологическую, сложно формализованную составляющую. Так, например, необоснованное занижение технической нормы времени выполнения экипажем некоторой операции негативно сказывается на качестве его работы (человек – член экипажа не будет стремиться к выполнению нормы, понимая необоснованность ее значения и тот факт, что как бы он ни старался, достичь запланированного результата он не сможет). Необоснованное же завышение данной технической нормы также негативно сказывается на характере деятельности отдельного члена экипажа (человек – член экипажа не будет стремиться к чрезмерному совершенствованию качества своей деятельности, зная, что и без особого напряжения достигнет установленной нормы и даже сможет перевыполнить ее). Именно данный факт определяет такую тенденцию нормирования, когда за норму принимается не математическое ожидание, как наиболее вероятное значение нормируемой величины, а несколько большее или меньшее значение, в зависимости от направленности нормы.

Техническая норма отражает степень технической возможности выполнения некоторой операции. Однако фактические, реальные данные об использовании ресурсов транспорта (флота, устройств портов) или времени выполнения операций транспортного процесса (продолжительность обработки судна, продолжительность рейса судна) варьируются под воздействием различных факторов, определяющих одну из специфик транспортно-процесса. Поэтому степень реализации технической нормы (технической возможности выполнения операции) также изменяется (иногда норма выполняется, перевыполняется или не выполняется), что отражается в значениях эксплуатационных показателей работы транспорта.

Следует отметить, что перевыполнение норм далеко не всегда определяет позитивную тенденцию работы транспорта. Например, если судно пришло в пункт перевалки раньше установленного срока (то есть перевыполнив техническую норму времени движения судна), то оно может простаивать в ожидании обработки вследствие занятости причала, который по плану должен освободиться к моменту планируемого прихода судна в порт. В настоящее время с широким внедрением и использованием в экономике принципов логистики данная проблема наиболее актуальна. Поэтому задача управления судоходством и состоит в создании и обеспечении тех условий, для которых установлены технические нормы.

Технические нормы использования транспортных средств и времени транспортных операций непосредственно связаны с конкретными условиями, в которых протекает нормируемый процесс: типом судна, родом груза, условиями судоходства на конкретном участке водного пути, технологией судовождения, типом перегрузочной техники, схемой механизации и другими определяющими факторами. Данный факт определяет многообразие технических норм.

На речном транспорте в области эксплуатации транспортного флота устанавливаются нормы: загрузки (нагрузки) для грузовых судов; грузоподъемности составов и объема плотов для буксирных судов; скорости для самоходных судов, составов и плотов; времени на выполнение отдельных транспортных операций для всех видов флота.

Помимо перечисленных функций технического нормирования следует отметить и еще одну: анализ выполнения технических норм позволяет выявить недостатки в организации транспортного процесса и резервы провозной способности флота и пропускной способности пути и портов. Четкое выполнение норм отражает качество организации работы флота и портов.

## **5.2 Общая характеристика методов технического нормирования**

Технические нормы по эксплуатации флота должны разрабатываться эксплуатационным аппаратом парокhodств, портов или, учитывая важность и сложность задачи технического нормирования, научно-исследовательскими и проектными организациями.

В зависимости от требуемой точности норм, детализации нормируемых операций, трудовых и материальных затрат на разработку норм применяются различные методы технического нормирования.

Наиболее распространен *аналитический метод* обоснования технической нормы, предполагающий ее представление в виде функциональной зависимости от определяющих факторов. Поэтому норма как функция выражает учет существенных, постоянно действующих факторов. Обоснованность нормы будет во многом зависеть от того, насколько объективно выявлен состав факторов и диапазон их изменения.

Достоинство нормы как функции от некоторых факторов заключается в том, что такая норма углубляет возможность оптимизации нормируемого процесса и может быть применима для долгосрочного планирования.

Данный метод нормирования может применяться с использованием соответствующего математического аппарата: теории вероятности, математической статистики, математического моделирования, теории массового обслуживания, математического программирования и др.

Аналитические зависимости нормы от факторов отражают основные, принципиальные связи между нормируемой величиной и условиями, в которых эксплуатируется флот, поэтому аналитический метод считается надежным, а результаты аналитического расчета – достоверными и объективными. Вместе с тем для частных случаев аналитический метод может дать недостоверные результаты, так как влияние каких-то особых местных условий может быть отличным от основных зависимостей, на основе которых получено аналитическое выражение. В этом заключается основной недостаток аналитического метода.

Другим методом обоснования норм по эксплуатации флота является *опытно-статистический*. Он основан на использовании многократно повторенных фактических значений нормируемой величины, получаемых из путевых журналов, различных отчетных документов диспетчерского аппарата, данных оперативного и статистического учета. Среднее значение какой-либо величины, полученное на основе большого числа фактических данных, вполне может быть использовано при обосновании соответствующей технической нормы. Обычно опытно-статистическим методом устанавливают укрупненные нормы без расчленения на отдельные элементы, например продолжительность оборота или рейса, валовое время портовой обработки флота, шлюзования и т. д. Недостатком опытно-статистического метода является то, что в качестве исходной информации о нормируемой величине используются данные о завершнном транспортном процессе. Поэтому применение данного метода допустимо в том случае, если заведомо известно, что в период, на который устанавливаются нормы, не произойдет существенных изменений в условиях осуществления транспортного процесса по сравнению с периодом, в течение которого были получены исходные данные для обоснования норм.

В практике нормирования широкое распространение получил и *метод натурных наблюдений*. Натурные наблюдения, осуществляемые непосредственно на рабочем месте, позволяют не только получить достоверные данные для обоснования норм, но и выявить условия, при которых достигаются наилучшие показатели. Посредством метода натурных наблюдений можно детально изучить влияние различных факторов на отдельные операции транспортного процесса. Благодаря использованию данного метода может быть получен богатый материал о передовом опыте, выявлены резервы сокращения затрат времени на каждую транспортную операцию.

Наибольшую актуальность данный метод нормирования получает в тех случаях, когда требуется нормировать процессы, отражающие местные условия, и когда отсутствует достаточное количество статистических данных о нормируемой величине, то есть когда два вышеописанных метода не могут быть применимы.

Необходимое число натуральных наблюдений какой-либо величины, на основании которого можно с определенной достоверностью обосновать техническую норму исследуемой величины, зависит от степени разброса ее значений (коэффициента вариации). Так, например, наиболее устойчивой операцией транспортного процесса является время хода судна или состава, поэтому для получения достаточно достоверного значения нормы времени хода на каком-либо участке необходимо иметь, ориентировочно, от 10 до 23 фактических значений времени хода судна (состава) на данном участке с одинаковой во всех случаях загрузкой. Менее устойчивыми являются технологические операции, особенно ожидание грузовой обработки, шлюзования, формирования состава и некоторые другие, поэтому с целью получения достоверной технической нормы требуется и большее число наблюдений.

Значения коэффициентов вариации для некоторых операций, выполняемых транспортными судами, и соответственно требуемое число наблюдений для определения нормы продолжительности операций приведены в таблице 5.1.

**Таблица 5.1 – Зависимость требуемого числа наблюдений за операцией от коэффициента вариации нормируемых значений и требуемой точности**

Нормируемая операция	Коэффициент вариации значений	Необходимое число наблюдений при доверительной вероятности	
		$\delta = 0,05$	$\delta = 0,10$
Ход	0,1	16	6
Загрузка	0,4	256	60
Разгрузка	0,5	400	100
Пропуск через шлюз	0,6	576	150
Технические операции	0,2	64	15
Технологические операции	1,0	1600	400

Естественно, что с целью повышения объективности нормирования и снижения негативного влияния недостатков перечисленных методов их можно использовать совместно. Так, например, результаты опытно-статистического метода могут выступать в качестве промежуточных ограничений в математических моделях аналитического метода, а результаты натуральных наблюдений – в качестве основы для формирования исходных параметров этих моделей.

### 5.3 Техническое нормирование загрузки флота

Технической нормой загрузки грузового судна называется максимальное количество груза, которое может быть размещено в грузовых помещениях и на открытой палубе судна при определенных технических характеристиках флота, свойствах груза и условиях плавания.

Норму загрузки судна заданным видом груза аналитически устанавливают, учитывая два основных ограничения: по грузоместимости судна и по гарантированной глубине водного пути:

$$Q_3 = \min(Q_3^B; Q_3^Г), \quad (5.1)$$

где  $Q_3^B$  – максимальное количество заданного груза, которое может быть размещено в грузовых помещениях и на палубе судна, т;  
 $Q_3^Г$  – максимальное количество груза, при котором судно может безопасно двигаться по участку водного пути с заданной гарантированной глубиной, то есть при выполнении неравенства

$$T_3 \leq H_f - \Delta h, \quad (5.2)$$

$T_3$  – эксплуатационная осадка судна, м;

$H_f$  – минимальная гарантированная глубина судового хода на всем протяжении водного пути, м;

$\Delta h$  – норма минимального запаса воды под днищем судна (таблицы 5.2, 5.3), устанавливаемая по требованиям обеспечения безопасности судоходства по водному пути.

**Таблица 5.2 – Нормы минимальных запасов воды под днищем судов на свободных реках и каналах**

Типы судов	Глубина судового хода, м		
	до 1,5	1,5–3,0	свыше 3,0
<i>На свободных реках</i>			
Самоходные суда и толкаемые составы	0,10	0,15	0,20
Суда для перевозки нефтепродуктов I класса или взрывчатых веществ:			
при песчаном и галечном грунте	0,10	0,15	0,20
при каменистом грунте	0,15	0,20	0,25
Несамоходные суда на буксире:			
при песчаном, глинистом и галечном грунте	0,05	0,10	0,15
при каменистом грунте	0,10	0,15	0,20
Плотовые составы (при любом грунте)	0,20	0,25	0,30
<i>На каналах</i>			
Все суда и составы	0,15	0,20	0,30

**Таблица 5.3 – Нормы минимальных запасов воды под днищем судов в судоходных шлюзах**

Тип шлюза	Глубина заложения короля, м	Минимальный запас воды под днищем судна, м
Деревянный	До 1,0	0,10
	Свыше 1,0	0,15
Каменный и железобетонный	До 2,5	0,25
	Свыше 2,5	0,40

Тогда, зная величину осадки судна в груженом состоянии  $T_p$ , значение  $Q_s^r$  можно установить по одной из формул:

– если неравенство (5.2) выполняется, то судно может безопасно двигаться на всем протяжении водного пути загруженным на полную (регистрационную) грузоподъемность  $Q_p$ , то есть

$$Q_s^r = Q_p; \quad (5.3)$$

– если неравенство (5.2) не выполняется, то максимальное количество груза, при котором судно может безопасно двигаться по данному участку водного пути, определяется по формуле

$$Q_s^r = \frac{Q_p}{(T_p - T_o)} (T_s - T_o), \quad (5.4)$$

где  $T_o$  – осадка судна в порожнем состоянии, м.

Максимальное количество груза, которое может быть размещено на судне  $Q_s^B$ , можно определить, например, путем сравнения удельной грузоподъемности судна  $w_c$  и удельного погрузочного объема груза  $w_{гр}$ .

Удельная грузоподъемность судна – это объем его грузовых помещений, предназначенный для размещения одной тонны груза (рисунок 5.1, а); рассчитывается по формуле (2.3).

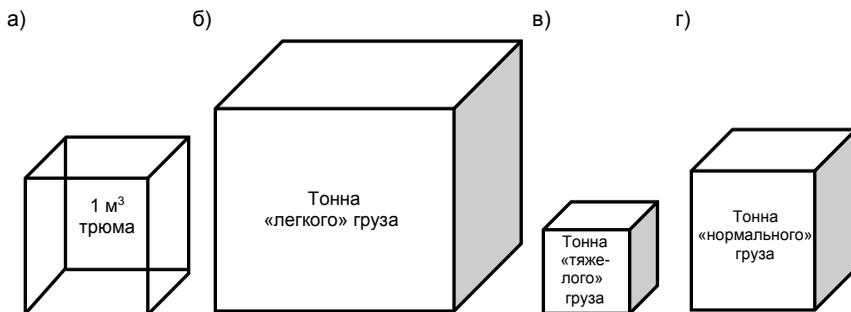


Рисунок 5.1 – Графическая интерпретация соотношения

удельной грузоподъемности судна и удельного погрузочного объема груза:

а – удельная грузоподъемность судна; б – удельный погрузочный объем «легкого» груза; в – удельный погрузочный объем «тяжелого» груза; г – удельный погрузочный объем «нормального» груза

Удельный погрузочный объем груза – объем, который занимает одна тонна данного груза. Таким образом, чем груз легче, тем большее значение принимает его удельный погрузочный объем (рисунок 5.1, б–г), например, удельный погрузочный объем древесных опилок составляет  $4,10 \text{ м}^3/\text{т}$ , а кирпича –  $0,44 \text{ м}^3/\text{т}$ .

Грузовместимость судна аналитически можно определить по формуле

$$V_c = k_T V_{\text{тр}} + k_n S_n \overline{h_{\text{скл}}}, \quad (5.5)$$

где  $k_T$  – коэффициент использования объема трюмов;

$V_{\text{тр}}$  – объем трюмов судна, м<sup>3</sup>;

$k_n$  – коэффициент полноты штабеля груза при размещении его на палубе;

$S_n$  – площадь грузовой палубы судна, м<sup>2</sup>;

$\overline{h_{\text{скл}}}$  – средняя высота складирования груза на палубе, определяемая с учетом допустимой удельной нагрузки на палубу, остойчивости судна и видимости судового хода из рубки, м.

Если грузовое судно является трюмным и палуба судна не приспособлена к перевозке на ней груза, то второй одночлен формулы (5.5) принимает нулевое значение. Если же судно является, например, теплоходом-площадкой, то, соответственно, нулевое значение принимает первый одночлен.

На практике коэффициенты  $k_T$  и  $k_n$  принимают различные значения в зависимости от судна, характеристик и рода груза, от схемы размещения его на судне и ряда других факторов. Поэтому в эксплуатационных расчетах при определении грузовой вместимости флота для большей точности рекомендуется использовать графический метод, который заключается в определении объема, занимаемого грузом в грузовых помещениях и (или) на палубе, по графическому аппроксимированному изображению штабеля (рисунок 5.2) или плана размещения грузовых мест на судне (грузового плана).

На основании сравнения удельной грузовой вместимости судна и удельного погрузочного объема груза можно сделать заключение о том, является данный груз «тяжелым» или «легким» относительно данного судна. Исходя из определения удельной грузовой вместимости, если  $w_c < w_{\text{гр}}$ , то данный груз является «легким» (то есть при загрузке судна таким грузом он займет всю грузовой вместимость судна, но при этом грузоподъемность судна будет использована не полностью, рисунок 5.1, б); если  $w_c > w_{\text{гр}}$ , то груз является «тяжелым» (при загрузке им судна его грузоподъемность будет использоваться полностью, а грузовой вместимость – не полностью, рисунок 5.1, в); если же  $w_c = w_{\text{гр}}$ , то данный груз является «нормальным» для данного судна (при загрузке им судна и грузоподъемность, и грузовой вместимость судна используются полностью, рисунок 5.1, а).

Установив значения  $w_c$  и  $w_{\text{гр}}$ , значение параметра  $Q_s^B$  определяем следующим образом:

– если  $w_c < w_{\text{гр}}$ , то судно не может быть загружено таким «легким» грузом на полную грузоподъемность, так как ограничивающим фактором оказывается его грузовой вместимость. В этом случае максимальное количество заданного груза, которое может быть размещено в грузовых помещениях и на палубе судна, рассчитывается по формуле

$$Q_9^B = \frac{V_c}{w_{гр}}; \quad (5.6)$$

– если  $w_c \geq w_{гр}$ , то таким «тяжелым» грузом судно может быть загружено на полную грузоподъемность, то есть

$$Q_9^B = Q_p. \quad (5.7)$$

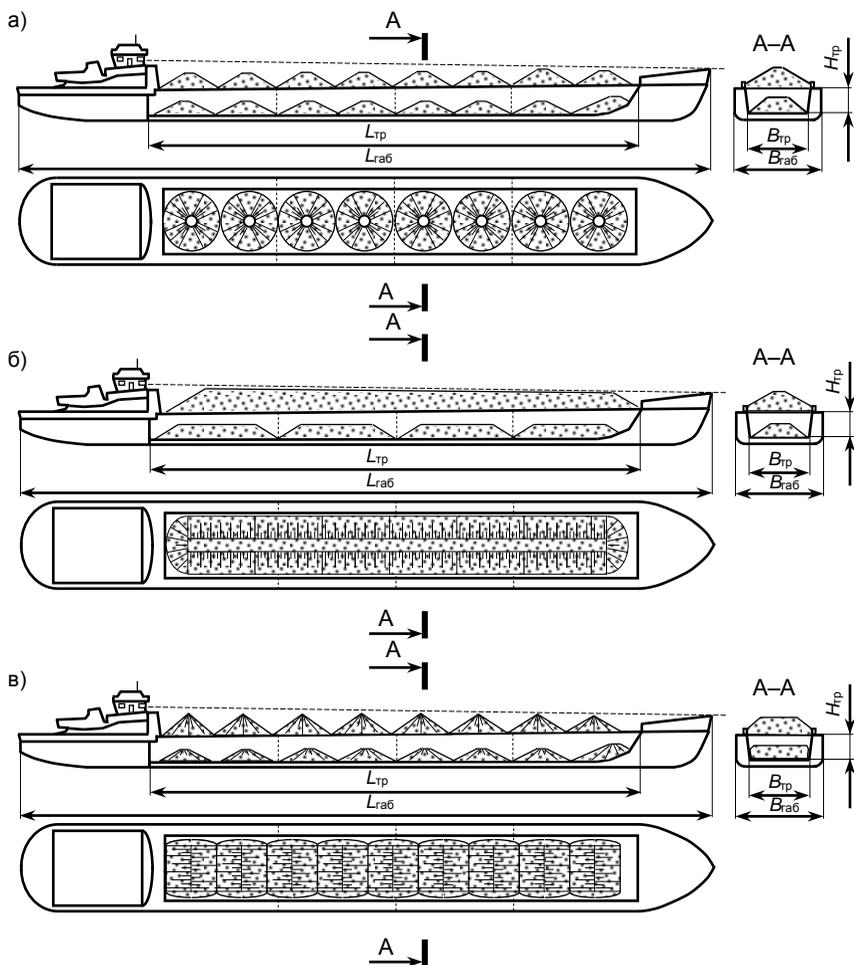


Рисунок 5.2 – Схемы размещения навалочных грузов на судне:  
а – горками (конусами); б – продольным штабелем; в – поперечными грядками

Для определения нормы загрузки судна при одновременной перевозке грузов разных видов с различными удельными погрузочными объемами и, соответственно, разными доходными ставками рекомендуется использовать следующую методику.

Для заданного судна строится эпюра загрузки. На рисунке 5.3, для пояснения данной методики, представлены частные случаи эпюры загрузки судна: загрузка одним родом груза («тяжелым», «нормальным» и «легким»). Точке  $A$  соответствует полное использование грузоподъемности и грузовместимости судна, точке  $A_1$  – полное использование грузоподъемности судна и частичное – грузоподъемности, точке  $A_2$  – полное использование грузоподъемности и частичное – грузовместимости.

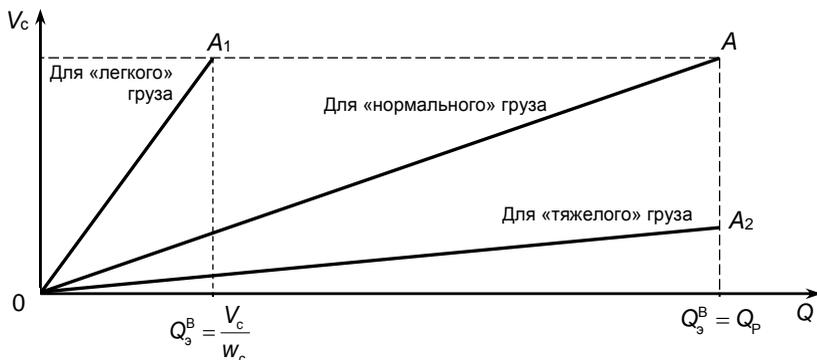


Рисунок 5.3 – Эпюры загрузки судна одним типом груза

Задача оптимальной загрузки грузового судна несколькими грузами является решенной, если судно загружено до значения регистрационной грузоподъемности при полном использовании грузовместимости, поэтому, основываясь на положении аналитической геометрии: сумма проекций отрезков ломаной линии на оси координат равна проекции замыкающей, построив эпюру загрузки судна, как показано на рисунках 5.4, 5.5 (произведя параллельный перенос прямой  $OA_2$  до пересечения с точкой  $A$ ), можно утверждать, что задача решена.

В соответствии с представленной на рисунке 5.4 эпюрой можно сделать вывод, что оптимальная загрузка судна будет наблюдаться при погрузке «легкого» груза в размере  $G_n$ , «тяжелого» –  $G_t$  тонн при занимаемом ими объеме  $V_n$  и  $V_t$ ,  $m^3$ , соответственно.

Задача оптимальной загрузки судна по вышеописанной методике для нескольких типов груза может иметь множество вариантов решений (см. рисунок 5.5). В данном случае для выбора оптимального варианта решения поставленной задачи возникает необходимость применять экономико-математические методы оптимального планирования.

Решение задачи оптимальной загрузки судна графическим методом рассматривается на следующем примере.

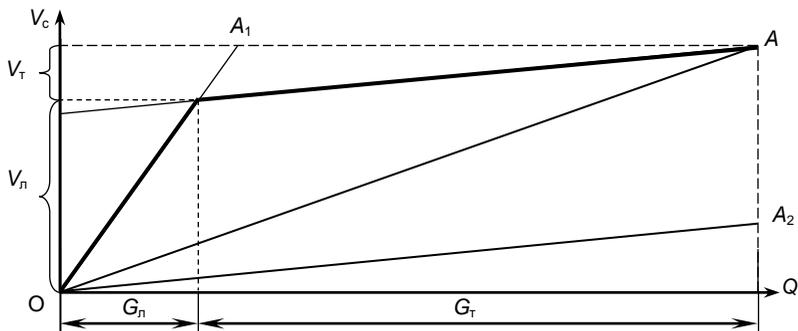


Рисунок 5.4 – Эпюра загрузки судна двумя видами груза («легким» и «тяжелым»)

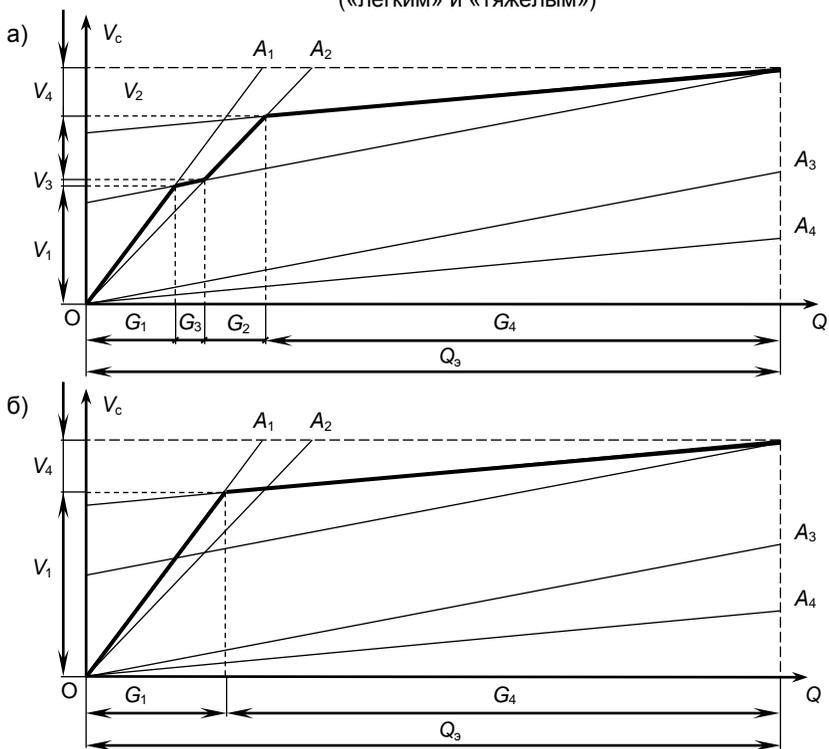


Рисунок 5.5 – Варианты эпюр загрузки типowego судна:

- а – типовой судно загружено четырьмя грузами массой и грузоподъемностью соответственно  $G_1, G_2, G_3, G_4$  ( $G_1 + G_2 + G_3 + G_4 = Q_3$ ) и  $V_1, V_2, V_3, V_4$  ( $V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = V_c$ );  
 б – типовой судно загружено двумя грузами из четырех массой и грузоподъемностью  $G_1, G_4$  ( $G_1 + G_4 = Q_3$ ) и  $V_1, V_4$  ( $V_1 + V_4 = V_c$ )

**Пример.** К перевозке представлено четыре груза:  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$  и  $G_4$ , с удельными погрузочными объемами, соответственно, 2,8, 4,2, 0,7 и 0,3 м<sup>3</sup>/т, со средними доходными ставками за перевозку: 89, 52, 112 и 63 у.д.е./т. Требуется решить задачу оптимальной загрузки судна грузоподъемностью 2700 м<sup>3</sup> и грузоподъемностью 1600 т, где в качестве критерия оптимальности выступает доход от перевозки.

**Решение.** По формуле (2.9) определяется удельная грузоподъемность судна:

$$q = \frac{2700}{1600} = 1,69 \text{ м}^3/\text{т}$$

На основании сравнения удельной грузоподъемности судна и удельного погрузочного объема груза устанавливается, что представленные к перевозке грузы  $G_1$  и  $G_2$  являются «легкими», а  $G_3$  и  $G_4$  – «тяжелыми».

Для «легких» грузов по формуле (5.6) определяется максимальное количество груза, которое может быть размещено в грузовых помещениях судна:

$$Q_{31}^B = \frac{2700}{2,8} = 964 \text{ т,}$$

$$Q_{32}^B = \frac{2700}{4,2} = 643 \text{ т.}$$

а для «тяжелых» – грузоподъемность, которую займет груз массой, равной грузоподъемности судна, по формуле

$$V^{rp} = Q_p w_{rp}, \quad (5.8)$$

то есть

$$V_3^{rp} = 1600 \cdot 0,7 = 1120 \text{ м}^3/\text{т};$$

$$V_4^{rp} = 1600 \cdot 0,3 = 480 \text{ м}^3/\text{т}.$$

На основании рассчитанных данных строятся эпюры загрузки судна данными грузами (рисунок 5.6).

Как было отмечено ранее, данная задача является многовариантной. Для определения оптимального варианта требуется рассмотреть все варианты, при которых полностью используется грузоподъемность и грузоподъемность судна, рассчитать доходы от перевозки каждого вида груза в количестве, определяемом вариантом, а затем просуммировать эти доходы по варианту. Оптимальный вариант загрузки судна определяется максимальным значением доходов при полном использовании грузоподъемности и грузоподъемности.

Для рассмотрения возможных вариантов загрузки судна, по аналогии с рисунком 5.5, строится эпюра загрузки судна несколькими грузами (рисунок 5.7).

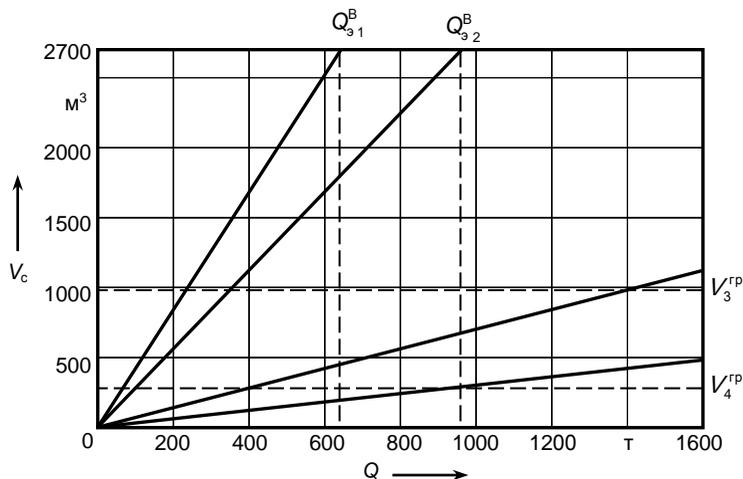


Рисунок 5.6 – Эпюры загрузки судна одним из представленных к перевозке грузов

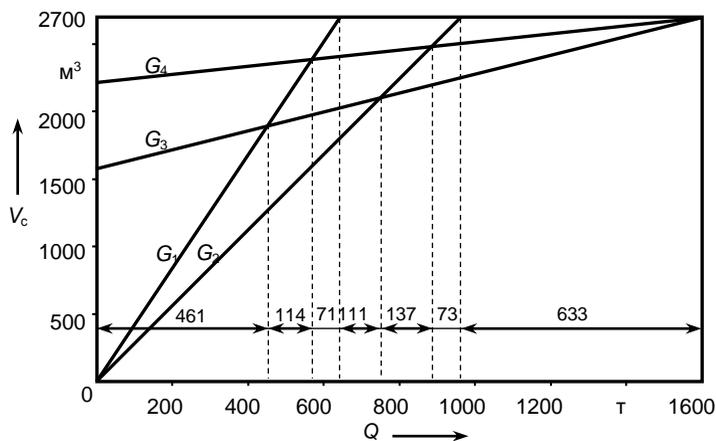


Рисунок 5.7 – Эпюры загрузки судна одним из представленных к перевозке грузов

На основании данных эпюры, представленной на рисунке 5.7, рассматриваются возможные варианты загрузки судна, характеристики которых сводятся в таблицу 5.4.

По данным таблицы 5.4 можно заключить, что оптимальная загрузка судна наблюдается при погрузке в него груза  $G_2$  в количестве 757 т и груза  $G_3$  в количестве 843 т (рисунок 5.8).

Таблица 5.4 – Варианты загрузки судна грузами

Вариант	Количество груза, по-гружаемого в судно, т				Доходы от перевозки груза, тыс. у.д.е.				Эксплуатационная загрузка судна по варианту, т	Доходы от перевозок по варианту, тыс. у.д.е./судно
	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$		
1	461	0	1139	0	41	0	128	0	1600	169
2	575	0	0	1025	51	0	0	65	1600	116
3	0	757	843	0	0	39	94	0	1600	133
4	0	894	0	706	0	46	0	44	1600	90
5	461	137	296	706	41	7	33	44	1600	125

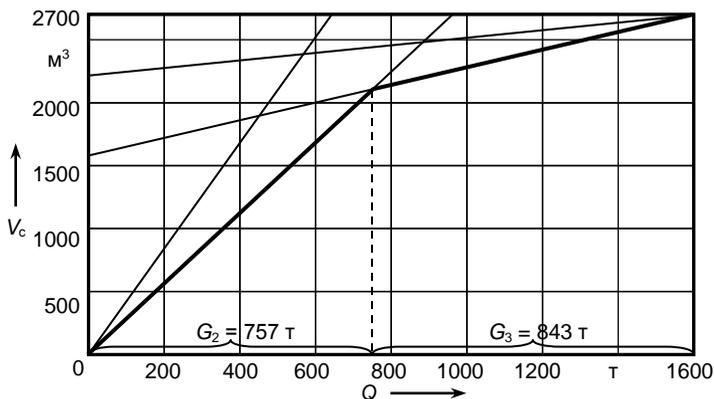


Рисунок 5.8 – Эпюры оптимальной загрузки судна

Данный вариант загрузки судна позволяет полностью использовать его грузоместимость и грузоподъемность, при этом от перевозки будет получен доход в размере 133 тыс. у.д.е.

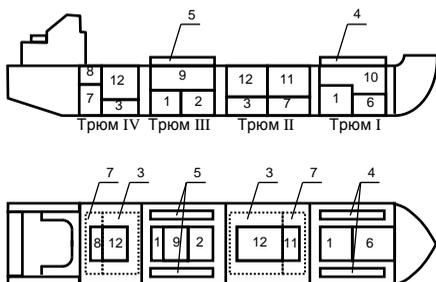


Рисунок 5.9 – Грузовой план судна

При загрузке судна разнообразными грузами, отдельными их партиями или вагонными отправлениями, причем назначением в различные пункты, рекомендуется составлять грузовой план судна (рисунок 5.9). Грузовым планом судна называется схематический чертеж продольного разреза и плана судна, в грузовых помещениях которого показано размещение отдельных партий груза (условно обозначаются цифрами).

При составлении грузового плана учитываются расположение и объем трюмов судна, полезная площадь его палубы; характеристики и количество грузов (удельный погрузочный объем, упаковка, количество мест) по пунктам назначения; средства механизации перегрузочных работ во всех пунктах грузовой обработки судна.

Грузовой план судна должен предусматривать полную сохранность перевозимых грузов; наилучшее использование грузоподъемности и грузоемкости судна; удобство и сроки загрузки или разгрузки судна в начальном, промежуточных и конечном пунктах рейса; соблюдение правил техники безопасности и пожарной безопасности.

Партии грузов назначением в разные пункты должны быть размещены в трюме судна в обратной последовательности географического расположения пунктов их назначения.

При осуществлении загрузки или разгрузки судна в портах особое внимание уделяется техническим условиям грузовых работ, которые, в свою очередь, должны быть учтены и при нормировании. Разработка технических условий загрузки судна базируется на следующих основных принципах:

- обеспечение требуемой прочности судна и его навигационных и эксплуатационных характеристик, например, недопущение крена, дифферента и ухудшения обзора из рубки;
- обеспечение наиболее полного использования регистрационной грузоподъемности или загрузки судна до установленной осадки;
- производство перегрузочных работ с максимальной производительностью, обеспечивающей наименьшую продолжительность грузовой обработки судна;
- соблюдение при перегрузочных работах правил техники безопасности и пожарной безопасности.

Первые два требования выполняются при соответствующем распределении груза по длине и ширине грузового пространства (рисунок 5.10) с соблюдением обеспечения требуемой видимости из рубки и нагрузок на настил палубы, допустимых по прочности корпуса судна.

Наибольшая производительность грузовой обработки достигается при размещении груза в судне, обеспечивающем применение рациональной технологии перегрузочных работ, предусматривающей:

- сокращение продолжительности рабочих циклов перегрузочных машин циклического действия;
- сокращение объемов и трудоемкости работ по зачистке трюмов от остатков груза;
- максимальное совмещение по времени выполнения основных и вспомогательных операций;
- оптимальную концентрацию перегрузочных установок при обработке судна.

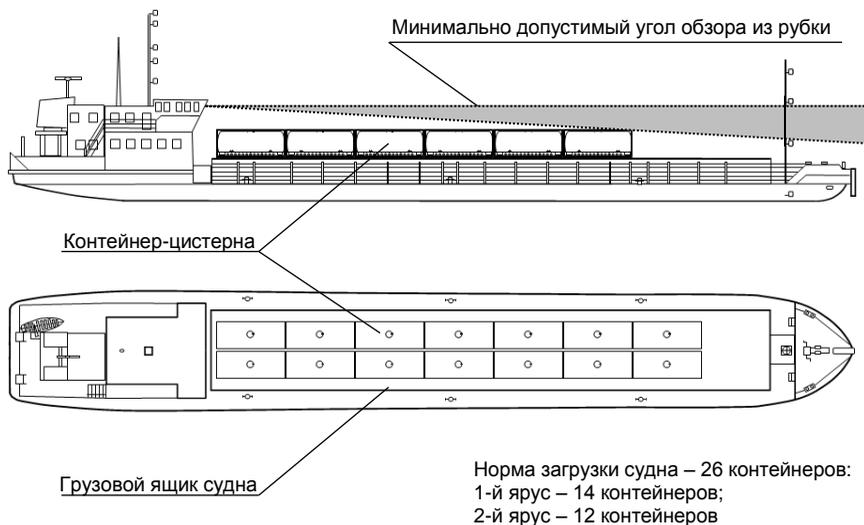


Рисунок 5.10 – Грузовой план загрузки судна проекта 95065 контейнерами-цистернами

С целью устранения порчи груза и снижения его загрязнения посторонними примесями суда, подаваемые под загрузку навалочных и лесных грузов, не должны содержать остатков от других грузов, а грузовые трюмы судов, направляемых под загрузку зерновыми грузами, солью, цементом, должны быть тщательно зачищены, промыты водой и просушены.

Количество погруженного в судно груза определяется на причале по грузовой шкале (рисунок 5.11) как разница водоизмещения судна до начала и после окончания грузовых операций с учетом изменения массы переменных нагрузок (балласт, топливо и другие судовые запасы).

Водоизмещение судна до начала и после окончания грузовых операций устанавливается по грузовой шкале в зависимости от средней осадки, определяемой по формуле

$$T_{\text{ср}} = \frac{T_{\text{нл}} + T_{\text{нп}} + 2T_{\text{сл}} + 2T_{\text{сп}} + T_{\text{кл}} + T_{\text{кп}}}{8}, \quad (5.9)$$

где  $T_{\text{нл}}$ ,  $T_{\text{нп}}$ ,  $T_{\text{кл}}$ ,  $T_{\text{кп}}$  – измеренная осадка соответственно в носовой и кормовой частях судна по левому и правому бортам, м;

$T_{\text{сл}}$ ,  $T_{\text{сп}}$  – измеренная осадка в средней части судна (по мидель-шпангоуту) соответственно по левому и правому бортам, м.



## 5.4 Техническое нормирование скорости и продолжительности движения флота

Техническая норма продолжительности движения судна по участку водного пути относительно постоянными условиями судоходства определяется по формуле

$$t_x = \frac{L}{U}, \quad (5.10)$$

где  $L$  – протяженность участка с относительно постоянными условиями судоходства, км;

$U$  – техническая норма скорости движения флота на данном участке, км/сут.

Технической нормой скорости грузового самоходного судна или состава является его скорость относительно берега – техническая скорость, устанавливаемая по типам судов (составов) в зависимости от участка пути, направления движения и загрузки рассчитывается по формуле

$$U = v \pm w, \quad (5.11)$$

где  $v$  – расчетная скорость судна (состава), км/сут;

$w$  – приращения (+) или потери (–) расчетной скорости, зависящие от направления движения, характеристик судоходного хода и изменения режима движения флота при встречах, обгонах, на перекатах, закруглениях судового хода, км/сут.

Величина  $w$  при движении судна (состава) вниз по течению считается положительной и называется приращением скорости, а при движении вверх – отрицательной и называется потерей скорости. Как правило, около 90 процентов значения величины приращения или потери скорости составляет скорость течения реки, остальное – прочие факторы, частично указанные выше.

### 5.4.1 Определение расчетной скорости движения грузового самоходного судна

Расчетная скорость грузового самоходного судна на глубокой спокойной воде для груженого  $v_{гр}$  и порожнего состояния  $v_0$  является его паспортной характеристикой. Значения расчетной скорости грузового самоходного судна при иных значениях эксплуатационной грузоподъемности и, соответственно, осадки могут быть получены графически (рисунок 5.12) или по формулам линейной интерполяции:

$$v = v_{гр} + \frac{v_0 - v_{гр}}{T_0 - T_p} (T_p - T_a), \quad (5.12)$$

$$v = v_0 + \frac{v_{гр} - v_0}{Q_p} Q_a, \quad (5.13)$$

где  $v_{гр}$ ,  $v_0$  – соответственно скорость судна в грузном и порожнем состояниях, км/ч;

$T_0$  – осадка судна в порожнем состоянии, м;

$T_p$ ,  $T_э$  – соответственно регистрационная и эксплуатационная осадки судна, м;

$Q_p$ ,  $Q_э$  – регистрационная и эксплуатационная грузоподъемности судна, т.

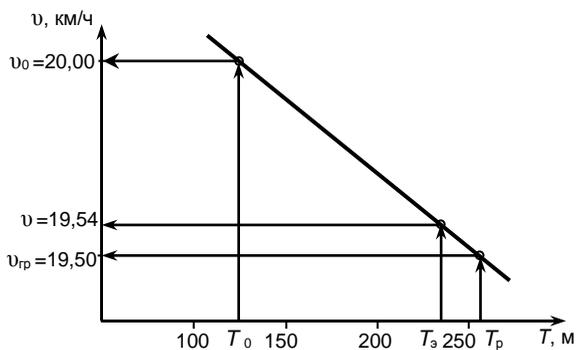


Рисунок 5.12 – Определение расчетной скорости судна (состава) при различной его загрузке

В оперативных производственных условиях значения скорости при различной осадке, соответствующей определенной загрузке теплохода, получают из специальных диспетчерских справочников по флоту.

#### 5.4.2 Определение расчетной скорости движения составов несамоходных судов

Расчетная скорость состава зависит, прежде всего, от сопротивления воды его движению и тяговых характеристик буксира-толкача, а сопротивление воды, в свою очередь, – от формы счала состава, числа барж или секций, их загрузки и многих других факторов. Данные характеристики и параметры могут быть установлены на основании тяговых расчетов.

Процесс движения судна (состава) характеризуется непрерывным изменением размера движущей силы  $F_d$  и силы сопротивления воды его движению  $\sum R$ . Увеличение или уменьшение соотношения между этими величинами вызывает изменение скорости судна (состава)  $v$  и режима его движения. В движении баржевого состава, как и любого транспортно-судна, выделяют три режима: ускоренное ( $F_d > \sum R$ ), установившееся ( $F_d = \sum R$ ) и замедленное ( $F_d < \sum R$ ) (рисунок 5.13).

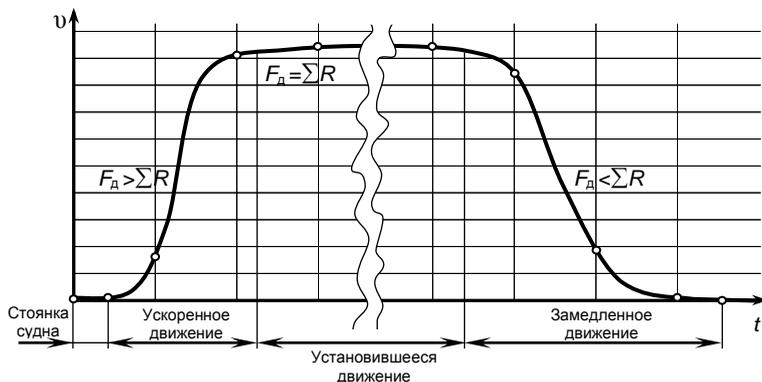


Рисунок 5.13 – Режимы движения состава (судна)

При решении тяговых задач все расчеты совершаются для установившегося движения, так как этот режим преобладает над другими по временным характеристикам. Учитывая, что скорость есть функция от сопротивления  $v = \gamma(\sum R)$  и движущей силы  $v = \Psi(F_d)$ , то, зная значения этих функций, графическое решение тяговой задачи сводится к нахождению точки пересечения их графиков, то есть когда выполняется условие установившегося движения судна (состава).

Сопrotивление воды движению судна зависит от его осадки и увеличивается пропорционально скорости его движения (см. рисунок 2.20). Для упрощения методик нахождения скорости состава при заданных его характеристиках в теорию тяговых расчетов введены понятия приведенного сопротивления движению судна  $r$  и приведенной силы тяги  $f$  (см. подразд. 2.3). Сила тяги  $F_T$  – эквивалент движущей силы, применяемый к составам, то есть  $F_T = F_d$ .

Приведенным сопротивлением называется сопротивление воды движению судна или состава, приведенное к скорости движения, равной 1 м/с. По аналогии, приведенная сила тяги – это сила тяги, приведенная к той же скорости. Следовательно, функция  $r = \alpha(v)$  является линейной и зависит только от осадки, для варианта же с постоянной осадкой (самый распространенный вариант тяговых расчетов)  $r$  – также постоянная величина, и, следовательно, зная значения функций  $r = \alpha(v)$  и  $f = \delta(v)$ , тяговую задачу можно решить графически (рисунок 5.14).

На рисунке 5.14 графически представлено пересечение приведенной силы тяги  $f$  на гaке с горизонтальными прямыми приведенного сопротивления состава  $r$  с грузом (точка А) и в порожнем состоянии (точка Б). Проецирование этих точек на ось абсцисс позволят определить расчетную скорость состава соответственно с грузом  $v_{гр}$  и в порожнем состоянии  $v_0$ .

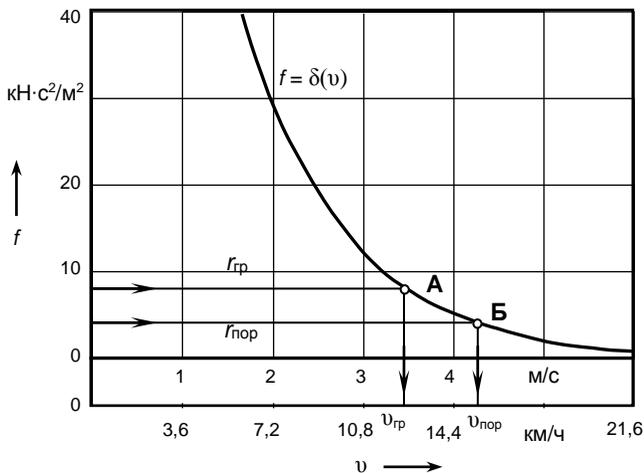


Рисунок 5.14 – Графическое решение задачи определения расчетной скорости движения состава

С учетом вышеописанной методики решение тяговой задачи аналитически осуществляется по следующему алгоритму.

1 Устанавливаются исходные данные для расчета.

В качестве исходных данных выступают:

- вид состава (толкаемый или буксируемый);
- количество барж в составе;
- типы несамоходных судов;
- форма счала судов в составе;
- величина осадки каждой баржи.

2 Рассчитывается приведенное сопротивление воды движению состава,  $\text{кН} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$ , по формуле

$$r = k_{\text{сч}} \sum_{i=1}^n r_{\text{н/с } i}, \quad (5.14)$$

где  $n$  – количество судов в составе;

$r_{\text{н/с } i}$  – приведенное сопротивление воды движению  $i$ -й баржи,  $\text{кН} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$ ;

$k_{\text{сч}}$  – коэффициент счала.

Значения приведенного сопротивления воды движению несамоходного флота определяются заводом-изготовителем судна и приводятся в специальных справочниках.

Значение коэффициента счала в зависимости от формы состава (см. рисунок 4.6) и вида транспортирования (толканием или буксированием) устанавливается по данным таблицы 5.5.

Таблица 5.5 – Значение коэффициентов счала для составов

Вид счала состава с толкачем (Т) или буксировщиком (Б)	Толкаемый состав		Буксируемый состав	
	в груженом состоянии	в порожнем состоянии	в груженом состоянии	в порожнем состоянии
Т(Б) + 1	0,90	0,97	0,90	1,00
Т(Б) + 1 + 1	0,78	0,92	0,85	0,96
Т(Б) + 1 + 1 + 1	0,68	0,90	0,75	0,94
Т(Б) + 2	0,86	0,94	1,05	0,98
Т(Б) + 2 + 1	0,80	0,92	0,86	0,98
Т(Б) + 2 + 2	0,74	0,90	0,84	0,98
Т(Б) + 1 + 2 + 1	0,72	0,90	0,78	0,96

3 Принимая во внимание, что  $f = r$  (установившееся движение), по данным тяговых строк (тяговых характеристик буксира-толкача, устанавливаемых заводом-изготовителем и приводящихся в справочниках) строится график зависимости приведенной силы тяги от скорости движения соответствующего буксира-толкача и графически определяется значение расчетной скорости  $v$  движения состава.

Следует отметить, что при выполнении расчетов возможна ситуация, когда графики функций приведенной силы тяги и приведенного сопротивления воды движению состава самоходных судов не пересекутся в области, ограниченной максимальной скоростью движения буксира-толкача. Это объясняется тем, что для толкания данного состава используется чрезмерно мощный теплоход, что в итоге, вследствие нерациональности такой перевозки, может привести к снижению эксплуатационных и экономических показателей работы флота. В этом случае для повышения качества перевозки требуется обосновать выбор другого буксира-толкача (с меньшей мощностью), руководствуясь рекомендациями, приведенными в таблице 5.6, либо увеличить грузовую массу состава путем выбора барж с большей регистрационной грузоподъемностью.

Выше приведена одна из наиболее распространенных тяговых задач, однако в эксплуатационной практике часто приходится решать и другие, которые решаются по аналогии, но в несколько иной последовательности.

Таблица 5.6 – Рекомендуемые значения мощности буксиров-толкачей, используемых для движения составов с заданной грузовой массой

Грузовая масса состава, т	Мощность букси- ра-толкача, кВт	Грузовая масса состава, т	Мощность букси- ра-толкача, кВт
До 1000	До 330	4000–6000	440–985
1000–2000	220–440	6000–10 000	588–1470
2000–4000	330–588	Более 10 000	Более 1470

К основным тяговым задачам относятся:

1) определение расчетной скорости движения состава на глубокой спокойной воде, когда известны толкач (буксир) и баржи, из которых должен быть сформирован толкач;

2) выбор состава для заданного толкача (буксира) при условии, что состав должен двигаться с установленной скоростью движения;

3) выбор толкача (буксира) для заданного состава при условии, что состав должен двигаться с установленной скоростью движения.

Тяговые задачи для плотовых составов решаются по аналогии с буксирными и толкаемыми. Отличительной особенностью их решения является необходимость учета влияния длины буксирного троса на сопротивление воды движению состава.

## 5.5 Техническое нормирование продолжительности обработки флота в портах

Валовое время обработки флота в порту складывается из продолжительности грузовой обработки (загрузки, разгрузки) и продолжительности выполнения технических и технологических операций.

Нормы времени на выполнение грузовых операций зависят от нормы загрузки грузового судна и судо-часовых норм. Судо-часовая норма – среднее количество груза (в тоннах), которое может быть погружено в судно или выгружено из него за один час стоянки под грузовыми операциями. Судо-часовые нормы подразделяются на единые (общие) и специальные: первые устанавливают на основе сложившейся технологии перегрузочных работ и технической вооруженности причалов в целом по отрасли речного транспорта в данном регионе, а вторые – для судов, обрабатываемых на специализированных причалах, оснащенных высокопроизводительными перегрузочными машинами. Судо-часовые нормы устанавливают с учетом конструкции судов, их грузоподъемности и рода перевозимого груза.

При нормировании продолжительности грузовых операций с судами следует учитывать, что в судо-часовые нормы, помимо времени обработки, входит также время на подготовительные, заключительные и другие операции, связанные с выполнением грузовых работ, например, установка и разборка мостков, сепарация и крепление груза, укладка прокатных дорожек, слани, настила.

Зная значение судо-часовой нормы, можно установить техническую норму времени грузовой обработки по формуле

$$t_{з(р)} = \frac{Q_э}{B_{п(в)}}, \quad (5.15)$$

где  $Q_э$  – эксплуатационная грузоподъемность судна (техническая норма загрузки), т;

$B_{п(в)}$  – судо-часовая норма, т/ч.

Время грузовой обработки состава, сформированного из нескольких барж и постоянно закрепленного за тягой, зависит от соотношения числа грузовых судов в составе и числа взаимозаменяемых причалов в порту.

Если в порту имеется один причал, где может осуществляться обработка барж состава, то неизбежна последовательная обработка судов и время грузовой обработки состава в этом случае определяется по формуле

$$t_{з(р)}^c = \sum_{i=1}^n t_{з(р)i}, \quad (5.16)$$

где  $n$  – число судов в составе.

Если же в порту имеется число причалов, равное или большее, чем число барж в составе, то продолжительность грузовой обработки рассчитывается по формуле

$$t_{з(р)}^c = \max\{t_{з(р)1}; t_{з(р)2}; t_{з(р)3}; \dots; t_{з(р)n}\}. \quad (5.17)$$

Судо-часовые нормы дают лишь усредненное значение продолжительности грузовой обработки. Более точно установить нормы времени грузовой обработки для конкретного судна, груза, порта и причала позволяет использование следующей формулы:

$$t_{з(р)} = \frac{Q_{з}}{\rho_{з}}, \quad (5.18)$$

где  $\rho_{з}$  – эксплуатационная производительность погрузочно-разгрузочной машины, т/ч.

Методика расчета эксплуатационной производительности погрузочно-разгрузочной машины рассмотрена в п. 4.7.3.

Техническая норма времени на паузку (частичную отгрузку груза)

$$t_{пзк} = \frac{Q_{з} - Q_{з}^{пзк}}{B_{пзк}} = \frac{100(T_{з} - T_{з}^{пзк})}{B_{пзк}} q, \quad (5.19)$$

где  $Q_{з}^{пзк}$ ,  $T_{з}^{пзк}$  – эксплуатационная грузоподъемность и осадка судна после паузки, т;

$B_{пзк}$  – судо-часовая норма паузки, т/ч;

$q$  – удельная грузоподъемность судна, т/см.

Продолжительность технологических операций зависит от двух важных аспектов: во-первых, от технологии обслуживания флота, во-вторых, от воздействия многочисленных случайных факторов транспортного процесса, поэтому количественные зависимости между технологическими и основными транспортными операциями очень сложны.

Стремление к учету максимального числа факторов вызывает усложнение этих зависимостей, поэтому существующие методы нормирования технологических операций позволяют определить их лишь с некоторым приближением к истинному значению. Однако незначительная доля продолжительности технологических операций в продолжительности транспортного процесса грузового судна и достаточно высокая степень приближения нормируемого ее значения к истинному позволяют пренебречь данной погрешностью при проведении эксплуатационных расчетов.

Особенности нормирования времени технических операций определяются многообразием самих операций, транспортных судов и условий их обработки в порту. Нормы на выполнение технических операций подразделяются на дифференцированные и укрупненные.

Дифференцированные нормы устанавливаются на определенные приемы и операции, укрупненные – объединяют время, затрачиваемое на выполнение группы последовательных операций.

В различные периоды развития эксплуатационной науки водного транспорта нормирование технических и технологических операций осуществлялось с применением различных методов. Вследствие специфики нормирования данных операций наибольшее распространение получили методы имитационного моделирования, теории массового обслуживания, корреляционного и регрессионного анализа.

При применении данного математического аппарата исследователю требуется значительный объем исходных данных, отражающих воздействие на норму различных многочисленных факторов. Точность нормирования зависит от качества этих данных, поэтому большинство из них определяется на основании натуральных хронометражных наблюдений.

Нормирование начинается с определения минимально необходимых затрат времени на мельчайшие элементы транспортного процесса (дифференцированные нормы). Из них, с учетом последовательности выполнения, составляются укрупненные нормы затрат времени на отдельные операции или процессы.

Для наглядности и возможности корректировки технических норм используются технологические карты обработки судов в порту, определяющие последовательность выполнения операций с судном с учетом параллельно выполняемых (совмещаемых) операций (рисунком 5.15).

Несмотря на то, что нормы времени на отдельные технологические операции относительно невелики, при планировании требуется обязательно учитывать их. Анализ удельного веса затрат времени на выполнение технологических операций показывает, что по несамостоятельному сухогрузному флоту время ожидания грузовых работ в 1,12–1,15 раза больше времени, затраченного непосредственно на грузовую обработку; по несамостоятельному нефтеналивному флоту – в 2,2–2,7 раза. В составе оборота буксирных судов время ожидания на формирование составов составляет соответственно при работе этих судов на сухогрузных перевозках – 27–33 % и при работе на перевозках нефтеналивных грузов – 31–38 %.

В общем виде нормы времени на выполнение технологических операций независимо от их характера и места выполнения можно определить исходя из выражения

$$t_{ож} = \gamma t_{обсл}, \quad (5.20)$$

где  $\gamma$  – коэффициент относительного ожидания обслуживания;

$t_{обсл}$  – продолжительность обслуживания транспортного флота (загрузка, разгрузка, шлюзование, накопление состава и т. д.).

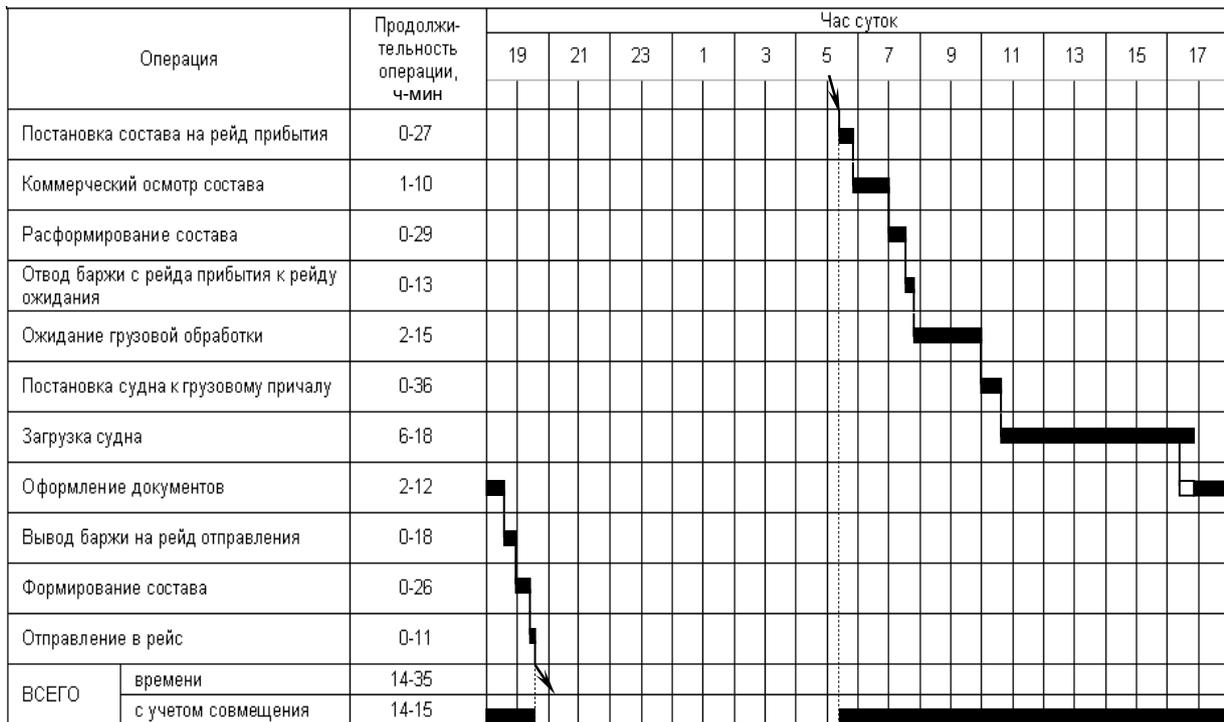


Рисунок 5.15 – Пример технологической карты обработки несамоходного судна, не закрепленного за тягой в порту

В практической реализации нормирования с применением формулы (5.20) трудности состоят в объективном определении коэффициента  $\gamma$ . В эксплуатационной науке водного транспорта наиболее системные исследования данного аспекта были выполнены профессором С.М. Пьяных, который предложил аналитические зависимости определения коэффициента относительного ожидания обслуживания флота. В частности, этими зависимостями можно воспользоваться для обоснования норм времени ожидания грузовой обработки флота в портах.

Если в порту имеется один причал, то коэффициент относительного ожидания рекомендуется рассчитывать следующим образом:

$$\gamma = \frac{\varphi}{1-\varphi}; \quad (5.21)$$

– для двух причалов

$$\gamma = \frac{\varphi^2}{1-\varphi^2}; \quad (5.22)$$

– для трех причалов

$$\gamma = \frac{3\varphi^3}{2+2\varphi-\varphi^2-3\varphi^3}. \quad (5.23)$$

где  $\varphi$  – коэффициент использования пропускной способности причала по времени.

На рисунке 5.16 показана зависимость относительного времени ожидания перегрузочных работ от коэффициента использования пропускной способности причала и длины очереди  $m$ .

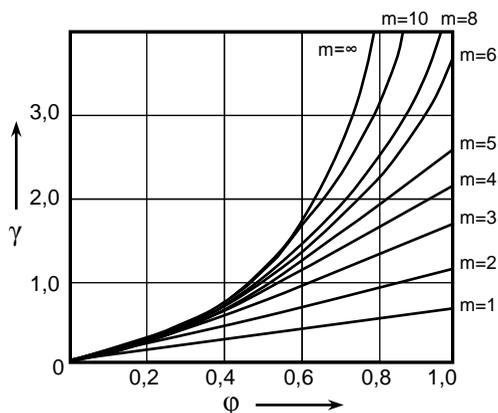


Рисунок 5.16 – Зависимость относительного времени ожидания перегрузочных работ от коэффициента использования пропускной способности причала

Рассчитанные таким образом нормы времени на технологические операции по тем элементам перевозочного процесса, где они имеют место (перегрузочные причалы, шлюзы, пункты смены тяги и т. п.), включают в продолжительность технологических процессов работы судна или состава. Однако в конкретных условиях эксплуатации флота необходимо стремиться к постоянному сокращению затрат времени на технологические операции.

### 5.6 Анализ выполнения технических норм и их корректировка

Для того чтобы технические нормы постоянно соответствовали условиям, в которых протекает транспортный процесс, чтобы они способствовали объективной оценке труда экипажей судов и береговых работников, повышению производительности труда и эффективности работы флота, их требуется постоянно корректировать. Строительство новых и реконструкция действующих причалов и портов, появление новых типов судов и грузопотоков, изменение путевых условий определяют необходимость обоснования новых технических норм.

Корректировка норм проводится на основе сочетания различных расчетных методов с анализом фактических данных об их выполнении.

В качестве исходных материалов для анализа выполнения норм используются различные источники: выписки из путевых журналов, данные оперативного учета о работе флота, планы-приказы с отметками о фактическом исполнении заданий и т.д. Кроме того, для данной задачи могут проводиться хронометражные наблюдения.

Основным способом анализа выполнения норм является сравнение фактически достигнутых норм с плановыми. Уровень выполнения нормы

$$\alpha = \frac{100x_{\phi}}{x_{пл}}, \quad (5.24)$$

где  $x_{\phi}$  – фактическое значение нормы, полученное в результате анализа;  $x_{пл}$  – плановая норма.

В качестве фактического значения нормы обычно принимают среднестатистическое значение, очищенное от заведомо нереальных, частных случаев, отличающихся от массовых значений исследуемой нормы:

$$x_{\phi} = \frac{1}{n_{сл}} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (5.25)$$

где  $n_{сл}$  – число учтенных случаев наблюдений норм;

$x_i$  – единичные значения норм.

Рекомендуемая норма обязательно должна быть равна среднестатистическому значению, соответствующему достигнутому на момент анализа уровню производства. Как было отмечено в подразд. 5.1, она должна отражать передовые тенденции в развитии производства, быть прогрессивной и напряженной.

---

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Способы технического нормирования работы транспортного флота.
- 2 Методика технического нормирования загрузки транспортного судна.
- 3 Техническое нормирование скорости и продолжительности движения транспортного флота по участкам водного пути.
- 4 Техническое нормирование продолжительности грузовой обработки флота в порту.
- 5 Принципы технического нормирования продолжительности технических и технологических операций транспортного судна.
- 6 Назначение анализа технических норм и их корректировка.
- 7 Экономические характеристики судна

---

# 6

## ЭКСПЛУАТАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА

---

### 6.1 Общая характеристика системы эксплуатационных показателей работы транспортного флота

Для оценки эффективности использования транспортного флота на перевозках, а следовательно, и качества организации его работы, используются эксплуатационные показатели работы флота. Система эксплуатационных показателей работы флота является основой научной организации всего перевозочного процесса на речном транспорте, базой для планирования перевозок грузов и организации движения флота, учета и оценки результатов деятельности судоходной компании.

Эксплуатационные показатели работы флота на речном транспорте начали внедрять с 1923 г. Ведущая роль в их обосновании и разработке принадлежит В. В. Звонкову.

Система эксплуатационных показателей речного флота имеет много общего с аналогичными системами показателей использования подвижного состава на других видах транспорта, что дает возможность анализировать и давать сравнительную оценку работы различных транспортных ведомств при организации смешанных сообщений.

Состав эксплуатационных показателей работы речного транспортного флота очень разнообразен. Показателями оценивают все виды работ и все операции транспортного процесса. Их рассчитывают дифференцированно, в зависимости от назначения и потребности пользователей. Показатели определяют: по видам флота, в том числе транзитному и местному; на перевозках сухогрузов, нефтегрузов, буксировке плотов; по основным типам судов, отдельным линиям или группе линий; направлению движения и в среднем в обоих направлениях. При необходимости рассчитывают средние сводные показатели в целом по грузовому флоту (самоходному и несамоходному), буксирному (сухогрузному и нефтеналивному). В зависимости от целевого назначения показатели выделяют фактические, базисные (за базовый период), плановые (на плановый период).

По своему содержанию все эксплуатационные показатели объединяют в четыре группы:

- нагрузки;
- скорости;
- времени;
- производительности.

Как видно, в составе эксплуатационных показателей и технических норм (подразд. 5.1) есть много общего, и эта общность обусловлена наличием принципиальной взаимосвязи между нормированием и оценкой работы флота.

Техническая норма характеризует техническую возможность выполнения операции, а эксплуатационные показатели – степень реализации этой возможности. Нормы определяются техническими характеристиками, а на значение эксплуатационных показателей, помимо этих характеристик, большое значение оказывают организационные факторы.

Например, техническая норма продолжительности движения флота по участку водного пути устанавливается исходя из зависимости (5.10) и определяется средней технической скоростью его движения. Однако судовождение в реальных условиях характеризуется постоянным изменением значений скорости, вызванным различными факторами: гидрологическими, метеорологическими, организационными, человеческим фактором, форс-мажорными обстоятельствами и прочими. То есть, фактическое значение скорости на данном участке может быть как больше, так и меньше технической нормы, что, в свою очередь, вызывает изменение фактического значения продолжительности движения флота по участку от технической нормы. Величина этого изменения находит отражение в значении соответствующего эксплуатационного показателя.

В целях использования эксплуатационных показателей для сравнительной оценки работы судов различных типов показатели рассчитывают не для конкретного судна, а на одну тонну грузоподъемности (тоннажа) грузового флота, на один киловатт мощности буксирного флота и на одно пассажирское место пассажирского флота. При этом значения мощности, грузоподъемности и пассажироместимости принимаются регистрационные. Это позволяет унифицировать оценку эффективности работы различного флота и абстрагироваться от ряда субъективных факторов, оказывающих на нее влияние, что особенно актуально для оценки деятельности судоходной компании персоналом высшей сферы управления.

В практике эксплуатационных расчетов показатели использования грузовых судов принято обозначать знаком штрих, а показатели использования пассажирских судов индексом «пас», чтобы отличить их от соответствующих показателей по тяговым средствам. Например, техническая скорость грузового судна обозначается  $U'$ , пассажирского –  $U_{\text{пас}}$ . Если какая-то задача решается только по одному виду флота, то знак штрих или индекс «пас» обычно не ставят.

Следует также отметить, что система эксплуатационных показателей речного флота имеет много общего с аналогичными системами показателей использования подвижного состава на других видах транспорта. Это дает возможность анализировать и давать сравнительную оценку работы различных транспортных ведомств, в том числе при организации смешанных сообщений.

## 6.2 Расчет эксплуатационных показателей работы флота

### 6.2.1 Расчет эксплуатационных показателей нагрузки

Для грузового флота установлен показатель нагрузка по отправлению, характеризующий степень использования грузоподъемности судов в грузеных рейсах, т. е. сколько тонн груза в среднем приходится на одну тонну тоннажа судов, загруженных в пункте отправления:

$$p'_{от} = \frac{\sum G}{\sum Q_p}, \quad (6.1)$$

где  $\sum G$  – общая масса груза, погруженного в пункте отправления, т;

$\sum Q_p$  – суммарный тоннаж флота, загруженного в пункте отправления, т.

Значение показателя нагрузки по отправлению, как правило, изменяется в пределах от 0 до 1. Данный показатель может быть и больше единицы в определенные периоды навигации или грузовые рейсы, когда некоторые суда могут принять на борт груза больше своей регистрационной грузоподъемности. Последний факт указывает на возможный резерв повышения нагрузки, а следовательно, и эффективности работы транспортного флота.

В связи с тем, что грузовые суда имеют не одинаковую грузоподъемность, используются на линиях разной протяженности и с разной загрузкой, а во время рейса могут иметь место догрузка, паузка или отгрузка судов, возникает необходимость определять средний показатель, характеризующий использование одной тонны грузоподъемности грузового флота на всем пробеге с грузом. В качестве такого показателя в эксплуатационной науке водного транспорта выступает показатель нагрузка по пробегу, рассчитываемый по формуле

$$p' = \frac{\sum Gl}{\sum Q_p l_r}, \quad (6.2)$$

где  $\sum Gl$  – грузооборот, т·км;

$\sum Q_p l_r$  – затраты тоннаже-километров на пробег флота с грузом, т·км.

Показатель нагрузки по пробегу равен нагрузке по отправлению только в частном случае, когда дальность перевозки грузов во всех рейсах одинаков, например, при расчетах эксплуатационных показателей для одной грузовой линии. В других случаях равенства показателей нагрузки наблюдаться не будет.

При  $p'_{от} > p'$  тоннаж с меньшей нагрузкой отправляется на большее расстояние или с большей нагрузкой на ближнее расстояние или в пути производится паузка (отгрузка).

При  $p'_{от} < p'$  тоннаж с большей нагрузкой отправляется на дальнее расстояние или с меньшей нагрузкой на ближнее расстояние или в пути производится догрузка.

**Пример.** Требуется рассчитать показатели нагрузки по отправлению и пробегу для группы грузовых судов, характеристики работы которых приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Исходные данные для примера

Проект	Грузоподъемность, т		Расстояние перевозки, км	Число грузовых рейсов
	регистрационная	эксплуатационная		
507	5000	5000	1400	6
507	5000	4200	800	10
791	2700	2500	1800	9
791	2700	2200	1200	10
21-88	2000	2000	1200	9
21-88	2000	2000	800	2

Решение. Общая масса груза, погруженная в порту отправления,  
 $\sum G = 5000 \cdot 6 + 4200 \cdot 10 + 2500 \cdot 9 + 2200 \cdot 10 + 2000 \cdot 9 + 2000 \cdot 2 =$   
 $= 138,5 \text{ тыс. т.}$

Суммарный тоннаж, используемый для перевозок,  
 $\sum Q_p = 5000 \cdot 6 + 5000 \cdot 10 + 2700 \cdot 9 + 2700 \cdot 10 + 2000 \cdot 9 + 2000 \cdot 2 =$   
 $= 153,3 \text{ тыс. т.}$

Следовательно, нагрузка по отправлению для данной группы судов, рассчитываемая по формуле (6.1),

$$p'_{от} = \frac{138,5 \cdot 10^3}{153,3 \cdot 10^3} = 0,903.$$

Общий грузооборот, выполненный судами в рейсах,  
 $\sum G l = 5000 \cdot 1400 \cdot 6 + 5000 \cdot 800 \cdot 10 + 2500 \cdot 1800 \cdot 9 + 2200 \cdot 1200 \cdot 10 +$   
 $+ 2000 \cdot 1200 \cdot 9 + 2000 \cdot 800 \cdot 2 = 167,30 \text{ млн т} \cdot \text{км,}$

затраты тоннаже-километров на пробег флота с грузом

$$\sum Q_p l = 5000 \cdot 1400 \cdot 6 + 5000 \cdot 800 \cdot 10 + 2700 \cdot 1800 \cdot 9 + 2700 \cdot 1200 \cdot 10 +$$

$$+ 2000 \cdot 1200 \cdot 9 + 2000 \cdot 800 \cdot 2 = 182,94 \text{ млн т} \cdot \text{км.}$$

Нагрузка по пробегу, рассчитываемая по формуле (6.2),

$$p'_{от} = \frac{167,3 \cdot 10^6}{182,9 \cdot 10^6} = 0,915.$$

Различные значения показателей нагрузки, полученные в примере, объясняются тем, что тоннаж с большей нагрузкой работал на рейсах со значительной протяженностью, при этом в рейсах не наблюдалось изменение загрузки флота (паузка, догрузка и т. д.).

Для тяговых средств нагрузка по отправлению определяет массу груза, приходящегося на единицу мощности буксира-толкача в момент отправления состава из пункта отправления:

$$p_{от} = \frac{\sum G}{\sum N_p}, \quad (6.3)$$

где  $\sum N_p$  – общая регистрационная мощность буксирных судов, участвующих в перевозке груза общей массой  $\sum G$  тонн, погруженного в пункте отправления, кВт.

Нагрузка тяговых средств по пробегу определяет средневзвешенную нагрузку на единицу мощности с учетом подбуксировки, отгрузки, паузы и других операций, вызывающих изменение загрузки состава во время рейса:

$$p = \frac{\sum Gl}{\sum N_{pLr}}, \quad (6.4)$$

где  $\sum N_{pLr}$  – затраты киловатт-километров на пробег тяги с груженными составами, кВт·км.

**Пример.** Состав несамоходных судов с грузом массой 2400 т отправлен в рейс с толкачем мощностью 440 кВт. В рейсе состав несколько раз переформировывался: через 117 км грузовая масса состава составила 1800 т, еще через 620 км – 1200 т, еще через 210 км – 600 т, и с такой загрузкой рейс был завершен на расстоянии 1022 км от пункта отправления. Требуется определить показатели нагрузки для толкача.

**Решение.** В соответствии с условием задачи нагрузка по отправлению для толкача, рассчитываемая по формуле (6.3),

$$p_{от} = \frac{2400}{440} = 5,45 \text{ т/кВт.}$$

Для определения нагрузки по пробегу рассчитывается:

– грузооборот, выполненный составом за рассматриваемый рейс,

$$\sum Gl = 2400 \cdot 117 + 1800 \cdot 620 + 1200 \cdot 210 + 600 \cdot 75 = 1,694 \text{ млн т·км;}$$

– затраты киловатт-километров на пробег тяги с груженными составами

$$\sum N_{pLr} = 440 \cdot 1022 = 0,450 \text{ млн т·км.}$$

Тогда нагрузка по пробегу для толкача рассчитывается по формуле (6.4):

$$p_{от} = \frac{1,694 \cdot 10^6}{0,450 \cdot 10^6} = 3,76 \text{ т/кВт.}$$

Наблюдаемая в примере разница между показателями нагрузки по отправлению и пробегу вызвана снижением грузовой массы состава в рейсе.

Для пассажирского флота установлен показатель нагрузки на одно пассажирское место (населенность) по отправлению и пробегу. Порядок определения данных показателей аналогичен расчету показателей нагрузки по грузовому и буксирному флоту:

$$\rho_{\text{пас от}} = \frac{\sum Y}{\sum M}, \quad (6.5)$$

$$\rho_{\text{пас}} = \frac{\sum Yl}{\sum Ml_{\text{пас}}}, \quad (6.6)$$

где  $\sum Y$  – общее число пассажиров, отправленных из начального пункта линии, пас.;

$\sum M$  – суммарная пассажировместимость судов, отправленных в рейс за расчетный период, пас. мест;

$\sum Yl$  – пассажирооборот, пас.-км;

$\sum Ml_{\text{пас}}$  – затраты флота для освоения пассажирских перевозок, пас. место-км.

Помимо вышеописанных показателей для грузового флота иногда рассчитывают такие показатели нагрузки, как коэффициент использования грузоподъемности и коэффициенты порожнего и груженого пробега грузовых судов. Коэффициент использования грузоподъемности рассчитывается по формуле

$$\varepsilon' = \frac{\sum Gl}{\sum Q_{\text{р}}l_{\text{р}} + \sum Q_{\text{б}}l_{\text{пор}}}, \quad (6.7)$$

где  $\sum Q_{\text{р}}l_{\text{пор}}$  – затраты тоннаже-километров на порожний пробег флота, км.

Коэффициент использования грузоподъемности и нагрузка по пробегу взаимосвязаны. Отношение этих показателей определяет долю пробега одной тонны тоннажа с грузом от общего пробега с грузом и в порожнем состоянии – коэффициент груженого пробега:

$$k'_r = \frac{\varepsilon'}{\rho'}, \quad (6.8)$$

Тогда коэффициент порожнего пробега

$$k'_{\text{пор}} = 1 - k'_r. \quad (6.9)$$

**Пример.** Рассчитать коэффициент использования грузоподъемности теплохода проекта 21-88 с регистрационной грузоподъемностью 2000 т, выполнившего за рассматриваемый период 8 рейсов с загрузкой 1800 т на расстояние 1220 км, 6 рейсов с загрузкой 2000 т на расстояние 280 км и 6 порожних рейсов на расстояние 410 км.

Решение. Выполненный судном грузооборот за рассматриваемый период

$$\sum GI = 1800 \cdot 1220 \cdot 8 + 2000 \cdot 280 \cdot 6 = 20,9 \text{ млн т} \cdot \text{км},$$

затраты тоннаже-километров на грузный и порожний пробег флота

$$\begin{aligned} \sum Q_{р/г} + \sum Q_{р/пор} &= (2000 \cdot 1220 \cdot 8 + 2000 \cdot 280 \cdot 6) + 2000 \cdot 410 \cdot 6 = \\ &= 27,8 \text{ млн т} \cdot \text{км}. \end{aligned}$$

Тогда коэффициент использования грузоподъемности, рассчитываемый по формуле (6.7),

$$\varepsilon' = \frac{20,9 \cdot 10^6}{27,8 \cdot 10^6} = 0,752.$$

Нагрузка по пробегу для данного теплохода

$$\rho' = \frac{20,90 \cdot 10^6}{22,88 \cdot 10^6} = 0,913,$$

тогда коэффициент грузного пробега судна

$$k'_r = \frac{0,752}{0,913} = 0,824;$$

коэффициент порожнего пробега

$$k'_{пор} = 1 - \frac{0,752}{0,913} = 0,176.$$

Еще одним показателем, характеризующим использование пассажироместности судна, является коэффициент сменности

$$k_{см} = \frac{\sum Y}{M}. \quad (6.10)$$

Данный показатель в некоторой степени характеризует трудоемкость обслуживания пассажиров экипажем.

**Пример.** Рассчитать показатели населенности и коэффициент сменности пассажиров для судна пассажироместностью 100 человек для пассажиропотока, представленного на дислокации (рисунок 6.1).

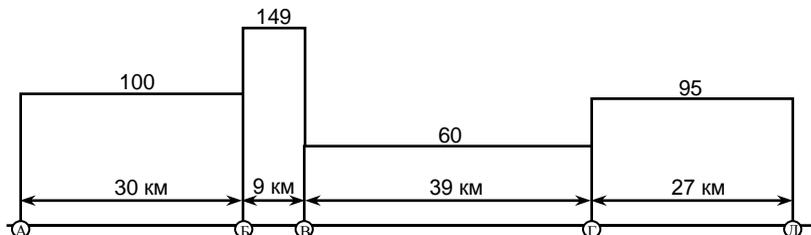


Рисунок 6.1 – Диаграмма перевезенных судном пассажиров на линии А – Д

Решение. Населенность по отправлению из начального пункта линии равна 1, так как в момент отправления на борту судна находилось 100 пассажиров при пассажироместимости – 100 человек. Населенность по пробегу, рассчитываемая по формуле (6.6),

$$p_{\text{пас}} = \frac{100 \cdot 30 + 149 \cdot 9 + 60 \cdot 39 + 95 \cdot 27}{100 \cdot 105} = \frac{9246}{10500} = 0,88;$$

коэффициент сменности

$$k_{\text{см}} = \frac{100 + 149 + 60 + 95}{100} = \frac{404}{100} = 4,04.$$

### 6.2.2 Расчет эксплуатационных показателей скорости

Эксплуатационным показателем скорости для всех видов транспортных судов является техническая скорость, рассчитываемая без учета стоянок в пути.

Среднюю техническую скорость рассчитывают по направлениям движения, с грузом и в порожнем состоянии, по типам флота:

$$u' = \frac{\sum Q_p I_{\Gamma}}{\sum Q_p t_{x,\Gamma}}, \quad (6.11)$$

$$u = \frac{\sum N_p I_{\Gamma}}{\sum N_p t_{x,\Gamma}}, \quad (6.12)$$

$$u_{\text{пас}} = \frac{\sum M I_{\text{пас}}}{\sum M t_{x,\text{пас}}}, \quad (6.13)$$

где  $\sum Q_p t_{x,\Gamma}$ ,  $\sum N_p t_{x,\Gamma}$ ,  $\sum M t_{x,\text{пас}}$ , – затраты флота на перевозку, тоннаже-сутки, кВт-сутки, пас. место-сутки.

**Пример.** Рассчитать среднюю техническую скорость для группы судов, данные о работе которых приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Исходные данные для примера

Проект	Регистрационная грузоподъемность, т	Время хода, сут	Расстояние перевозки, км	Число груженых рейсов
507	5000	4,67	1400	6
507	5000	3,26	800	10
791	2700	5,71	1800	9
791	2700	7,23	1200	10
21-88	2000	6,40	1200	9
21-88	2000	3,04	800	2

Решение. Затраты тоннаже-километров на пробег флота с грузом

$$\sum Q_p I_{\Gamma} = 5000 \cdot 1400 \cdot 6 + 5000 \cdot 800 \cdot 10 + 2700 \cdot 1800 \cdot 9 + 2700 \cdot 1200 \cdot 10 + 2000 \cdot 1200 \cdot 9 + 2000 \cdot 800 \cdot 2 = 182,94 \text{ млн т} \cdot \text{км},$$

затраты тоннаже-суток на грузовую перевозку

$$\sum Q_p t_{x,r} = 5000 \cdot 4,67 \cdot 6 + 5000 \cdot 3,26 \cdot 10 + 2700 \cdot 5,71 \cdot 9 + 2700 \cdot 7,23 \cdot 10 + 2000 \cdot 6,40 \cdot 9 + 2000 \cdot 3,04 \cdot 2 = 691,92 \text{ тыс. тоннаже-суток},$$

тогда по формуле (6.11) рассчитывается показатель средней технической скорости:

$$u' = \frac{182,94 \cdot 10^6}{691,92 \cdot 10^3} = 264,4 \text{ км/сут.}$$

Техническая скорость является важным показателем использования флота, но так как она не учитывает стоянки в пути, продолжительность которых иногда оказывается доминирующей во всем круговом рейсе, рассчитывают путевую скорость, которая, в отличие от технической, характеризует время доставки грузов. Путевой скоростью называется средняя скорость движения судов с учетом времени выполнения всех операций в пути.

### 6.2.3 Расчет показателей использования флота по времени

Основным показателем использования флота по времени является средний оборот тоннажа, равный отношению тоннаже-суток судов, находящихся в эксплуатации, к тоннаже-рейсам грузеных судов:

$$\overline{t'_{об}} = \frac{\sum Q_p t'_o}{\sum m'_{rp} Q_p}, \quad (6.14)$$

$$\overline{t_{об}} = \frac{\sum N_p t_o}{\sum m_{rp} N_p}. \quad (6.15)$$

Для пассажирского флота, работающего по расписанию, данный показатель не рассчитывается, временным показателем для него является круговой рейс.

Как видно из формул (6.14) и (6.15), в средний оборот судна включается продолжительность всех операций, имеющих место в эксплуатационном периоде. Продолжительность отдельных операций оборота определяется аналогично: отношением тоннаже-суток, затраченных на эту операцию, к тоннаже-рейсам:

$$\overline{t'_i} = \frac{\sum Q_p t_i}{\sum m'_{rp} Q_p}. \quad (6.16)$$

Коэффициенты использования эксплуатационного времени характеризуют долю затрат по данной операции в составе эксплуатационного периода. На практике наибольшее распространение из таких коэффициентов получил коэффициент использования времени на ход с грузом. Рассчитывают данный коэффициент как отношение

тоннаже-суток хода с грузом – для грузового флота, кВт-суток – для грузовых составов, пассажирское место-суток – для пассажирского флота, к тоннаже-суткам, киловатт-суткам, пассажирское место-суткам соответствующего флота в эксплуатации:

$$\tau'_{x,г} = \frac{\sum Q_p t'_{x,г}}{\sum Q_p t'_3}, \quad (6.17)$$

$$\tau_{x,г} = \frac{\sum N_p t_{x,г}}{\sum N_p t_3}, \quad (6.18)$$

$$\tau_{x,пас} = \frac{\sum M_p t_{x,пас}}{\sum M_p t_3}. \quad (6.19)$$

**Пример.** Рассчитать показатели использования флота по времени для данных о его работе, приведенных в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Исходные данные для примера

Проект	Регистрационная грузоподъемность, т	Эксплуатационный период, сут	Число груженых рейсов, совершаемых судном за эксплуатационный период	Время хода судна с грузом в обороте, сут
1565	5000	208	30	4,2
791	2700	220	22	5,6
576	2000	194	52	2,8

Решение. Средняя продолжительность оборота грузовых тепловых, рассчитываемая по формуле (6.14),

$$\bar{t}'_{об} = \frac{5000 \cdot 208 + 2700 \cdot 220 + 2000 \cdot 194}{5000 \cdot 30 + 2700 \cdot 22 + 2000 \cdot 52} = \frac{2,022 \cdot 10^6}{313,4 \cdot 10^3} = 6,45 \text{ сут},$$

а коэффициент использования времени на ход с грузом, рассчитываемый по формуле (6.17),

$$\tau'_{x,г} = \frac{5000 \cdot 30 \cdot 4,2 + 2700 \cdot 22 \cdot 5,6 + 2000 \cdot 52 \cdot 2,8}{2,022 \cdot 10^6} = \frac{1,254 \cdot 10^6}{2,022 \cdot 10^6} = 0,62.$$

Как видно из примера, показатель «средний оборот тоннажа» характеризует среднюю продолжительность оборота флота в груженном состоянии, и его значение, без дополнительных данных, не дает полной информации об эффективности его использования: для одного кругового рейса оборот 6,45 суток может говорить о высокой эффективности использования флота, а для другого – наоборот.

Коэффициент использования времени на ход с грузом показывает, какую долю эксплуатационного периода составляет движение тоннажа с грузом, то есть прямое его назначение. Так, значение показателя, полученное в рассмотренном примере, говорит о достаточно высокой эффективности использования флота по времени, так как в эксплуатационном периоде оно составило 62 %.

Показатель  $\tau_{х.г}$  принимает значения в диапазоне от 0 до 1, причем достичь значения, равного 1, нельзя, так как для этого требуется равенство продолжительности эксплуатационного периода и суммарной продолжительности движения флота с грузом, то есть продолжительность технических, технологических и грузовых операций должна быть исключена из кругового рейса.

#### 6.2.4 Расчет эксплуатационных показателей производительности

Эффективность использования флота одновременно по нагрузке, скорости и времени наиболее полно отражает комплексный эксплуатационный показатель валовой производительности, характеризующий объем транспортной работы, приходящийся на одну тонну грузоподъемности грузового, на один киловатт мощности буксирного или на одно пассажирское место пассажирского флота в среднем за одни сутки эксплуатационного периода, то есть за валовые сутки:

$$\rho'_в = \frac{\sum Gl}{\sum Q_p t_3}, \quad (6.20)$$

$$\rho_в = \frac{\sum Gl}{\sum N_p t_3}, \quad (6.21)$$

$$\rho_в^{пас} = \frac{\sum Yl}{\sum M t_3}. \quad (6.22)$$

Значение валовой производительности может быть получено также по формулам, выражающим мультипликативную связь трех эксплуатационных показателей: нагрузки по пробегу, коэффициента использования времени на ход с грузом и технической скорости:

$$\rho'_в = \rho' \tau'_{х.г} u', \quad (6.23)$$

$$\rho_в = \rho \tau_{х.г} u, \quad (6.24)$$

$$\rho_в^{пас} = \rho^{пас} \tau_{х.пас} u^{пас}. \quad (6.25)$$

Если в формулах (6.23)–(6.25) значения технической скорости представить как отношение среднего пробега судов с грузом за оборот ко времени хода с грузом за оборот, а коэффициент использования времени на ход с грузом как отношение продолжительности хода с грузом за оборот к средней продолжительности оборота, то можно получить следующую формулу определения валовой производительности:

$$\rho_в = \rho \frac{l_{г.об}}{t_{об}}. \quad (6.26)$$

При проведении эксплуатационных расчетов, в зависимости от имеющихся исходных данных или цели их проведения, можно пользоваться любой формулой из трех представленных групп. При расчете валовой производительности для одинаковых исходных данных по формулам (6.23)–(6.26) расхождение в результатах расчетов не должно превышать точности вычислений.

**Пример.** Рассчитать валовую производительность работы флота на основании данных, приведенных в таблицах 6.4, 6.5.

Таблица 6.4 – Исходные данные для примера

Проект	Эксплуатационная грузоподъемность судна, т	Продолжительность оборота, сут	Расстояние перевозки, км	Время хода судна с грузом в обороте, сут
1565	4300	6,7	1723	4,2
791	2500	8,1	1539	5,6
576	2000	3,4	971	2,8

Решение. По формуле (6.20) рассчитывается валовая производительность работы группы судов:

$$\rho'_в = \frac{4300 \cdot 1723 \cdot 30 + 2500 \cdot 1539 \cdot 22 + 2000 \cdot 971 \cdot 52}{2,022 \cdot 10^6} =$$

$$= \frac{407,896 \cdot 10^6}{2,022 \cdot 10^6} = 210,7 \text{ т} \cdot \text{км/тоннаже} \cdot \text{сут.}$$

Для применения формулы (6.23) рассчитывается нагрузка по пробегу

$$\rho' = \frac{407,896 \cdot 10^6}{5000 \cdot 1723 \cdot 30 + 2700 \cdot 1539 \cdot 22 + 2000 \cdot 971 \cdot 52} = \frac{407,896 \cdot 10^6}{450,851 \cdot 10^6} = 0,905,$$

техническая скорость

$$u' = \frac{450,851 \cdot 10^6}{5000 \cdot 4,2 \cdot 30 + 2700 \cdot 5,6 \cdot 22 + 2000 \cdot 2,8 \cdot 52} = \frac{450,851 \cdot 10^6}{1,201 \cdot 10^6} = 375,5 \text{ км/сут.}$$

Тогда валовая производительность, рассчитываемая по формуле (6.23),

$$\rho'_в = 0,905 \cdot 0,62 \cdot 375,5 = 210,7 \text{ т} \cdot \text{км/тоннаже} \cdot \text{сут.}$$

### 6.3 Зависимость эксплуатационных показателей от условий работы флота

Состав транспортного флота, а особенно условия его работы, исключительно разнообразны. Естественно, что это разнообразие сказывается на конечных результатах транспортной деятельности – на эксплуатационных показателях работы флота.

Для разработки совершенной системы организации перевозочного процесса на водном транспорте требуется владеть данными о влиянии условий работы флота на эксплуатационные показатели его работы. Во многих случаях зависимость показателя от условий работы флота может быть установлена из расчетной формулы, но часто влияние условий работы флота на отдельные показатели носит противоречивый характер. В этом случае требуется осуществлять более глубокий анализ, выявлять закономерности и тенденции изменения показателей в различных условиях. Особенно это актуально для комплексного показателя – валовой производительности.

Так, например, строительство на естественном участке реки системы шлюзов позволяет повысить глубину на участке водного пути, что благоприятно скажется на показателях нагрузки по отправлению и по пробегу. Однако со строительством шлюзов снизится пропускная способность водного пути, появятся простои флота, что, в свою очередь, негативно скажется на значении коэффициента использования времени на ход с грузом.

Эксплуатационные показатели нагрузки зависят от характеристик грузов, перевозимых по участку водного пути, глубины судового хода и от продолжительности весеннего периода навигации (рисунок 6.2).

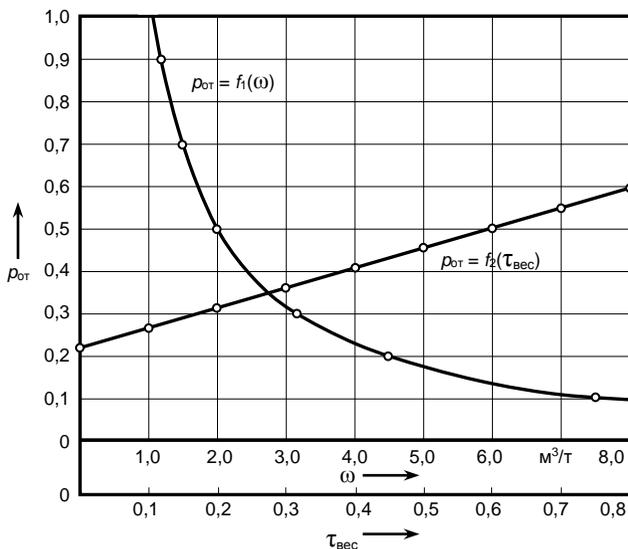


Рисунок 6.2 – Зависимость эксплуатационного показателя нагрузки по отправлению от условий работы флота: удельного погрузочного объема груза  $\omega$  и удельной продолжительности весеннего периода навигации  $\tau_{вес}$

Влияние на показатели использования флота характеристики грузопотоков менее наглядно, но не менее существенно, чем влияние путевых условий. Грузы легкие или тяжелые, совместимые или несовместимые по физико-химическим свойствам, навалочные и штучные, соотношение между объемами перевозок в прямом и обратном направлениях, совпадение или несовпадение пунктов назначения или отправления грузопотоков разного направления, период предъявления к перевозке различных грузов, дальность перевозок и другие характеристики грузопотоков определяют значения эксплуатационных показателей работы флота. Если в обороте появляются порожние пробоги, то сокращается доля ходового времени с грузом, а с ней и валовая производительность работы флота. На рисунке 6.3 показана зависимость коэффициента использования грузоподъемности от неравномерности грузов по направлениям.

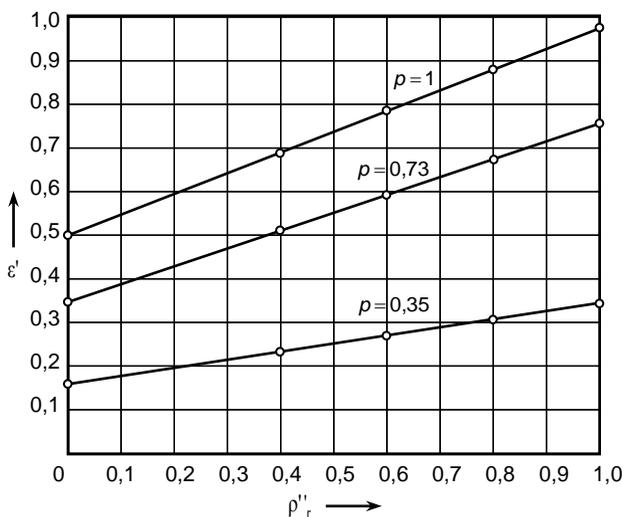


Рисунок 6.3 – Зависимость коэффициента использования грузоподъемности от неравномерности перевозок грузов по направлениям для различных значений показателя нагрузки по пробегу

Для установления зависимости коэффициента использования времени на ход с грузом одиночного грузового судна от различных факторов на рисунке 6.4 представлены графики зависимости данного коэффициента при одностороннем направлении грузовых потоков. Коэффициент использования времени на ход с грузом увеличивается при увеличении дальности перевозок грузов, нормы грузовой обработки и скорости движения судна в порожнем состоянии.

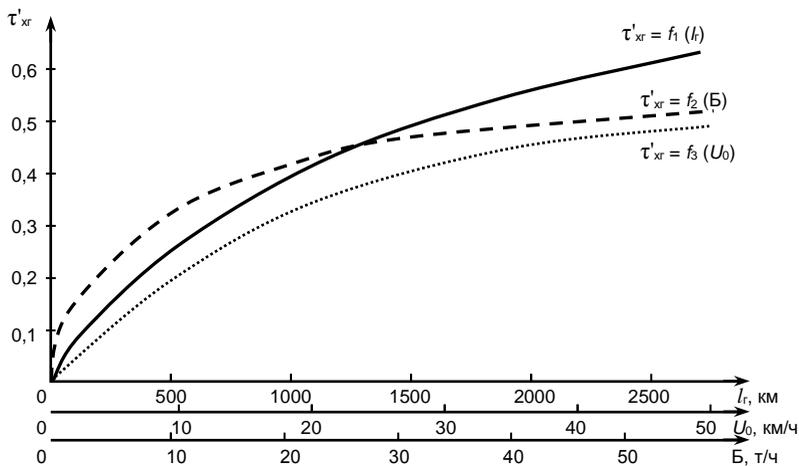


Рисунок 6.4 – Зависимость коэффициента использования времени на ход с грузом от различных факторов

При исследовании зависимости эксплуатационных показателей от условий работы флота большей неоднозначностью характеризуется их влияние на валовую производительность как на комплексный эксплуатационный показатель. Так, согласно формулам (6.23)–(6.26) рост технической скорости должен в равной пропорции приводить к росту и валовой производительности. Однако повышение скорости движения флота, в частности скорости движения флота в груженом состоянии, приводит к снижению времени движения флота с грузом, тем самым снижая коэффициент использования времени на ход с грузом, что в свою очередь должно повлиять на снижение валовой производительности.

Если формулу (6.26) детализировать, то можно выделить следующие тенденции влияния условий работы флота на валовую производительность: производительность растет с ростом нагрузки, среднего пробега с грузом  $l_r$ , технической скорости  $U_0$ , норм времени перегрузочных работ  $B$  и со снижением порожних пробегов, продолжительности технических, технологических операций в портах, в пути, прочих стоянок.

В случае же необходимости оценки влияния противоречивых факторов на валовую производительность требуется осуществлять более глубокий анализ. Высокой эффективностью оценки влияния различных условий работы флота на производительность характеризуются методы факторного анализа.

При этом следует отметить, что рассматривать зависимости только эксплуатационных показателей от условий работы флота было бы не совсем объективно. Например, наличие в корреспонденции грузопотоков

тарно-штучных грузов, как правило, не способствует повышению валовой производительности, так как нормы перегрузки тарно-штучных грузов небольшие, и суда простаивают под грузовой обработкой значительно больше времени, чем суда с навалочными грузами. Но, с другой стороны, тарно-штучные грузы являются более тарифицируемыми, их перевозка обеспечивает рост экономических показателей работы флота.

## 6.4 Экономические показатели работы транспортного флота

### 6.4.1 Эксплуатационные расходы и себестоимость перевозок

Себестоимость продукции представляет собой денежное выражение затрат предприятия на производство и реализацию единицы продукции. Так как продукцией транспорта является перевозка грузов и пассажиров, физической мерой транспортной продукции принято считать грузооборот и пассажирооборот либо размер перевозок грузов и пассажиров, то *себестоимость перевозок* измеряется как отношение расходов на перевозку к грузообороту (пассажирообороту) либо к размеру перевозок:

$$s = \frac{\sum \mathcal{E}}{\sum GI}, \quad (6.27)$$

$$s = \frac{\sum \mathcal{E}}{\sum G}. \quad (6.28)$$

Себестоимость перевозок является одним из важнейших экономических показателей, наиболее полно отражающим деятельность предприятия, так как формируется под воздействием факторов, определяющих как финансовую сторону деятельности предприятия, так и производительную. Она отражает уровень технической оснащенности и производительности труда, использование основных фондов и оборотных средств, уровень управления и организации перевозочного процесса. Именно по данной причине себестоимость перевозок является исходной базой для построения системы тарифов на транспорте.

Расходы на перевозку водным транспортом складываются из трех составных частей: расходы на грузовую обработку флота, на его эксплуатацию и на обеспечение судоходства (например, расходы, связанные с паузой флота в пути следования, обеспечение радиосвязи, портовые сборы и т. д.).

Следует отметить, что для полноты оценки реальных расходов от транспортной деятельности, покрываемых за счет доходов от перевозок, в числе прочих расходов целесообразно учитывать расходы по содержанию объектов социальной сферы, выплаты по кредитам и некоторые другие.

В зависимости от способа отнесения расходов на отдельный конкретный вид продукции или выполняемой транспортной работы все расходы подразделяются на прямые и косвенные. К прямым относятся расходы, которые непосредственно связаны с выполнением транспортной работы, к косвенным – расходы, связанные с выполнением нескольких видов работ, например, расходы на содержание управлений судоходных компаний (пароходств), портов.

Расходы на содержание транспортного флота составляют основную долю общих расходов на перевозку – *эксплуатационных расходов*. В целом эксплуатационные расходы судна состоят из расходов на амортизацию, техническую эксплуатацию и зимний отстой, материалы и износ малоценных, быстроизнашивающихся предметов, содержание экипажа в рейсе, горюче-смазочные материалы, административно-управленческие и пр.

Расходы на амортизацию имеют весомое значение в себестоимости перевозок вследствие значительной фондоемкости водного транспорта. Современное грузовое судно представляет собой сложный инженерно-технический объект, имеющий высокую строительную стоимость, а годовой расход на амортизацию определяется умножением балансовой стоимости судна на норму амортизационных отчислений:

$$A_m = \frac{\Phi_6 N_6}{100}, \quad (6.29)$$

где  $\Phi_6$  – балансовая стоимость судна, руб.;

$N_6$  – годовая норма амортизационных отчислений, %.

Расходы на техническую эксплуатацию судов определяются на основании плановых мероприятий технической эксплуатации (ремонт, модернизацию, текущее обслуживание) и вероятных мероприятий (например, аварийный ремонт и послеаварийное обслуживание). В проектных расчетах себестоимости содержания флота данный вид расходов может быть определен в процентах от строительной стоимости судна.

Расходы на материалы и износ малоценных, быстроизнашивающихся предметов могут быть определены исходя из среднегодовой нормы, устанавливаемой в процентах от первоначальной стоимости этого инвентаря. В проектных расчетах годовой расход на износ малоценных и быстроизнашивающихся предметов рекомендуется принимать в диапазоне от 0,15 до 0,20 % от строительной стоимости судна.

Расходы на содержание экипажа в рейсе включают в себя основную, дополнительную заработную плату с отчислением на социальное страхование и расходы на рацион бесплатного питания.

По действующей на водном транспорте повременно-премиальной системе оплаты труда плавсостава его заработная плата включает оплату по должностным окладам, надбавки и премии. Годовой фонд оплаты труда плавсостава включает сумму окладов за эксплуатационный период, за время отгулов, предоставляемых в межнавигационный период, за работу в выходные и праздничные дни и сверхустановленной продолжительности рабочего дня, за дни ввода и вывода судна из эксплуатации.

Расходы на горюче-смазочные материалы определяются произведением нормы их расхода (по данному конкретному судну при выполнении им определенных работ) за некоторый период времени на стоимость данных материалов.

Расход топлива и смазочных материалов зависит от режима работы главной двигательной установки судна. Например, практика эксплуатации флота показывает, что в период маневров расход топлива буксиратолкача составляет примерно 65 % расхода его в ходовом режиме, а во время стоянки – 5 %, поэтому по данному виду флота рассчитывают три дифференцированные ставки: на ходу, на маневрах и на стоянке. По грузовому флоту рассчитываются две из них: на ходу и на стоянке.

Нормативы переменных расходов топлива и смазочных материалов можно вычислить, пользуясь соответствующими паспортными показателями, представленными в натуральном выражении. В этом случае ставки расходов на топливо  $C_T$  и смазочные материалы  $C_M$  могут быть установлены по формулам:

– на ходу

$$C_{Tx} = g_T \cdot \Pi_T, \quad (6.30)$$

– на стоянке

$$C_{Tст} = 0,05g_T \cdot \Pi_T; \quad (6.31)$$

$$C_M = g_M \cdot \Pi_M, \quad (6.32)$$

где  $\Pi_T$ ,  $\Pi_M$  – стоимость соответственно топлива и смазочных материалов;  $g_T$ ,  $g_M$  – нормативы расхода топлива на ходу и масла за единицу времени.

При выполнении практических расчетов с некоторым приближением нормативы  $g_T$  и  $g_M$  могут быть ориентировочно определены исходя из среднестатистического значения приведенного расхода топлива самоходного флота, приходящегося на 1 кВт мощности главных двигателей за 1 час их работы, который составляет 0,27 кг·кВт·ч.

Общие и административно-управленческие расходы, распределяемые между судами, составляют расходы на содержание административно-управленческого аппарата, расходы на содержание зданий, на приобретение различного инвентаря и пр. Данный вид расходов может быть исчислен в сметах по судоходной компании в целом с последующим распределением между судами.

#### **6.4.2 Доходы, прибыль и рентабельность перевозок. Производительность труда**

Доходы от перевозок являются основным источником финансовых ресурсов судоходных компаний (пароходств), из которых и возмещаются затраты на заработную плату, топливо и материалы, на ремонт флота и прочие расходы.

Доходы транспортного предприятия, как и других предприятий материальных отраслей производства, составляет плата за реализованную продукцию, то есть за перевозки грузов, выраженная в тарифах.

Тарифы речного транспорта представляют собой провозную плату за перевозку грузов и пассажиров, которая должна возмещать предприятию все издержки по перевозкам и обеспечивать необходимые накопления в размере определенного процента.

Плановые доходы парохозяйства могут быть установлены на основании средней доходной ставки, которую рассчитывают в целом по судоходной компании или по отдельным родам груза путем деления фактических доходов от перевозок на фактически выполненный грузооборот:

$$\bar{d} = \frac{\sum D}{\sum G_i}. \quad (6.33)$$

Таким образом, доходная ставка представляет собой средневзвешенное значение провозной платы и прочих сборов на перемещение одной тонны груза на один километр пути. Если в плановом году структура грузооборота и специфика договорных взаимоотношений между судовладельцем и грузовладельцами не изменились, то доходы от перевозок могут быть с достаточной степенью вероятности определены произведением планируемого грузооборота и средней доходной ставки.

В общем виде прибыль от перевозок рассчитывается как разница между валовыми доходами и расходами:

$$\Pi = \sum D - \sum \mathcal{E}. \quad (6.34)$$

Экономический показатель работы флота – рентабельность – рассчитывается по формуле

$$\rho = \frac{\sum D - \sum \mathcal{E}}{\sum \mathcal{E}} = \frac{\Pi}{\sum \mathcal{E}}. \quad (6.35)$$

В настоящее время, когда перевозки осуществляются по гибкой системе тарификации, процесс формирования тарифа включает в себя обоснование планируемого значения показателя рентабельности. В этом случае, руководствуясь значением себестоимости перевозок, методика расчета которой рассмотрена в предыдущем разделе, на основании планируемого значения рентабельности можно планировать доходы от перевозок:

$$D = (1 + \rho)\mathcal{E} = (1 + \rho)\sum G_i. \quad (6.36)$$

В условиях конкуренции обоснование объективного значения показателя рентабельности является сложной оптимизационной задачей. С одной стороны – максимизация рентабельности благоприятно сказывается на деятельности судоходной компании, что выражается, при постоянных расходах, в росте прибыли (формула (6.39)). Но с другой сторо-

ны – максимизация рентабельности ведет к увеличению тарифных ставок, что в условиях конкурентоспособности может привести к тому, что грузовладелец откажется от услуг данного перевозчика.

На сегодняшний день, в силу специфики экономической ситуации, задача обоснования величины тарифной ставки на перевозку груза в условиях конкурентного окружения очень актуальна. Методики обоснования величины тарифной ставки в своих трудах предлагаются различными авторами. Однако, несмотря на различия, обусловленные спецификой решаемой задачи, методы ее решения идентичны. При этом авторами анализируемых методик, как правило, даются рекомендации по определению не конкретного значения тарифной ставки, удовлетворяющей всех участников процесса товародвижения, а диапазона, характеризующегося верхней и нижней границами тарифной ставки.

Например, можно выделить диапазон значений тарифной ставки  $T_c$ , в котором достигается экономически приемлемый компромисс:

$$\frac{C_2 - \Delta_y - (C_1 + \Delta_0 - s)(1 + t_{\text{пер}}\beta)}{2 + (1 + t_{\text{пер}}\beta)} \geq T_c \geq \frac{C_2 - \Delta_y - (C_1 + \Delta_0) \left( 1 + \frac{t_{\text{пер}}\rho_{\text{гр}}}{360} \right) + sp_{\text{гр}} \left( \frac{1}{\rho_{\text{пер}}} + \frac{t_{\text{пер}}}{360} \right)}{1 + \rho_{\text{гр}} \left( \frac{1}{\rho_{\text{пер}}} + \frac{t_{\text{пер}}}{360} \right)}, \quad (6.37)$$

где  $C_2$ ,  $C_1$  – рыночная цена перевозимого товара в пункте назначения и потребления, руб./т;

$\Delta_y$ ,  $\Delta_0$  – потери грузовладельца, вызванные естественной физической убылью груза и прочими издержками при заключении коммерческой сделки, руб./т;

$s$  – себестоимость перевозки с учетом погрузки, выгрузки и вспомогательных операций, руб./т;

$t_{\text{пер}}$  – период перевозки, сут;

$\beta$  – суточная ставка банковского депозита, %;

$\rho_{\text{пер}}$ ,  $\rho_{\text{гр}}$  – средняя рентабельность деятельности перевозчика и грузовладельца, %.

Естественно, что в конкурентных условиях функционирования рынка часть составляющих формулы (6.37) являются элементом «коммерческой тайны» перевозчика или грузовладельца, а следовательно, могут быть недоступны для исследователя. Поэтому в условиях конкуренции для определения планируемого уровня рентабельности перевозки, а впоследствии и тарифной ставки, удовлетворяющей как судоходную компанию, так и грузовладельца, рекомендуется использовать следующую методику.

В качестве исходных данных выступают себестоимость доставки груза водным транспортом и размеры тарифных ставок конкурентов.

В соответствии с формулой (6.36) при рентабельности перевозки водным транспортом, равной нулю, тарифная ставка будет равняться себестоимости  $s$  (рисунок 6.5). При исключении прочих факторов, влияющих на выбор грузовладельца (например, таких как эластичность спроса, величина издержек грузовладельца, связанных с иммобилизацией оборотных средств в грузах; издержек, связанных с потерей потребительской стоимости груза в процессе его доставки), с увеличением рентабельности тарифная ставка ( $T_{с\text{ВТ}} = f(\rho)$ ) возрастает, как показано на рисунке 6.5.

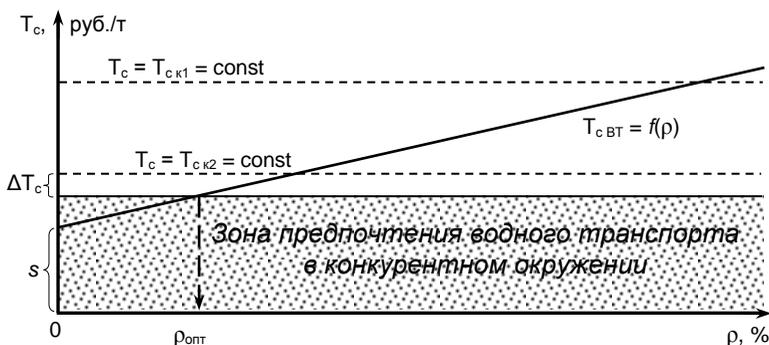


Рисунок 6.5 – Определение оптимального уровня планируемой рентабельности перевозок водным транспортом

Тарифные ставки конкурентов в данном случае выступают как постоянные величины  $T_{с\text{к}1}$ ,  $T_{с\text{к}2}$ , причем наибольшей конкурентоспособностью обладает перевозчик, предлагающий минимальную тарифную ставку.

Тогда, задав значение разницы в тарифных ставках  $\Delta T_c$  (судоходной компании и наиболее конкурентоспособного перевозчика), выступающей в качестве экономического стимула, определяют «зону предпочтения» грузовладельцем перевозки с использованием услуг судоходной компании (см. рисунок 6.4). Абсцисса точки пересечения графика функции  $T_{сВТ} = f(\rho)$  и прямой  $T_c = T_{с\text{к}2} - \Delta T_c$  характеризует оптимальный процент рентабельности, при котором максимизируется прибыль судоходной компании, а тарифная ставка при этом оказывается ниже тарифной ставки конкурентов, то есть имеет место экономически приемлемый сторонами компромисс. Ордината этой точки – тарифная ставка, соответствующая данной рентабельности.

Следует отметить, что данная методика применима не только при обосновании оптимального уровня рентабельности перевозок флотом судоходной компании, но и при выборе оптимального варианта организации его движения. Так как варианты организации движения флота также характеризуются различными значениями экономических показате-

лей, а доходы судоходная компания получает от оплаты грузовладельцем ее услуг по одной тарифной ставке, то оптимальным вариантом является тот, значение рентабельности по которому имеет максимальное значение при обеспечении конкурентных преимуществ (рисунок 6.6).

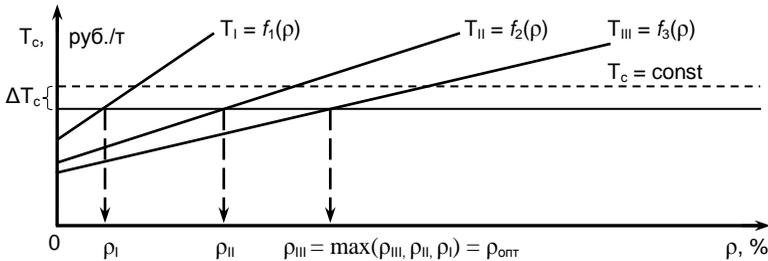


Рисунок 6.6 – Определение оптимального варианта организации движения флота

В соответствии с данными рисунка 6.6 к рассмотрению представлены три варианта организации движения флота, обладающие различными экономическими показателями. При условии обеспечения компромисса и в условиях конкурентного окружения оптимальным вариантом является вариант III, обладающий максимальным значением рентабельности при установленном значении тарифной ставки, оказывающейся ниже ставок конкурентов.

Еще одним важным экономическим показателем работы флота является показатель, характеризующий эффективность труда плавсостава и береговых работников, – производительность труда в денежном либо в натуральном выражении:

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{\sum Gl}{(n_{\text{эк}}\Phi + n_{\text{бер}})t_3}; \quad (6.38)$$

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{\bar{d}\sum Gl}{(n_{\text{эк}}\Phi + n_{\text{бер}})t_3}, \quad (6.39)$$

где  $n_{\text{эк}}$ ,  $n_{\text{бер}}$  – численность плавсостава и береговых работников, чел.;

$\Phi$  – потребность во флоте, судов.

Как видно из зависимостей (6.38), (6.39), под производительностью труда понимается количество транспортной работы (доходов), приходящейся на одного работника отрасли в одни сутки эксплуатационного периода (валовые сутки).

На рост производительности труда на перевозках влияет ряд факторов, но первостепенное влияние оказывают факторы, вызывающие рост валовой производительности и снижение численности персонала.

## 6.5 Взаимосвязь эксплуатационных и экономических показателей работы флота

Как было сказано в подразд. 6.1, эксплуатационные и экономические показатели работы транспортного флота тесно взаимосвязаны, что позволяет объединять их в одну систему – систему эксплуатационно-экономических показателей.

В подразд. 6.3 пособия показано, что рост валовой производительности, а следовательно, нагрузки, коэффициента использования времени на ход с грузом, технической скорости вызывается ростом количества транспортной работы, совершенной флотом. Значит, между эксплуатационными и экономическими показателями, в расчетной формуле которых присутствует грузооборот, имеется взаимосвязь. Если же учесть, что многие экономические показатели являются составной частью или фактором, оказывающим непосредственное влияние на другой экономический показатель, то раскрывается общая тенденция зависимости и взаимосвязи эксплуатационных и экономических показателей работы флота.

Данный факт – не случайное совпадение, а проявление единства между производственными условиями и экономическими характеристиками. Повышение экономичности перевозок может быть достигнуто за счет повышения производительности и, соответственно, сокращения затрат флота по транспортным операциям. Сокращение затрат флота приводит к сокращению эксплуатационных расходов, трудовых затрат, стоимости основных фондов, а это, в свою очередь, снижает себестоимость перевозок, повышает производительность труда работников, рентабельность перевозки и фондоотдачу.

Отражением единства эксплуатационных и экономических показателей является система планирования экономических показателей, значения которых планируются исходя из планируемых значений грузооборота и валовой производительности. Такая система планирования экономических показателей была широко распространена в парокходствах Советского Союза, но вследствие изменений, связанных с реорганизацией системы управления транспортом на постсоветском пространстве, утратила свою значимость. Некоторое время в стратегии управления судоходными компаниями системе эксплуатационных показателей уделялось недостаточное внимание, а в качестве критериев эффективности выступали только экономические показатели.

Сегодня большинство руководителей судоходных компаний понимают взаимосвязь экономических и эксплуатационных показателей и вышеописанная тенденция не наблюдается. В качестве комментария и вывода к данному разделу следует добавить, что экономическое состояние судоходной компании, размеры фондов, расходуемых на оплату труда и развитие социальной сферы, всецело зависят от выполнения производственных показателей и эффективного использования флота.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1 Назначение системы эксплуатационно-экономических показателей работы флота.
- 2 Методика расчета эксплуатационных показателей нагрузки.
- 3 Методика расчета эксплуатационных показателей использования флота по времени.
- 4 Методика расчета эксплуатационных показателей скорости.
- 5 Методика расчета эксплуатационных показателей производительности работы флота.
- 6 Зависимость эксплуатационных показателей от условий работы флота.
- 7 Методика расчета экономических показателей работы флота.
- 8 Взаимосвязь эксплуатационных и экономических показателей работы флота.

---

# 7

# ПЛАНИРОВАНИЕ ПЕРЕВОЗОК НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

---

## 7.1 Навигационное планирование работы флота

### 7.1.1 Понятие о графике движения флота

Главная цель организации перевозочного процесса на водном транспорте – удовлетворение потребности грузовладельцев в перевозках. Многообразие факторов и условий, от которых зависит эффективность этого процесса, а также высокая степень стохастичности транспортного производства определяют необходимость планирования перевозочной и сопутствующей ей деятельности предприятий транспорта.

Для решения многочисленных вопросов организации перевозок грузов и движения флота на год судоходные компании разрабатывают *навигационные планы*, называемые чаще графиком движения флота. Название навигационного плана перевозок (график движения флота) сложилось исторически. На определенном этапе развития эксплуатационной науки водного транспорта оно полностью соответствовало его содержанию, когда навигационный план представлялся в виде графического изображения – графика. Со временем содержание данного понятия изменилось.

График движения флота, как навигационный план, представляет собой совокупность плановых и нормативных документов, регламентирующих оптимальное закрепление грузовых судов за грузопотоками прямого и обратного направлений, согласование движения несамоходных судов и тяговых средств, движения флота с обработкой его в портах, пропуском через шлюзы, техническим обслуживанием и ремонтом, а также иные вопросы организации перевозочного процесса.

Навигационный план призван обеспечивать:

- выполнение годового плана перевозок грузов и установленных эксплуатационно-экономических показателей;
- целесообразное использование провозной способности флота, пропускной способности портов, пути и гидротехнических сооружений;
- выполнение установленных сроков доставки грузов;
- безопасность движения флота;
- согласованную работу всех звеньев водного транспорта с грузовладельцами и со смежными видами транспорта.

Судоходные компании при организации перевозочного процесса должны учитывать значительное число факторов, которые так или иначе влияют на конечные результаты ее деятельности. Поэтому разработка навигационного плана является сложной многовариантной задачей со значительным числом исходных данных и ограничений.

График движения и обработки флота как плановый документ состоит из трех основных разделов: навигационный план освоения грузопотоков, план портового и путевого обслуживания грузового флота, план тягового обслуживания несамоходных судов, плотов и плавучих объектов.

Кроме перечисленных, документами графика движения флота являются планы открытия и закрытия навигации, весеннего завоза грузов на боковые реки и другие документы, разрабатываемые в судоходных компаниях применительно к специфике их работы.

Следует отметить, что специфика деятельности судоходных компаний определяет не только состав документов навигационного плана, но и требуемую детализацию планирования. В Республике Беларусь, например, номенклатура перевозимых грузов и эксплуатационные условия, в которых работает флот, изменяются незначительно, при том, что пропускная способность водных путей, портов и судопропускных сооружений используется со значительным резервом, а флот представлен ограниченным числом проектов. Основная деятельность РТУП «Белорусское речное пароходство» – местные перевозки строительных грузов на незначительные расстояния. В таких условиях система планирования перевозок не утратила свою значимость, оставаясь одной из важнейших функций управления пароходством, но процесс решения задач планирования претерпел существенное упрощение и основывается, в основном, на анализе показателей прошлой навигации и экспертном опыте. Несмотря на это, общий алгоритм разработки навигационного плана остается неизменным, как и набор исходных данных, требуемых для эффективного решения оптимизационных задач планирования.

### **7.1.2 Последовательность и исходные данные для разработки навигационного плана работы флота**

От корректной разработки навигационного плана работы флота зависит, во-первых, эффективность выполнения пароходством плана перевозок грузов, во-вторых, экономические и финансовые результаты деятельности пароходства, в третьих, эффективность планов, детализирующих навигационный план (месячные, декадные, суточные), а также корректность и эффективность планов более высоких уровней. Поэтому к разработке навигационного плана требуется подходить с особой тщательностью, максимально детализируя решаемые при планировании задачи, которые должны основываться на качественно обработанных исходных данных и результатах анализа опыта предыдущих навигаций.

Разработка навигационного плана работы флота осуществляется на основании схемы, представленной на рисунке 7.1.

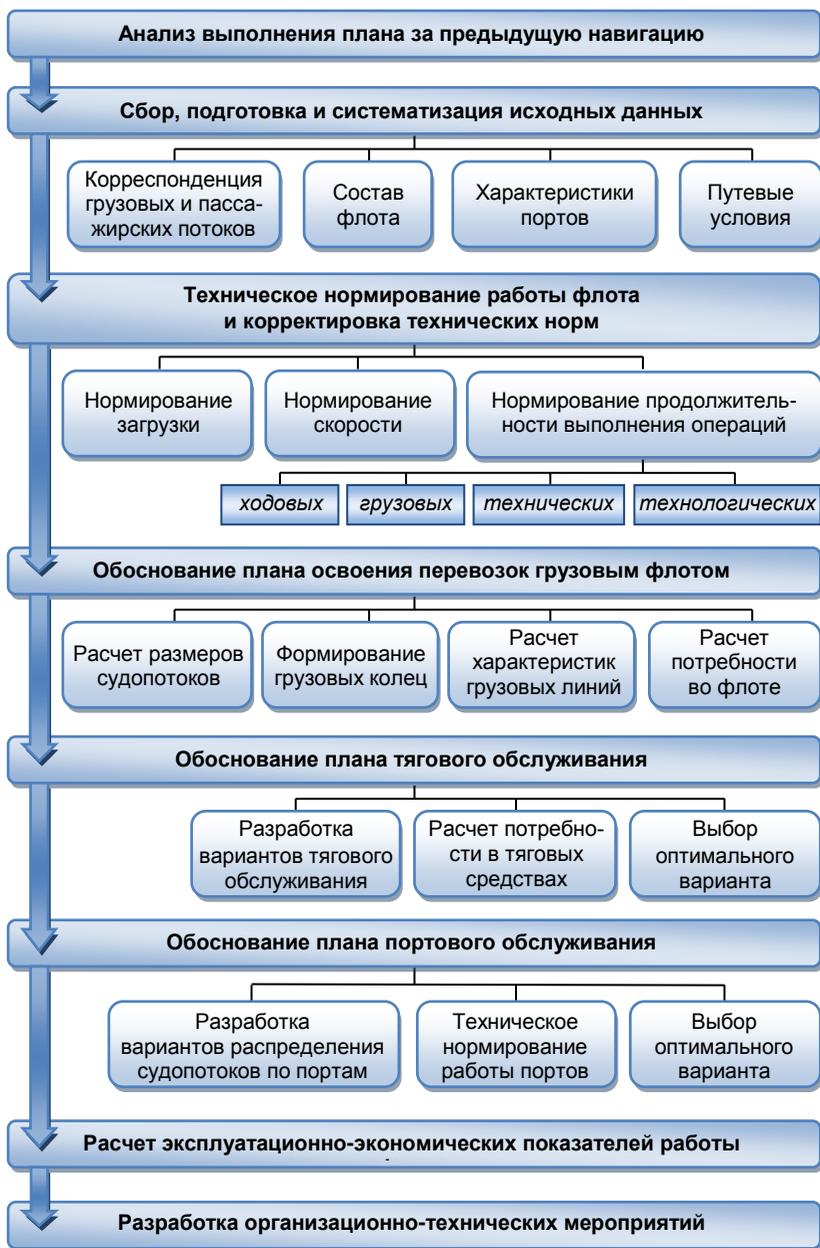


Рисунок 7.1 – Схема разработки графика движения флота

Разработка графика движения флота начинается с анализа показателей плана предыдущей навигации. Применение при этом факторного анализа эксплуатационно-экономических показателей работы флота в целом по пароходству позволяет выявить факторы, которые привели к отклонениям наиболее важных результирующих показателей. Дальнейшая детализация анализа направляется на выявление отклонений от плана по конкретным видам деятельности, видам флота, портам и т. д.

Цель анализа работы флота в предыдущую навигацию – выявление причин невыполнения отдельных мероприятий и недопущение подобных случаев в планируемый период. При этом анализируют нормы загрузки, скорости, времени и степень их выполнения по типам флота, участкам работы, портам, родам грузов.

Следующим этапом разработки навигационного плана работы флота является подготовка и анализ исходных данных, основной состав которых следующий:

- плановая корреспонденция грузовых и пассажирских потоков;
- технико-экономические характеристики судов и сведения об их наличии;
- характеристика портов и причалов;
- характеристика путевых условий на водных путях бассейна;
- характеристика ремонтно-эксплуатационных баз и судоремонтных предприятий, их специализация и дислокация в бассейне;
- технические нормы загрузки и скорости флота, времени выполнения отдельных транспортных операций.

Корреспонденция грузовых и пассажирских потоков является базой, на основании которой осуществляется организация перевозочного процесса. На основании ее уточняются размеры перевозок и периоды предъявления грузов к перевозке по каждому грузопотоку, оценивается неравномерность и густота перевозок на отдельных участках водных путей, рассматриваются возможности сочетания грузопотоков прямого и обратного направлений.

К исходным данным по флоту относятся специализация флота, его виды и типы, численность, главные размерения, основные технические характеристики (скорость, мощность, грузоподъемность), стоимость содержания судна за час или сутки, штат команды, порт или ремонтно-эксплуатационная база приписки, автономность плавания.

Для эффективного планирования перевозок требуется обладать сведениями по портам и причалам: о специализации и числе взаимозаменяемых причалов, применяемых схемах механизации, пропускной способности, вместимости складов, габаритах портов акватории, длине и типе причальных стенок.

Эффективность работы флота во многом определяется гидрометеорологическими и путевыми условиями в бассейне. Глубина, ширина, радиус закругления судового хода, размеры камер шлюзов ограничивают

осадку и другие размеры флота, который может эксплуатироваться на участках водного пути, его загрузку. Ветро-волновой режим, наблюдаемый в течение навигации на водном пути, определяет класс флота, эксплуатируемого на нем, а продолжительность эксплуатационного периода влияет на интенсивность отправления флота из портов. Протяженность участков со схожими характерными условиями судоходства определяют скорость и продолжительность движения флота по ним.

Географическое размещение пунктов приписки флота, ремонтно-эксплуатационных баз и судоремонтных предприятий оказывает влияние на расстановку флота по участкам водных путей и при закреплении их за грузопотоками. При эксплуатации флота в пределах порта приписки или ремонтно-эксплуатационной базы сокращаются порожние пробеги флота при вводе его в эксплуатацию и выводе из нее, обеспечиваются благоприятные социально-бытовые условия экипажей судов.

Основой любого планирования является нормативная база, в качестве которой выступает система технических норм загрузки, скорости флота и времени выполнения отдельных операций. По этой причине технические нормы должны регулярно корректироваться на основании сложившегося опыта эксплуатации флота и анализа их выполнения в предыдущую навигацию.

По результатам анализа выполнения графика движения флота за истекшую навигацию и на основании исходных данных разрабатываются план освоения перевозок, план тягового обслуживания флота, план портового обслуживания и прочие составляющие навигационного плана.

Завершается разработка графика расчетом эксплуатационно-экономических показателей работы флота и разработкой соответствующей технической документации.

С целью обеспечения выполнения навигационного плана работы флота разрабатываются конкретные организационно-технические мероприятия для портов, пристаней, отдельных подразделений судоходной компании и назначаются ответственные лица за их выполнение.

### **7.1.3 План освоения грузопотоков**

*План (схема) освоения грузопотоков* определяет оптимальную схему закрепления грузовых самоходных и несамоходных судов по участкам работы на навигацию. Цель разработки плана – освоение всех плановых грузопотоков и достижение при этом максимального значения критерия эффективности работы флота. Таким критерием может быть любой показатель, определяющий материальные или трудовые затраты на перевозку: валовая производительность, доходы, прибыль, производительность труда, рентабельность, эксплуатационные расходы или себестоимость. В двух последних случаях оптимум достигается при минимальном значении критерия. Иногда на выбор критерия могут влиять факторы

экологического, социально-политического, оборонного значения, например, доставка груза или пассажиров к определенной дате, независимо от значений прочих критериев.

Естественно, что на схему грузопотоков влияют и долгосрочные последствия чрезвычайных ситуаций. Так, после аварии на Чернобыльской АЭС было прекращено пассажирское сообщение по наиболее эффективным и пользующимся популярностью туристским и скоростным линиям Республики Беларусь.

Разработке плана освоения грузопотоков предшествует анализ исходных данных и прежде всего корреспонденции грузопотоков, характеристик флота и условий пути.

Задача оптимального планирования, как отмечалось ранее, является многовариантной, и решение ее является весьма трудоемким процессом. Для наглядности на рисунке 7.2 представлен граф возможных вариантов организации перевозок экспортно-импортных грузов белорусским флотом. Как видно из рисунка, даже в условиях численного ограничения видов и типов флота (5 вариантов), грузопотоков прямого и обратного направлений (13 экспортных и 11 импортных) количество вариантов схем организации перевозок оказывается значительным.

Таким образом, при повышении детализации исходных данных и тем самым повышая точность планируемых показателей работы флота, резко увеличивается количество рассматриваемых вариантов и, как следствие, трудоемкость решения задачи. В таких условиях основой эффективного планирования является использование современных математических методов оптимального планирования и средств информационных технологий.

Один из вариантов комплексной экономико-математической модели обоснования плана освоения перевозок с участием смежных видов транспорта следующий. Пусть имеются исходные данные:

$I$  – множество рассматриваемых грузопотоков,  $i \in I$ ;

$J$  – множество схем доставки груза,  $j \in J$ ;

$K$  – множество транспортных узлов сети, в которых осуществляется переработка рассматриваемых грузопотоков (пункты отправления, назначения, перевалки или паузы грузов),  $k \in K$ ;

$E_k$  – множество схем доставки груза, проходящих через  $k$ -й транспортный узел сети с переработкой в нем,  $E_k \in J$ ;

$H$  – множество участков транспортной сети, которые используются в намеченных схемах доставки грузов,  $h \in H$ ;

$R_h$  – множество схем, проходящих через  $h$ -й участок транспортной сети,  $R_h \in J$ ;

$F$  – множество видов транспорта, рассматриваемых в намеченных схемах доставки грузов,  $f \in F$ ;

$D_j$  – множество вариантов организации перевозки на  $j$ -й схеме  $d \in D_j$ ;

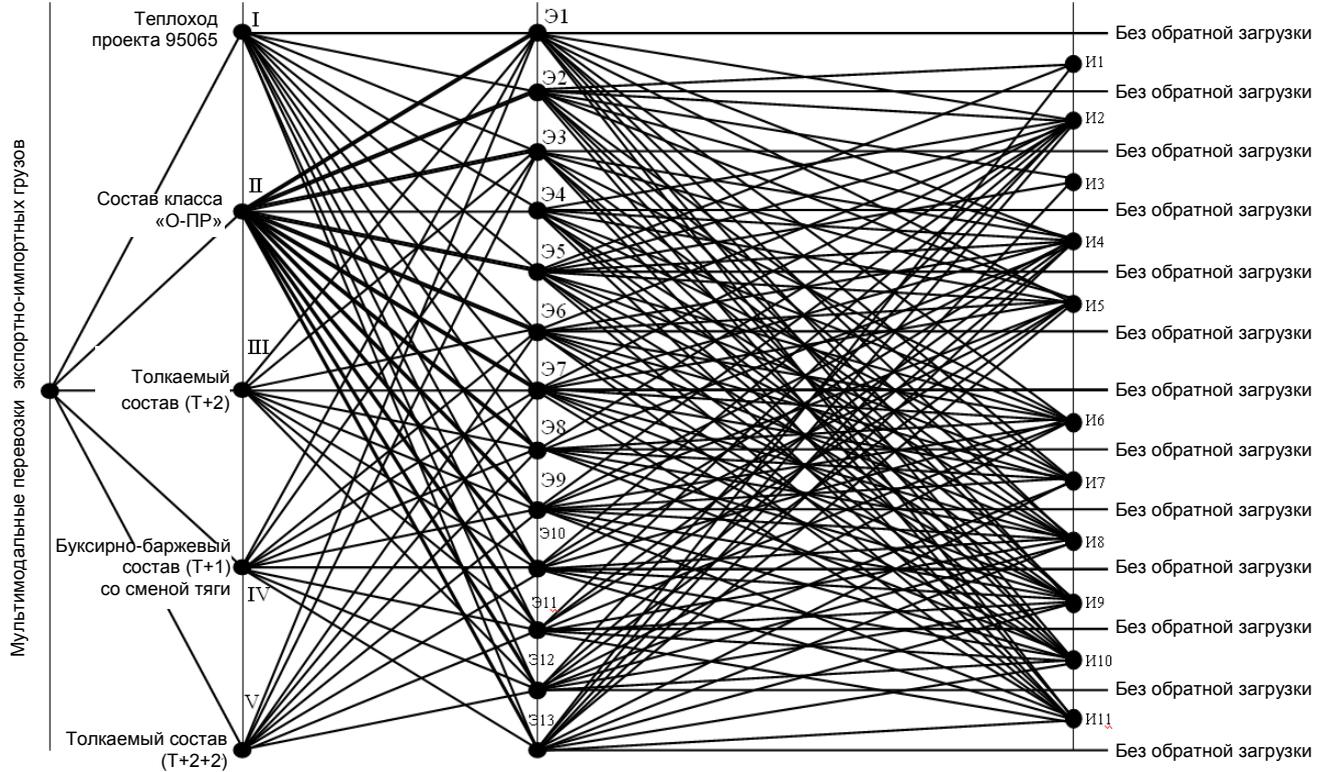


Рисунок 7.2 – Граф вариантов схем организации мультимодальных перевозок экспортно-импортных грузов Республики Беларусь с участием водного транспорта

$M_f$  – множество схем с участием  $f$ -го вида транспорта;

$Q_f$  – множество типов подвижного состава  $f$ -го вида транспорта, которые могут быть использованы на перевозках,  $q \in Q$ ;

$T_{ijd}$  – тарифная ставка на перевозку единицы груза при освоении  $i$ -го грузопотока по  $j$ -й схеме с использованием  $d$ -го сочетания типов подвижного состава;

$S_{ijd}$  – себестоимость перевозки единицы груза при освоении  $i$ -го грузопотока по  $j$ -й схеме с использованием  $d$ -го сочетания типов подвижного состава;

$\Pi_k$  – пропускная способность  $k$ -го транспортного узла;

$Z_f$  – провозная способность  $f$ -го вида транспорта в рассматриваемой транспортной системе;

$P_h$  – пропускная способность  $h$ -го участка транспортной сети;

$G_i$  – размер  $i$ -го грузопотока;

$L_{jff}$  – расстояние перевозок  $f$ -м видом транспорта при освоении  $i$ -го грузопотока по  $j$ -й схеме;

$B_{ijdfq}$  – провозная способность одной единицы подвижного состава  $q$ -го типа  $f$ -го вида транспорта при  $d$ -м сочетании типов подвижного состава на  $j$ -й схеме при освоении  $i$ -го грузопотока;

$\Phi_q$  – наличие подвижного состава  $q$ -го типа  $f$ -го вида транспорта, который может быть использован для работы в рассматриваемой транспортной сети, ед.

В качестве искомой переменной выступает  $X_{ijd}$  количество груза  $i$ -го грузопотока, осваиваемого по  $j$ -й схеме доставки с использованием  $d$ -го сочетания типов подвижного состава.

Поиск оптимального набора искомых параметров может быть произведен путем реализации нижеприведенной экономико-математической модели.

Функция цели – максимизация общей прибыли от перевозок грузов:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{d \in D_j} T_{ijd} - s_{ijd} X_{ijd} \rightarrow \max \quad (7.1)$$

В качестве ограничений выступают ограничения по пропускной способности пути и транспортных узлов, по провозной способности отдельных видов транспорта, по наличию подвижного состава и условие освоения всех грузопотоков, представленных к перевозке:

1) по количеству предъявленного к перевозке груза:

$$\sum_{j \in J} \sum_{d \in D_j} X_{ijd} = G_i; \quad (7.2)$$

2) по пропускной способности транспортных узлов:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in E_k} \sum_{d \in D_j} X_{ijd} \leq \Pi_k; \quad (7.3)$$

- 3) по пропускной способности пути:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in R_n} \sum_{d \in D_j} X_{ijd} \leq P_n; \quad (7.4)$$

- 4) по провозной способности отдельных видов транспорта:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in M} \sum_{d \in D_j} X_{ijd} \cdot L_{ijf} \leq Z_f; \quad (7.5)$$

- 5) по наличию подвижного состава определенного типа:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in M} \sum_{d \in D_j} \frac{X_{ijd}}{B_{ijdfq}} \leq \Phi_{fq}; \quad (7.6)$$

- 6) неотрицательность переменных:

$$X_{ijd} \geq 0, i \in I, j \in J_i, d \in D_{ij}. \quad (7.7)$$

Применение данной экономико-математической модели позволяет найти оптимальный вариант плана освоения перевозок, однако многообразие исходных данных негативно сказывается на количестве рассматриваемых вариантов и, как следствие, на трудоемкости нахождения ее решения.

Снизить количество рассматриваемых вариантов позволяет применение эвристических методов, основанных на мнениях экспертов и систематизации общих закономерностей эффективного использовании флота на перевозках. Систематизация таких закономерностей позволила выделить общие рекомендации по эффективному закреплению флота на перевозках, основные из которых следующие:

- для перевозки навалочных грузов (угля, руды, гравия, песка, шлака и других) следует использовать суда открытого типа без палубных покрытий, а также суда-площадки;
- для грузов, требующих по своим физико-химическим свойствам закрытых от атмосферных осадков помещений (зерна, цемента, бумаги, муки, химических удобрений и др.), следует использовать трюмные суда с люковыми закрытиями;
- грузы, требующие повышенных скоростей доставки, рекомендуются перевозить в грузовых самоходных судах;
- минерально-строительные или другие массовые грузы, следующие на большие расстояния с выходом флота в смежные парокходства, желательно перевозить в большегрузных составах, включая секционные;
- перевозки грузов в несамоходных судах, как правило, дешевле перевозок в грузовых теплоходах;
- себестоимость перевозок снижается с увеличением грузоподъемности судов и пробега их с грузом;
- с увеличением грузоподъемности судна возрастают его строительная стоимость и эксплуатационные расходы, а их удельные показатели снижаются;

– при малых пробегах и низких нормах перегрузочных работ выбирают суда небольшой грузоподъемности с целью снижения времени кругового рейса и времени стоянок под обработкой; это же рекомендуется и при малых партиях груза, предъявленного к перевозке;

– габаритные размеры грузовых судов определяются путевыми условиями участков, на которых эти суда будут эксплуатироваться, а также размерами судопропускных сооружений и каналов;

– класс Регистра судна должен определяться разрядом водного пути, где оно будет эксплуатироваться;

– для перевозки тарно-штучных грузов в контейнерах, скоропортящихся грузов, а также других специальных грузов, которые могут быть перевезены в специализированных судах (при условии их наличия) рекомендуется использовать специализированный подвижной состав: суда-контейнеровозы, цементовозы, зерновозы, рефрижераторы и т. д.

Использование при обосновании плана освоения перевозок вышеприведенных закономерностей и рекомендаций позволяет существенно снизить трудоемкость решения данной эксплуатационно-экономической задачи. В этом случае используется не прямой перебор вариантов, а целенаправленный поиск оптимального варианта, формальный алгоритм которого заключается в следующем:

1 Для предложенного исходного варианта расстановки флота по участкам работы с закреплением его по грузопотокам прямого и обратного направлений (с учетом рекомендаций, экспертных мнений) рассчитываются размеры груженых судопотоков по формуле (4.1).

2 Осуществляется взаимная увязка судопотоков прямого и обратного направлений и объединение отдельных рейсов в круговые – формируются грузовые кольца. Взаимная увязка выполняется с учетом взаимного сочетания грузопотоков прямого и обратного направлений по физико-химическим свойствам, по времени предъявления грузов к перевозке, отсутствия встречных порожних пробегов, соразмерности судопотоков прямого и обратного направлений (см. подразд. 4.3).

3 По всем сформированным грузовым кольцам рассчитываются характеристики грузовых линий (см. подразд. 4.4) и потребность во флоте с учетом планового резерва:

$$\Phi_{\text{ФП}} = r t_{\text{кр}} (1 + k_{\text{рез}}), \quad (7.8)$$

где  $k_{\text{рез}}$  – коэффициент резерва флота, значение которого устанавливается на основании многолетнего опыта, в зависимости от технического состояния флота, навигационных особенностей региона, принятой системы технической эксплуатации флота и прочих факторов.

4 Рассчитанную потребность во флоте сравнивают с наличием флота. Если окажется, что расчетная потребность во флоте какого-либо типа

превосходит его наличие у судоходной компании, то оценивается возможность аренды флота. В случае, если арендовать флот оказывается невозможным или нецелесообразным, то схема освоения грузопотоков корректируется путем перестановки лимитированного флота на такие участки, где он может обеспечить максимальную производительность.

5 Рассчитываются значения критериев эффективности и принимается решение о принятии разработанного плана или о необходимости его дальнейшего совершенствования.

Применение такого алгоритма позволяет в оперативном режиме, без применения средств автоматизации решения экономико-математической задачи, найти субоптимальное решение.

#### **7.1.4 План портового и путевого обслуживания грузового флота**

*План портового и путевого обслуживания судов*, как составная часть навигационного плана, выражает сводный оптимальный режим обработки флота в портах и в пути следования с целью обеспечения максимального эффекта использования флота.

Основное содержание плана составляют следующие данные:

- нормы загрузки и разгрузки флота;
- нормы времени обслуживания флота в портах;
- нормы загрузки (разгрузки) каждого типа судна определенным грузом и на определенной линии;
- нормы времени полного обслуживания судов с выделением технических и технологических операций до начала грузовой обработки, технических и технологических операций после грузовой обработки;
- нормы времени следования судов и составов по каждому судоходному участку и направлению движения (вверх, вниз);
- время пропуска судов и составов через каждый шлюз (шлюзованную систему);
- время проследования лимитирующих участков пути (с односторонним движением).

По пунктам переформирования и смены составами толкачей-буксиров в плане фиксируется время обслуживания толкачей-буксиров и составов.

Обоснование плана портового и путевого обслуживания флота, как и прочие задачи навигационного планирования, является многовариантной эксплуатационно-экономической задачей. Однако в качестве исходных данных для ее решения выступает план освоения перевозок.

Целевой функцией эксплуатационно-экономической задачи оптимального портового и путевого обслуживания является максимизация провозной способности флота, работающего на грузовых линиях, обоснованных в плане освоения перевозок.

Нормы времени обслуживания судов и составов в портах должны обеспечивать ритмичность их движения (кратность кругового рейса интервалу отправления) и согласованность времени обслуживания состава и толкача на каждой из грузовых линий для снижения ожидания составами толкачей и толкачами составов.

В плане портового обслуживания для судов, используемых на перевозках массовых и многих тарно-штучных грузов, целесообразно регламентировать начало и конец грузовой обработки, так как из-за стохастичности транспортного процесса нормы времени на выполнение отдельных операций могут быть реализованы лишь с определенной степенью вероятности. Однако для судов, перевозящих контейнерные и некоторые тарно-штучные грузы, на линиях, работающих по расписанию, указание времени прибытия и отправления обязательно.

При обосновании оптимального плана портового и путевого обслуживания особое внимание уделяется резервам времени, добавляемым в технические нормы с целью устранения негативных последствий стохастичности транспортного процесса. С одной стороны, добавление такого резерва снижает провозную способность флота, но с другой – обеспечивает возможность вносить корректировки в план без существенного изменения технологии перевозочного процесса.

#### **7.1.5 План тягового обслуживания**

*План тягового обслуживания* представляет собой навигационный план обеспечения несамостоятельных грузовых судов, плотов и плавучих объектов тяговыми средствами.

Основное преимущество эксплуатации несамостоятельного флота по сравнению с самостоятельным заключается в возможности отделения тяговых средств от самостоятельных грузовых судов и исключения их простоев во время грузовой обработки в портах. Однако реализация данной возможности связана с определенными организационными мероприятиями и не всегда экономически целесообразна.

Различают два основных способа тягового обслуживания судовых и плотовых составов: с постоянным закреплением тяги за составом и с закреплением тяги на отдельные рейсы (см. подразд. 4.6). Однако многообразие факторов, влияющих на эффективность применения того или иного способа тягового обслуживания, на протяженность тяговых плеч, требует обоснования принятого к исполнению варианта организации перевозочного процесса. Это и является основной задачей плана тягового обслуживания как составной части навигационного планирования.

В плане тягового обслуживания самостоятельных судов и плотов обособляются наиболее эффективные сочетания способов тягового обслуживания баржевых (секционных) и плотовых составов, определяются оптимальные грузовые массы составов и соответствующие им мощности толкачей (буксиров) на каждой грузовой линии или в рейсе.

Общим критерием оптимального варианта плана тягового обслуживания составов, как правило, является повышение провозной способности буксиров-толкачей, валовой производительности (эксплуатационный показатель) при снижении себестоимости перевозок или росте показателя прибыли (экономический показатель), то есть такой вариант плана выбирается на основании эксплуатационно-экономических расчетов.

Применение того или иного способа обслуживания составов закрепленными или незакрепленными буксирами-толкачами целесообразно в том случае, если при постоянном закреплении тяговых средств экономия в эксплуатационных расходах по грузовым судам больше перерасхода по тяговым средствам или равна им; при закреплении тяги на отдельные рейсы – экономия в эксплуатационных расходах по тяговым средствам больше перерасхода по грузовым судам.

При закреплении тяги на отдельные рейсы время обработки тяги меньше, чем при постоянном закреплении (см. рисунки 4.7, 4.8), однако для обслуживания состава на рейде должен привлекаться рейдовый флот, что вызывает дополнительные расходы. Поэтому целесообразность применения способа с постоянным закреплением тяги за составом определяется по формуле

$$(\mathcal{E}_6 + \mathcal{E}_T)t_{\text{обр}} < (\mathcal{E}_6 t'_{\text{обр}1} + \mathcal{E}_T t'_{\text{обр}2} + \mathcal{E}_{\text{рейд}} t'_{\text{рейд}}), \quad (7.9)$$

где  $\mathcal{E}_6$ ,  $\mathcal{E}_T$ ,  $\mathcal{E}_{\text{рейд}}$  – стоимость содержания барж, тяговых средств и рейдовых судов за сутки эксплуатационного периода;

$t_{\text{обр}}$  – время обработки состава при постоянном закреплении тяговых средств за составом;

$t'_{\text{обр}1}$  – время обработки барж состава при закреплении тяги за ним на отдельные рейсы;

$t'_{\text{обр}2}$  – время стоянок толкача (буксира), вызванных обработкой несамостоятельного флота при закреплении тяги за ним на отдельные рейсы;

$t'_{\text{рейд}}$  – затраты времени рейдовым судном на обслуживание барж состава, не закрепленного за тягой.

Как видно из формулы (7.9) при равенстве левой и правой частей предпочтение отдается способу с постоянным закреплением тяги за тоннажем, так как в этом случае существенно упрощается организация перевозочного процесса.

Постоянное закреплении толкачей (буксиров) за составами требует относительно высоких норм грузовых работ, чтобы снизить стоянки как грузовых судов, так и толкачей (буксиров) в портах их обслуживания, что, в свою очередь, негативно сказывается на себестоимости перегрузочных работ. Это объясняет тот факт, что эксплуатационно-экономические расчеты обоснования системы тягового обслуживания должны носить комплексный характер и учитывать как совокупные затраты как по флоту, так и по причалам погрузки и выгрузки.

Задача обоснования оптимальной схемы тягового обслуживания решается в несколько этапов:

- выбор способа тягового обслуживания;
- определение границ тяговых плеч;
- обоснование системы закрепления тяги за тяговыми плечами;
- обоснование типа и числа барж в составе на каждом тяговом плече;
- определение потребности в тяговых средствах.

В целом, в плане тягового обслуживания самоходных судов и плотов (как в навигационной схеме) отражаются по каждой грузовой линии способ ее тягового обслуживания, характеристики таких линий (частота отправления составов, их грузовая масса, тип (мощность) толкача-буксира, временные характеристики работы флота, их потребность и производительность), а также размер выполняемой транспортной работы по каждому способу тягового обслуживания.

#### **7.1.6 План эксплуатационной работы судоходной компании**

Перечисленные аспекты навигационного планирования освещают вопросы организации перевозок грузов и движения флота судоходной компании. Однако эксплуатационная деятельность транспортного предприятия не ограничивается вопросами организации перевозок. Поэтому в межнавигационный период в судоходных компаниях разрабатывается *план эксплуатационной работы* на предстоящую навигацию, охватывающий все аспекты эксплуатационной деятельности предприятия.

В данном плане определены плановые характеристики условий плавания и ожидаемые даты начала и окончания навигации, содержится план перевозок грузов, план перегрузочных работ, освещаются вопросы организации диспетчерского руководства работой флота, взаимодействия со смежными видами транспорта, вопросы грузовой и коммерческой работы, вопросы обеспечения безопасности судоходства и технической эксплуатации объектов водного транспорта, аспекты маркетинговой деятельности и системы менеджмента качества, а также многие другие.

В современных условиях, в условиях конкурентного окружения каждое судоходное предприятие самостоятельно определяет содержание плана эксплуатационной деятельности. Однако каковы бы ни были различия по форме подготовки данного документа, в общем виде он состоит из трех принципиальных разделов:

- исходные условия (данные) для разработки плана;
- организационно-технические мероприятия выполнения плана;
- организационно-технические мероприятия в условиях отклонения от запланированных норм; экономическая эффективность эксплуатационной деятельности.

## 7.2 Техническое планирование работы флота

Навигационный план использования флота разрабатывают на основании среднегодовых показателей перевозок грузов, среднегодовых норм использования флота и потребности во флоте. Однако в течение навигации изменяются объемы перевозок, путевые условия, нормы загрузки флота, нормы на операции вне кругового рейса. Следовательно, если руководствоваться этими данными, то вследствие неравномерности перевозок по времени в отдельные месяцы навигации план не будет выполнен из-за недостатка флота, а в другие месяцы, наоборот, будет наблюдаться его избыток и, как следствие, завышение эксплуатационных расходов. Данный факт обуславливает необходимость ежемесячно разрабатывать плановую документацию, конкретизирующую данные аспекты эксплуатационной деятельности судоходной компании.

Совокупность плановой документации такого типа представляет собой *технический (месячный) план работы флота (техплан)*. Основное назначение технического плана – установить оптимальную среднесуточную потребность по видам флота, обеспечивающую выполнение месячного плана перевозок грузов и достижение установленных навигационным планом значений показателей работы флота, и источники покрытия этой потребности.

При этом не следует забывать, что сам транспортный процесс непрерывен, его нельзя разбить на части (например, месяцы), потому что рейсы, начатые в одном месяце, не заканчиваются в границах этого календарного отрезка времени, а переходят на другой месяц, образуя так называемые «переходящие остатки» транспортной работы (тонно-километров); часть судов временно выводится из транспортной работы на профилактический ремонт или на нетранспортную работу и наоборот, вводятся в эксплуатацию новые суда, выводятся из ремонта. Все это значительно осложняет решение задачи технического планирования и определяет ее статус как одной из важнейших задач, от реализации которой зависит эффективность выполнения навигационного плана.

Технический план включает в себя три группы документов: количественные показатели по перевозкам грузов и работе флота; качественные показатели работы флота; план обеспечения флотом месячного задания по перевозкам грузов.

Количественные показатели перевозок грузов выступают при разработке технического плана как основное количественное задание для организации перевозок грузов. Из качественных показателей использования флота на планируемый месяц могут рассчитываться эксплуатационно-экономические показатели его работы либо интегральные показатели качества организации его движения. План обеспечения флотом месячного задания по перевозке грузов представляет собой плановую документацию, регламентирующую значение среднесуточной потребности во флоте для осуществления перевозок.

Технический план разрабатывается в несколько этапов: подготовка и анализ исходных данных; расчет и взаимная увязка элементов плана; составление выходных форм плановой документации; разработка мероприятий, обеспечивающих выполнение технического плана.

В качестве основных исходных данных для разработки технического плана выступают корреспонденция грузовых потоков на плановый период, сведения о наличии и характеристиках флота, используемого на перевозках, технические нормы по эксплуатации флота, характеристики путей условий.

В процессе анализа корреспонденции прежде всего выявляются грузопотоки, которые не осваивались в предплановый период, а также грузопотоки, освоение которых прекращается в плановом месяце. Результаты анализа используют при детализации навигационного плана, уточняя среднемесячные данные с данными на планируемый месяц.

Наличие флота на каждый месяц, как правило, устанавливают балансовым методом с учетом фактического его наличия по типам судов, а также пополнения и убыли флота в течение месяца. Необходимость такого учета обусловливается текущими изменениями количественного состава судов, которые могут быть использованы на перевозках (суда могут выводиться из эксплуатации при необходимости осуществления с ними мероприятий технической эксплуатации, например, ремонта), а также изменениями их эксплуатационных характеристик (например, уменьшение мощности, скорости, грузоподъемности, грузоместимости вследствие физического износа или увеличение этих характеристик – вследствие модернизации).

Балансовое среднесуточное наличие тоннажа грузового флота в течение планового периода может быть определено по формуле

$$\overline{\sum Q_p} = \sum Q_{pn} + \frac{\sum Q_{pn} t_n - \sum Q_{py} t_y}{t_s}, \quad (7.10)$$

где  $\sum Q_{pn}$  – наличие флота (тоннажа) на начало планового периода, т;

$\sum Q_{pn} t_n$  – пополнение флота в течение планового периода, тоннаже-сут;

$\sum Q_{py} t_y$  – убыль флота в течение планового периода, тоннаже-сут;

$t_s$  – продолжительность планового периода, сут.

Среднесуточное наличие тяги планируется по аналогичной методике и определяется в единицах мощности.

Технические нормы на плановый период уточняют и корректируют с целью учета возможных изменений путей условий, производительности грузовых операций и операций комплексного обслуживания флота.

На основании вышеуказанных исходных данных и откорректированной схемы расстановки флота рассчитываются и взаимоувязываются элементы его работы в единую систему, реализация которой дает мак-

симальный экономический эффект. Данная задача, в силу ее специфики, является многовариантной и решается с применением экономико-математических методов оптимального планирования. По результатам ее решения разрабатывается отчетная плановая документация и конкретные мероприятия, обеспечивающие выполнение плана.

Главной составляющей специфики решения задачи оптимального планирования на месяц (разработки техплана), как было отмечено ранее, является наличие так называемых «переходящих остатков транспортной работы». Для того чтобы отправленный груз был доставлен в пункт назначения, требуется определенное время. В первых числах планового месяца часть транспортного флота будет еще занята на завершении перевозок предпланового месяца, а в конце месяца часть груза не успеет дойти до пункта назначения и определенная доля грузооборота будет произведена в послеплановом месяце (рисунок 7.3).



Рисунок 7.3 – Схема образования «переходящих остатков транспортной работы»

На рисунке 7.3 показана схема образования «переходящих остатков транспортной работы» на грузовой линии. Для наглядности принято, что время следования флота по участку водного пути постоянно. Как видно, величина «переходящего остатка» в условиях равномерного суточного отправления грузов и строгого соблюдения интервала отправления судов соответствует площади треугольника с высотой, равной среднесуточному грузообороту, и основанием, равным времени нахождения судна в пути.

Таким образом,

$$Gl_{\text{пер}} = \frac{1}{24} \frac{\overline{Gl_{\text{сут}} t_x}}{2}, \quad (7.11)$$

где  $t_x$  – ходовое время, сут;

$\overline{Gl_{\text{сут}}}$  – среднесуточный грузооборот, т·км/сут,

$$\overline{Gl_{\text{сут}}} = \frac{G_{\text{расч}}}{t_{\text{расч}}} l_r, \quad (7.12)$$

$G_{\text{расч}}$  – расчетный размер грузопотока в плановом месяце, т;

$t_{\text{расч}}$  – расчетный рабочий период планового месяца, сут;

$l_r$  – средняя дальность перевозок грузов, км.

Помимо наличия «переходящих остатков транспортной работы» в плановый месяц «переходят» и затраты флота, который осваивает данный грузооборот. Это также определяет специфику процесса взаимосвязки составляющих технического плана. Особую сложность при этом составляет наличие возможности участия в перевозках груза флота различных судоходных компаний или, например, смежных пароходств. В таких случаях технический план дополняют плановой документацией по обмену флотом между пароходствами.

### 7.3 Оперативное планирование работы флота

В течение месяца также возможны количественные изменения в численности флота, технических норм выполнения судами отдельных операций, прочих факторов, к перевозке могут быть представлены новые грузопотоки, которые не были учтены при разработке навигационного и технического плана работы флота. С целью учета данных фактов, снижения негативных последствий суточной и декадной неравномерности перевозочного процесса, а также дальнейшей детализации и конкретизации технического плана разрабатываются *оперативные планы работы флота – декадные и суточные*.

На период декады разрабатывается декадный план подачи тоннажа под загрузку. Его задача – обеспечение отправления всех грузов, включенных в декадные заявки грузовладельцев. Для судоходных компаний со значительными размерами перевозок данная задача предусматривает получение каждым портом в течение декады такого количества порожнего тоннажа (включая тоннаж, освобождающийся после выгрузки в данных портах), которого было бы достаточно для погрузки всего предусмотренного к отправлению груза с учетом и тоннажа, который в соответствии с принятой схемой организации движения флота должен быть отправлен в порожнем состоянии.

В качестве исходных данных для разработки декадного плана подачи тоннажа под загрузку выступают: навигационный план работы флота; технический план; декадные заявки грузовладельцев; технические нормы, уточненные техническим планом; фактическая дислокация флота на момент разработки плана; прогнозная дислокация флота на начало декады (конец предплановой декады); прогноз погоды на плановую декаду и данные о возможных изменениях путевых условий; оперативные данные учета отправления грузов в текущей декаде и их наличие на причалах портов и грузовладельцев.

Примерный порядок разработки декадного плана состоит в следующем. Исходя из заявок грузовладельцев на плановую декаду (с учетом образовавшегося невыполнения предыдущего декадного плана) и установленных техпланом технических норм работы флота определяется количество порожнего тоннажа по каждому порту (пристани), причалу грузовладельца и каждому роду груза. С использованием оперативных данных о дислокации флота на момент разработки декадного плана, прогнозов его местонахождения и характера его работы на конец текущей декады прогнозируется время прибытия порожних судов в пункты предполагаемой их загрузки и груженных судов – в пункт их предполагаемой разгрузки, время ее окончания и возможной подачи разгруженного флота под загрузку.

Исходя из принятой в навигационном плане (уточненной техпланом) частоты отправления флота по каждой линии, первоочередности отправления грузов устанавливается персональное распределение порожних судов по пунктам их загрузки. Таким образом, в выходных формах декадного плана на каждые сутки указываются суда, которые должны быть поданы под загрузку в каждый из пунктов, и количество тонн отправляемых грузов в целом и по номенклатуре.

Декадный план подачи тоннажа под загрузку является основой для суточного планирования, включающего в себя:

- суточный план отправления грузов (по каждому порту и судоходной компании в целом);
- суточный план шлюзования судов и составов;
- сменно-суточный план работы портов.

Суточный план детализирует и уточняет показатели декадного плана. В суточном плане отправления грузов указываются сроки (дата, время) отправления каждого груженого судна или состава, их загрузки, пункт назначения, наименование буксирного судна, с которым отправляется состав. В суточном плане работы шлюза дается время начала и прогнозное время окончания шлюзования каждого судна или состава. В сменно-суточном плане работы порта указываются данные о грузовой работе, комплексном обслуживании флота и прочих составляющих работы порта или пристани.

## 7.4 Судовое планирование работы флота

Дальнейшей детализацией оперативного планирования является судовое планирование, являющееся отражением заданий навигационного и технического плана работы флота в производственной деятельности экипажа конкретного транспортного судна. Плановое задание экипажу объективно отражает условия, в которых эксплуатируется судно, ориентирует экипаж на выполнение и перевыполнение производственного плана.

Плановое задание экипажу транспортного судна по производственным, финансовым и экономическим показателям на навигацию устанавливается в производственно-финансовом плане работы судна. Данный план разрабатывается для грузовых самоходных судов, а также для несамоходных судов, эксплуатируемых с экипажем.

*Производственно-финансовый план транспортного судна* в общем виде состоит из трех разделов: первый – общие данные о судне и характере планируемой работы, второй – производственные показатели, третий – финансовые и экономические показатели.

В первом разделе указываются наименование или номер судна, мощность энергетической установки или его грузоподъемность, штат судовой команды, время ввода в эксплуатацию и вывода из нее, участок работы и система судового планирования.

Во втором разделе производственно-финансового плана грузовых и буксирных судов устанавливаются продолжительность планового эксплуатационного периода, временные характеристики, составляющие эксплуатационный период, а также количество транспортной работы в тонно-километрах.

Для грузопассажирских судов указываются плановые объемы перевозок грузов и пассажиров, плановый грузооборот и пассажирооборот, а также приведенные тонно-километры, получаемые с помощью коэффициента приведения планового пассажирооборота к грузообороту. Использование такого показателя позволяет получить обобщающий показатель по всему объему работ, выполняемых грузопассажирским судном, и впоследствии анализировать его совместно с грузовыми судами без выделения грузопассажирского флота в отдельную группу. Значение коэффициента приведения пассажирооборота к грузообороту устанавливается исходя из особенностей технологии работы судна в данной судоходной компании.

Для пассажирского судна, эксплуатируемого на пригородных или внутригородских линиях, в качестве производственного показателя принимается число пассажиров, которое оно должно перевезти за навигацию.

В третьем разделе производственно-финансового плана грузовых и буксирных судов устанавливаются плановые значения экономических

показателей, как правило, эксплуатационных расходов, а также себестоимость перевозок по прямым расходам (приведенная к тонно-километрам) или себестоимость содержания судна в час эксплуатационного периода.

За выполнение или перевыполнение производственно-финансовых планов экипажи судов получают премии из фонда заработной платы или из фонда материального поощрения экипажей.

Степень выполнения производственно-финансового плана может оцениваться путем сравнительного анализа как отношение фактически выполненного грузооборота к плановому (в процентах):

$$\alpha = \frac{A_{\text{факт}}}{A_{\text{пл}}} \cdot 100, \quad (7.13)$$

где  $A_{\text{факт}}$ ,  $A_{\text{пл}}$  – соответственно фактически выполненный и плановый грузооборот, т·км.

По аналогичным выражениям (как отношение фактического значения показателя к плановому) оценивают выполнение задания по перевозкам грузов и пассажиров, по пассажирообороту и приведенным тонно-километрам, по доходам и прибыли, по себестоимости.

С целью получения более детальных данных о выполнении или невыполнении производственно-финансового плана могут применяться и другие, более совершенные методы анализа, например факторный анализ.

В системе судового планирования на водном транспорте особое место занимают еще более детальные планы: рейсовые и вахтенные.

*Рейсовый план* представляет собой набор плановой документации, определяющей задание для экипажа на отдельный рейс судна, соответственно *вахтенный план* – на вахту. При осуществлении повахтенного планирования огромное значение имеет личный опыт капитана судна: знание технических, эксплуатационных и мореходных качеств судна и его особенностей, путевых условий и личных качеств каждого члена экипажа. Задание каждой вахте устанавливается капитаном и регистрируется в вахтенном журнале.

В некоторых судоходных компаниях Российской Федерации, на отдельных судах процесс планирования был детализирован еще глубже, что нашло отражение в введении на данных судах почасового графика работы. Его суть заключается в том, что на основании вахтенного задания разрабатывается производственное задание на каждый час работы вахты.

Опыт применения такой системы судового планирования показал, что на короткопробежных перевозках (перевозки на короткопробежных припортовых линиях, рейдовых работах), когда все операции технологического процесса судна неоднократно повторяются, введение почасового графика создает условия для экономии времени на каждом элементе

транспортного процесса, дает стимул для дальнейшего соревнования между вахтами, что способствует более эффективной работе судна в целом и выполнению им плановых показателей, обеспечивает повышение производительности труда, рентабельности работы и снижение себестоимости перевозок.

Выходные формы планов вышеперечисленных типов устанавливаются и разрабатываются судоходными компаниями с учетом специфики их работы.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1 Уровни планирования перевозок на водном транспорте.
- 2 Последовательность разработки навигационного плана работы флота.
- 3 Назначение и состав плана освоения перевозок.
- 4 Назначение и состав тягового обслуживания несамоходного тоннажа.
- 5 Назначение и состав плана портового и путевого обслуживания флота.
- 6 Назначение и состав плана эксплуатационной работы судоходной компании.
- 7 Назначение и состав технического плана работы флота.
- 8 Назначение и виды оперативных планов работы флота.

---

# 8 ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ ФЛОТА

---

**Н**а особенности работы флота оказывает влияние огромное количество факторов, что определяет такое свойство транспортных процессов, как стохастичность. Под воздействием ряда таких факторов нарушается заданный уровень организованности системы доставки, в транспортной системе возрастает энтропия и, как следствие, происходит невыполнение планов всех уровней (навигационного, технического, оперативного), снижение эффективности транспортного процесса. С целью частичного или полного устранения данного аспекта технологии работы водного транспорта организована система оперативного управления работой флота, основной частью которой является система оперативного регулирования. Цель системы оперативного регулирования работы флота – внесение в технологический процесс отдельных судов, портов, причалов в оперативном режиме изменений, направленных на выполнение плановых показателей или снижение негативного эффекта от их невыполнения.

Понятия «оперативное планирование работы флота и портов» и «оперативное регулирование работы флота» тесно связаны между собой. Под оперативным планированием работы флота понимается выработка и принятие предварительно согласованных решений о предстоящей перевозке определенной партии груза между определенными пунктами отправления и назначения конкретными судами. Функции оперативного регулирования аналогичны, но основным их отличием является то, что решение принимается в реальном масштабе времени, при этом при планировании имеется определенный запас: продолжительность вахты – при повахтенном планировании, сутки – при суточном, декада – при декадном.

Эффективность оперативного управления зависит от постановки и качества оперативного контроля, учета и анализа работы флота и хода всего транспортного процесса. Оперативный контроль состоит в наблюдении за основными параметрами технологических процессов: началом и окончанием отдельных операций транспортного процесса, выполнением технических норм времени, загрузки и скорости, началом и окончанием технологических процессов работы транспортного судна (рейса, оборота и кругового рейса), характеристиками грузовых линий (интервалом отправления, частотой отправления флота и др.).

Оперативный учет заключается в сборе, накоплении и обработке информации, характеризующей работу каждого отдельного судна и флота в целом, работу портов за определенный интервал времени.

Оперативный анализ предусматривает выявление и объяснение причин отклонений от плановых значений показателей, количественную оценку этих отклонений, а также выявление и количественную оценку скрытых резервов в ходе транспортного процесса.

Оперативное управление работой флота осуществляется диспетчерским аппаратом. Основными задачами диспетчерского аппарата по управлению работой флота являются:

- выполнение планов перевозок грузов;
- эффективное использование транспортного флота на перевозках;
- регулирование параметрами перевозочного процесса с целью устранения или снижения негативных последствий его стохастичности.

В практике эксплуатационной работы создаются различные транспортные ситуации, требующие согласования работы флота, портов и других элементов инфраструктуры транспорта. В этих ситуациях диспетчерским персоналом применяется ряд способов, позволяющих снизить затраты времени судами на выполнение отдельных операций, установить плановый ритм движения и обработки флота, а также сократить суммарные издержки, связанные с простоем судов, в случае, если устранить последние не удается.

К основным функциям диспетчерского аппарата относятся:

- организация работы транспортного флота исходя из условия равномерного выполнения планов перевозок;
- создание условий для выполнения транспортным флотом установленных технических норм и нормативов;
- повышение производительности труда работников водного транспорта;
- осуществление оперативного контроля за движением, обработкой и обслуживанием флота в пути, портах, в судоремонтных предприятиях в соответствии с установленными нормативами;
- информирование портов назначения и грузовладельцев об отправлении в их адрес груженых судов или о подаче для загрузки порожних с указанием рода и количества груза, срока их прибытия;
- разработка и организация выполнения оперативных планов отправления грузов, подачи тоннажа и тяговых средств, комплексного обслуживания флота;
- принятие необходимых мер для обеспечения безопасности судоходства;
- составление и выдача на суда диспетчерских распоряжений на выполнение рейсовых заданий;

- информационное обеспечение экипажей судов;
- координация своей работы с диспетчерами смежных участков и парокондуктов;
- ведение отчетно-исполнительской диспетчерской документации;
- регулирование движения флота по участку или в пределах конкретного порта, шлюза или шлюзованной системы.

В случае аварийной ситуации диспетчер обеспечивает оказание помощи аварийным судам и контролирует безопасность судоходства прочих судов. Все распоряжения и указания, которые дает диспетчер в письменной форме, по телефону или радиосвязи, подлежат безоговорочному выполнению всеми оперативными работниками, прямо или косвенно связанными с движением, обработкой и обслуживанием транспортного флота.

Оперативное управление транспортной системой в целом, с одной стороны, требует централизации работы диспетчерского аппарата, сосредоточение значительных связей в руках одного ответственного лица. С другой стороны, необходимость управления каждым единственным объектом приводит к децентрализации, к ограничению круга задач или числа объектов, контролируемых одним человеком. Это объективное противоречие между частными и общими задачами, децентрализацией и централизацией оперативного управления предопределяет существование различных структурных схем диспетчерского аппарата судоходных компаний. Так, например, в ОАО «Судоходная компания Западно-Сибирское речное пароходство», обладающей значительными размерами перевозок, система диспетчерского управления представлена структурой, приведенной на рисунке 8.1, а в РТУП «Белорусское речное пароходство» система диспетчерского управления существенно упрощена и диспетчерский аппарат сосредоточен, в основном, в портах-филиалах пароходства.

Результаты анализа работы диспетчерского аппарата показывают, что в его деятельности преобладают контрольно-учетные функции: более 54 % рабочего времени расходуется диспетчером на прием и передачу информации о состоянии транспортного процесса (связь с судами, служебные телефонные разговоры, обмен информацией с причастными работниками к процессу управления перевозками, просмотр телефонограмм и прочей справочной документации), ведение графика исполненного движения флота – 27 %, ведение прочей отчетно-исполнительской документации – более 15 %.

С целью сокращения затрат времени диспетчера на выполнение многих операций на водном транспорте активно используются и внедряются информационные системы, средства связи, хранения, передачи и обработки информации. При сведении времени выполнения данных рутинных операций к минимуму у диспетчера будет наблюдаться больше времени на поиск оптимальных решений при выполнении функций оперативного управления работой флота и портов в конкретных условиях.

В своей оперативной работе диспетчерский аппарат работает с многочисленной документацией: правовой, плановой, нормативной и технической.

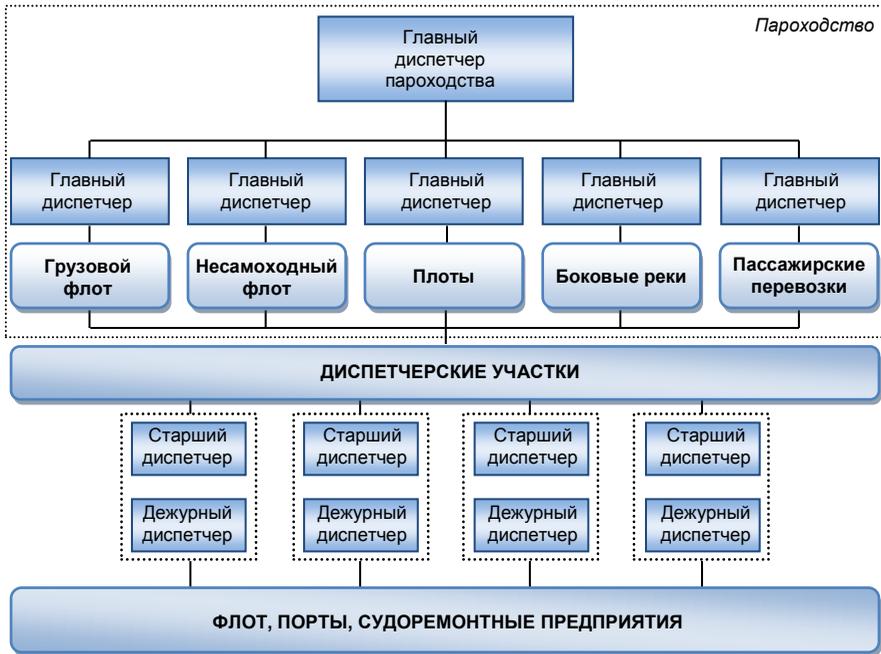


Рисунок 8.1 – Схема диспетчерского управления работой флота и портов

К правовой документации относятся различные правила, положения и инструкции соответствующих министерств и ведомств, регламентирующих работу водного транспорта в целом и его взаимоотношения с другими видами транспорта или отраслями промышленности: кодексы, уставы, правила технической эксплуатации водного транспорта, правила плавания по водным путям, положения, должностные инструкции.

К плановой документации относятся планы всех уровней (навигационный, технические и оперативные), которыми диспетчер должен руководствоваться при выполнении возложенных на него функций.

К нормативной документации относится документация, содержащая различные нормы и нормативы, выполнение которых должен контролировать диспетчерский аппарат.

К технической документации относятся многочисленные руководства, инструкции и справочники.

Во время своего дежурства диспетчер фиксирует результаты своей работы по установленной форме отчетно-исполнительской документации, которая ведется на основе оперативной информации о состоянии транспортного процесса.

Огромное влияние на качество и оперативность работы диспетчерского аппарата оказывает качество обеспечения его связью. С целью обеспечения диспетчера оперативной информацией судоводители в соответствии с установленным регламентом должны сообщать ему данные о дислокации судна, его техническом состоянии, характере выполняемой работы, аварийных ситуациях и прочих режимах работы судна.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1 Сущность и назначение системы оперативного регулирования работой флота.
- 2 Назначение и функции диспетчерского аппарата.
- 3 Методы диспетчерского руководства работой флота.

---

# 9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ И ПАССАЖИРОВ

---

## 9.1 Особенности организации пассажирских перевозок водным транспортом

Принципиальным отличием пассажирских перевозок от грузовых является то, что при их осуществлении первостепенной задачей транспорта становится обеспечение сервиса, являющегося, в свою очередь, элементом нематериального производства. Исходя из этого, при решении оптимизационных задач планирования и организации перевозочного процесса требуется применять совершенно иные критерии, что оказывает непосредственное влияние на принятие управленческих решений в области организации пассажирских перевозок.

Как было сказано в разд. 4, при организации грузовых перевозок судходная компания руководствуется двумя требованиями: получением максимальной эффективности работы флота при обеспечении освоения всех грузопотоков. При организации пассажирских перевозок к этим требованиям добавляется еще одно: создание соответствующего сервиса для пассажира. Выполнение этого требования оценивается качественными, а не количественными показателями (причем несколькими), что существенно осложняет процесс принятия управленческих решений в области организации перевозок. Особенно следует отметить тот факт, что обеспечение сервиса всегда вступает в противоречие с критериями, минимизирующими расходы транспорта.

Обеспечение сервиса включает в себя приемлемую для пассажира стоимость билета, поездку без пересадок, организованность посадки и высадки пассажиров в береговых пунктах, удобное время прибытия и отправления, безопасность поездки, определенный уровень комфортабельности, а также культуру обслуживания на судах и вокзалах.

В Республике Беларусь доля пассажирских перевозок водным транспортом очень мала, но в некоторых регионах, например, Российской Федерации, он является единственным видом транспорта. В данном случае, помимо обеспечения сервиса, на водный транспорт возлагается и социальная функция. В таких условиях пассажирские перевозки не могут быть конкурентоспособными по ценовому фактору, поэтому важным аспектом их организации является не получение прибыли, а стремление снизить долю эксплуатационных расходов на перевозку в компромиссе с сервисом.

Единственным видом пассажирских перевозок, при организации которых возможно получение прибыли, являются туристские перевозки. В данной сфере речной транспорт имеет ряд преимуществ над смежными видами транспорта, которые необходимо эффективно использовать.

Во-первых, река является основным естественным источником рекреационной деятельности человека, его релаксации и позитивных эмоций, что сложно сочетается с путями сообщения смежных видов транспорта.

Во-вторых, вдоль рек располагается, как правило, множество исторических достопримечательностей, что объясняется их естественной привязанностью к водным путям как к первым путям сообщения, освоенным человеком.

В-третьих, невысокая скорость движения подвижного состава речного транспорта является достоинством при организации туристских многодневных перевозок, оставаясь одним из его недостатков при прочих видах пассажирских перевозок.

В-четвертых, значительные габаритные размеры подвижного состава речного транспорта позволяют создавать благоприятные условия нахождения пассажира в поездке на протяжении длительного периода, особенно при выделении в его жилых помещениях соответствующей инфраструктуры.

Эффективное использование вышеперечисленных преимуществ речного транспорта и тот факт, что в настоящее время все большее значение в Республике Беларусь уделяется туризму, позволяют прогнозировать рост сферы влияния водного транспорта в сфере организации туристских перевозок и получение экономического эффекта.

Под *пассажирской линией* понимается транспортная связь, осуществляемая с целью перевозок пассажиров между определенными пунктами однотипным флотом, работающим по расписанию.

В зависимости от назначения, дальности перевозок, комфортабельности и широты номенклатуры предоставляемых услуг пассажирские линии делятся на транспортные, туристские и экскурсионно-прогулочные.

*Транспортные линии* организуются для перевозки пассажиров между определенными пунктами, чаще всего, крупными административными, культурными и промышленными центрами с регулярным отправлением судов.

На *туристских линиях* перевозятся отдыхающие пассажиры по специальным туристским маршрутам с предоставлением им питания, культурного и экскурсионного обслуживания. Продолжительность поездки на таких линиях – более суток.

*Экскурсионно-прогулочные линии* предназначены для перевозки пассажиров с целью отдыха или ознакомления с достопримечательностями при продолжительности поездки менее суток.

Главной задачей организации пассажирских перевозок речным транспортом является разработка оптимальной схемы пассажирских линий с обязательным условием освоения всех плановых пассажиропотоков и обеспечением сервиса при максимально эффективном использовании флота.

Задача обоснования оптимальной схемы организации пассажирских перевозок, как и аналогичная задача для грузовых перевозок, является многовариантной. Исходными данными для обоснования оптимальной схемы пассажирских линий служат: дислокация и размер пассажирских потоков, характеристики участка водного пути и условий плавания по нему, наличие и характеристики пассажирского флота.

Система организации перевозок базируется на плановых значениях показателей перевозок, и ее эффективность коррелируется с эффективностью планирования. Поэтому при решении задач организации пассажирских перевозок первостепенное значение имеет прогнозирование размеров пассажирских потоков и их дислокация в течение навигационного периода.

Общее количество перевозимых пассажиров определяется рядом факторов и, прежде всего, численностью населения региона, на котором организуются перевозки, а также подвижностью населения. Подвижность населения представляет собой среднее число поездок, приходящихся в среднем на одного человека в год.

Процедура планирования пассажирских перевозок в общих чертах производится аналогично планированию перевозок грузов. Однако влияние на подвижность населения региона целого ряда факторов вносит свои коррективы, особенно в процедуру стратегического планирования. Основные из них следующие:

- динамика изменения численности населения в регионе;
- изменение материального и культурного уровня населения;
- развитие инфраструктуры отдыха и туризма;
- развитие производительных сил региона.

Стратегическому планированию должны предшествовать глубокие маркетинговые социально-экономические исследования, на основании результатов которых осуществляется прогнозирование размеров пассажиропотока.

Наиболее простыми способами прогнозирования размера пассажиропотока являются:

- упрощенный прогноз;
- метод средневзвешенного значения;
- метод скользящего среднего значения пассажиропотока.

Вышеуказанные способы прогнозирования различаются друг от друга по ориентации прогнозного значения на исследуемую выборку. Для примера рассмотрим динамику изменения пассажиропотока по годам, приведенную в таблице 9.1 и наглядно представленную на рисунке 9.1.

Как видно из рисунка 9.1, наблюдается устойчивый рост исследуемого показателя, однако до 2012 года тенденция роста была выражена ярче. При прогнозировании размера пассажиропотока на 2015 год важно установить причину такого изменения и определить степень ее влияния в будущем, что и является целью маркетингового исследования, о котором было сказано ранее.

Таблица 9.1 – Динамика перевозок пассажиров

Год	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Размер перевозок, тыс. чел.	102,3	111,3	121,8	135,6	138,8	140,1

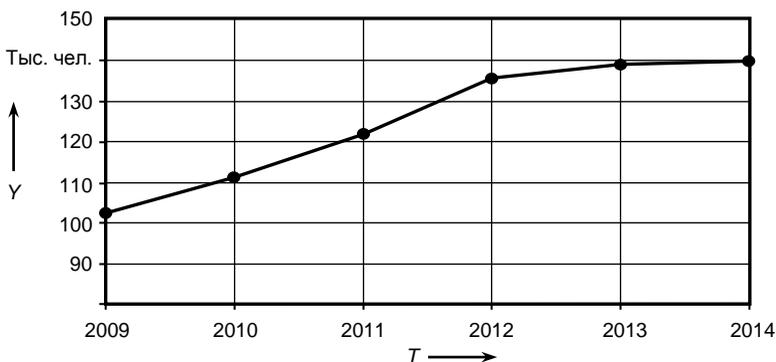


Рисунок 9.1 – Динамика перевозок пассажиров

Суть упрощенного или «наивного» прогноза заключается в принятии прогнозного значения размера пассажиропотока на уровне последнего исследуемого периода, то есть прогнозное значение размера перевозок на 2015 год составляет 140,1 тыс. человек. Данный способ прогнозирования эффективно применять в случае, когда в исследуемом процессе наблюдаются или планируются изменения, которые неизвестно как скажутся на показателе и приведут либо к его росту, либо к снижению.

Метод средневзвешенного значения базируется на приоритете отдельных значений исследуемого показателя. С целью учета этого приоритета между данными исследуемой выборки распределяются коэффициенты значимости  $\alpha_i$ , причем

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad (9.1)$$

где  $n$  – объем выборки.

Прогнозное значение показателя в этом случае

$$Y_{2015} = \sum_{i=2009}^{2014} Y_i \alpha_i, \quad (9.2)$$

где  $Y_i$  – размер перевозок пассажиров за  $i$ -й год.

Коэффициенты значимости могут приниматься из равномерного их распределения за рассматриваемый период либо исходя из значимости на прогноз отдельных периодов, то есть неравномерно (таблица 9.2).

Таблица 9.2 – Распределение коэффициентов

Год		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Размер перевозок, тыс. чел.		102,3	111,3	121,8	135,6	138,8	140,1
Коэффициенты $\alpha_i$	Вариант I	0,0475	0,0950	0,1425	0,1900	0,2375	0,2850
	Вариант II	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,1000	0,1000

Прогнозное значение:

– при распределении приоритета по варианту I:

$$Y_{2015}^I = 0,0475 \cdot 102,3 + 0,095 \cdot 111,3 + 0,1425 \cdot 121,8 + 0,19 \cdot 135,6 + 0,2375 \cdot 138,8 + 0,285 \cdot 140,1 = 131,45;$$

– по варианту II:

$$Y_{2015}^{II} = 0,2 \cdot 102,3 + 0,2 \cdot 111,3 + 0,2 \cdot 121,8 + 0,2 \cdot 135,6 + 0,2 \cdot 138,8 + 0,2 \cdot 140,1 = 122,09.$$

В первом случае, когда коэффициенты  $\alpha_i$  распределены равномерно, получено прогнозное значение на основании повышенного влияния значений показателя, наблюдаемых в последние годы, причем наивысший приоритет отдан последнему значению показателя. Во втором случае высший приоритет был распределен на период с 2009 по 2012 год, когда наблюдалась тенденция более быстрого роста исследуемого показателя, но значения его были невелики, что и сказалось на полученном значении. Результаты выполненных прогнозов наглядно представлены на рисунке 9.2.

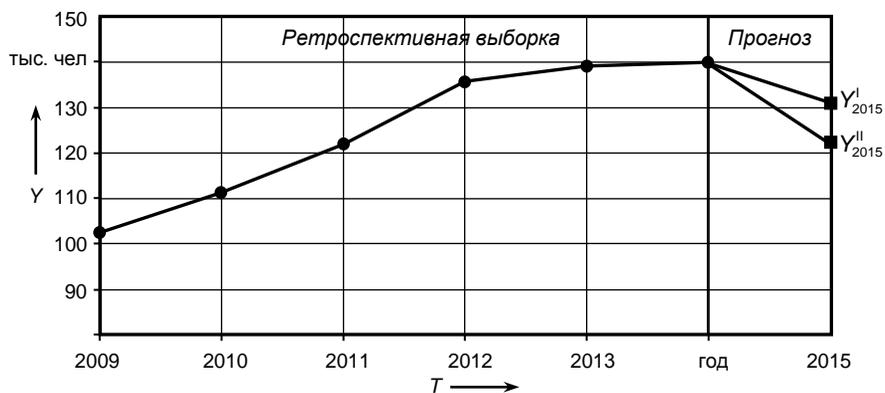


Рисунок 9.2 – Результаты прогнозирования размеров пассажирских перевозок по методу средневзвешенного значения

Главным недостатком рассмотренных способов прогнозирования является отсутствие учета тенденций в динамике показателя, что и определяет область их применения – прогнозирование процессов, малозависимых от времени, или прогнозирование на период, когда факторы, определяющие динамику, не действуют, то есть на небольшой период (неделя, месяц, год).

При изучении графика, представленного на рисунке 9.1, разумно предположить, что при отсутствии каких-либо экстремальных влияний на процесс прогнозное значение должно расти, особенно в динамике нескольких лет.

Метод скользящего среднего основывается на принятии за первое прогнозное значение показателя его среднего значения за последние годы и обновлении прогноза на последующие периоды, рассчитанные уже на основании получаемых прогнозных значений.

Так, например, устанавливается среднее значение показателя за последние три года (устоявшаяся динамика), которое является прогнозом на 2015 год:

$$\overline{Y_{2012-2014}} = Y_{2015} = \frac{135,6 + 138,8 + 140,1}{3} = 138,2,$$

а значения прогнозов на дальнейший период обновляются по мере поступления новых данных, то есть

$$Y_{2016} = \frac{138,8 + 140,1 + 138,2}{3} = 139,0;$$

$$Y_{2017} = \frac{140,1 + 138,2 + 139,0}{3} = 139,1.$$

Как видно, данный способ несколько снижает недостаток вышерассмотренных способов: учитывает намеченную тенденцию в прогнозируемый период с 2014 по 2016 год (рисунок 9.3).

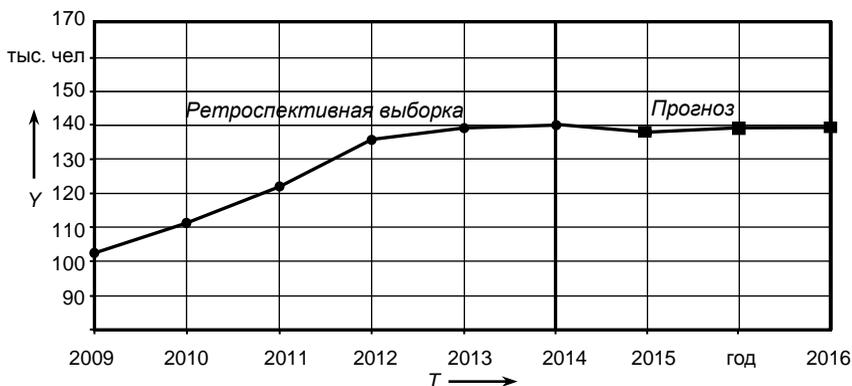


Рисунок 9.3 – Прогнозирование размера перевозок пассажиров с применением метода скользящего среднего значения

Когда же прогнозируемый процесс имеет явно выраженную зависимость (как в рассматриваемом примере), наилучшей формой прогнозирования является выявление тенденции изменения показателя.

Суть этого метода заключается в определении вида и параметров уравнения функции  $Y = f(t)$  с динамикой, характерной для прогнозируемого процесса.

Если исследуемая тенденция имеет линейную зависимость или близкую к ней, то параметры линейной модели

$$Y = a + bt$$

могут быть найдены из системы уравнений

$$\begin{cases} na + (\sum_{i=1}^n t_i)b = \sum_{i=1}^n Y_i, \\ (\sum_{i=1}^n t_i)a + (\sum_{i=1}^n t_i^2)b = \sum_{i=1}^n Y_i t_i. \end{cases} \quad (9.3)$$

Для рассматриваемого примера уравнение линейной регрессии имеет вид

$$Y = -16215 + 8,1514t,$$

а прогнозное значение исследуемого показателя на 2015 год –

$$Y(2015) = -16215 + 8,1514 \cdot 2008 = 153,0 \text{ тыс. чел.};$$

на 2016 год –

$$Y(2016) = -16215 + 8,1514 \cdot 2010 = 169,3 \text{ тыс. чел.}$$

Графически принцип данного способа прогнозирования представлен на рисунке 9.4.

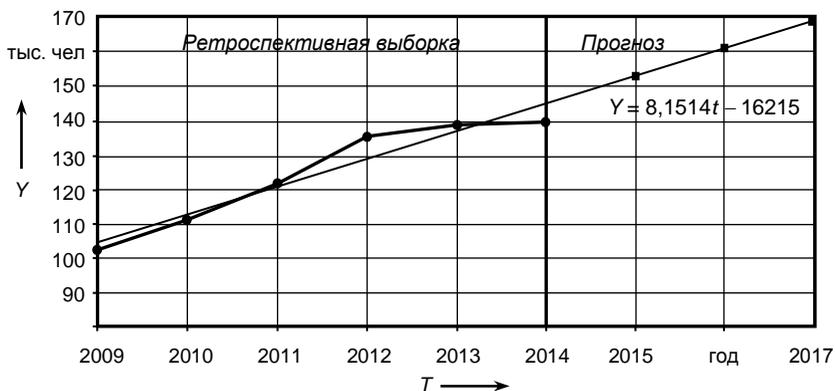


Рисунок 9.4 – Прогнозирование размера перевозок пассажиров

На основании прогнозных значений размеров пассажиропотока строится их плановая дислокация, являющаяся основой системы организации пассажирских перевозок.

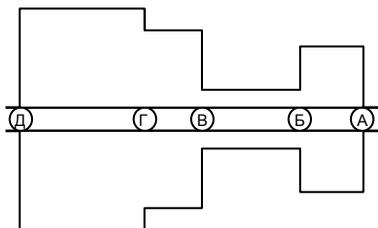


Рисунок 9.5 – Дислокация пассажиропотоков

На рисунке 9.5 приведена дислокация пассажирских потоков на участке водного пути (А–Д). Все пассажирские потоки, представленные на дислокации, могут быть освоены одной транзитной пассажирской линией А–Д–А. При этом пассажирская линия должна быть организована исходя из характеристик (частота отправления, интервал отправления, потребность во флоте и др.), соответствующих максимальному размеру пассажиропотока, то есть размеру пассажиропотока на участке Г–Д. Естественно, что на остальных участках (особенно на участке Б–В) пассажировместимость судов окажется использованной далеко не полностью, и, как следствие, показатели использования флота будут занижены.

Можно освоить указанные пассажиропотоки и другим способом, например, организовав четыре местные линии: А–Б–А, Б–В–Б, В–Г–В и Г–Д–Г. В данном случае потребность флота на каждом участке (на каждой линии) водного пути будет строго соответствовать пассажиропотоку, а использование флота будет характеризоваться значительной эффективностью. Однако, для транзитных пассажиров с целью их перевозки будет характерно выполнение нескольких пересадок (перемещающихся из пункта А в Д – 3 пересадки, из А в Г – 2 пересадки, из Г в Б – 1 пересадка и т. д.). Такая организация перевозок, несмотря на высокую эффективность использования на них флота, скорее всего не будет выбрана пассажиром, который, возможно, предпочтет осуществить переезд другим видом транспорта с целью беспересадочного проезда.

Очевидно, что оптимальный вариант схемы пассажирских линий должен представлять собой разумное сочетание транзитных и местных линий, при котором обеспечивается компромисс между удобствами пассажиров и эффективностью работы пассажирского флота.

Диаграмма пассажирских потоков в пригородном сообщении обычно имеет вид многоступенчатой фигуры (рисунок 9.6). Чтобы эффективно и с максимальными удобствами для пассажиров освоить пригородные перевозки, их разбивают на зоны и для каждой зоны организуют пригородную линию. Например, для дислокации, представленной на рисунке 9.6, в первую зону можно включить остановочные пункты 1 и 2, во вторую – 3, 4 и 5, в третью – 6 и 7. При такой организации перевозок наблюдается следующая тенденция: пассажиры следуют в пункты тре-

твей зоны без остановок в пунктах первой и второй зон, а во вторую – без остановок в первой зоне. Такая форма организации перевозок удобна для пассажиров и выгодна для судходной компании, так как наиболее полно используется пассажировместимость судов на линиях в каждой зоне.

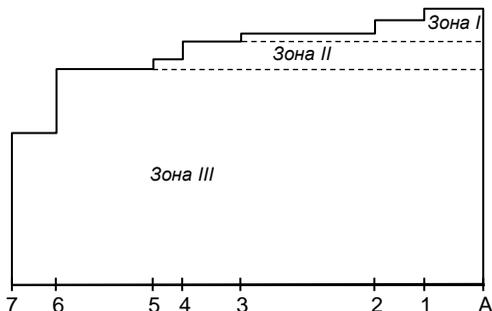


Рисунок 9.6 – Дислокация пассажирских потоков в пригородном сообщении

Еще одна особенность организации перевозок пассажиров водным транспортом: пассажирский флот всегда работает по расписанию, что также является элементом сервиса и обеспечения конкурентоспособности. Пассажир скорее всего не останется ожидать пассажирское судно неопределенное время, предпочтя другой вид транспорта. Организация работы флота по расписанию на транзитных и местных пассажирских линиях определяет прибытие и отправление флота из пунктов в строго фиксированные промежутки времени. Принципы разработки расписания движения пассажирского флота полностью идентичны принципам разработки расписания грузового флота, приведенным в подразд. 4.5.

Пассажирский транспорт выполняет функции, относящиеся к сфере обслуживания, что во многом определяет специфику деятельности работников речных вокзалов, агентств, экипажей судов, выраженной в повышении общей культуры обслуживания пассажиров.

Вопросы обслуживания пассажиров на судах, вокзалах и пристанях рассматриваются отдельно в силу их специфики.

Обслуживание пассажиров на судах включает в себя организацию их посадки и высадки, размещение, организацию питания, медицинского и культурно-бытового обслуживания. Естественно, что детали организации обслуживания пассажиров на судах определяются видом пассажирской линии, типом и видом флота, используемого для перевозок, и спецификой каждой конкретной перевозки.

Обслуживание пассажиров на речных вокзалах включает в себя комплекс мероприятий: предоставление широкой номенклатуры информации (о движении транспортных единиц, работе вокзальных и городских служб, прочей справочной информации), организация продажи билетов, прием и хранение ручного багажа, культурно-бытовое и медицинское обслуживание, создание специальных условий для определенных категорий пассажиров (например, пассажиров с детьми, инвалидов, делегаций), предоставление комплекса платных услуг (организация питания, парикмахерских, ремонтных услуг, продажа сувениров, газет, журналов, почтовые услуги и пр.).

С целью обеспечения той или иной заявки пассажира на обслуживание требуется достаточное количество обслуживающих устройств, которое может быть обеспечено посредством математического аппарата теории массового обслуживания.

В настоящее время, на развитие пассажирских перевозок водным транспортом особое влияние оказывает задача привлечения пассажиров. Важнейшими направлениями данного вида деятельности судоходных компаний являются активное использование рекламы и работа со сторонними организациями (в том числе, туристическими) по повышению спроса на перевозки. Данный аспект накладывает специфику на вопросы организации движения флота, выраженную прежде всего в том, что судоходная компания обеспечивает перевозку туристов, как часть общей туристической программы. В этом случае, например, оптимизация скорости движения флота должна базироваться не на расходах судовладельца, а на конкретном времени прибытия пассажиров в определенный пункт туристической программы.

## **9.2 Особенности организации перевозок грузов в крупнотоннажных судах и большегрузных составах**

Одним из важнейших путей повышения эффективности работы водного транспорта является использование большегрузных составов и расширение сферы их применения. Внедрение в практику работы водного транспорта эксплуатации крупнотоннажных судов и большегрузных составов позволяет значительно увеличить производительность труда плавсостава и общую эффективность использования флота.

К крупнотоннажным самоходным судам относятся суда, грузоподъемность которых выше средней по парокhodству, а на боковых и малых реках – выше средней по данному региону, а также грузовые самоходные суда, работающие с баржами-приставками независимо от их грузоподъемности.

Поиск путей повышения эффективности работы водного транспорта приводит к увеличению показателя нагрузки. Анализ показателей работы флота дает возможность установить, что нагрузка на 1 кВт мощности грузовых теплоходов в 3–5 раз меньше, чем у толкаемых составов. Это определяет целесообразность более активного использования грузовых теплоходов для вождения серийных барж-приставок.

В настоящее время грузовые теплоходы и баржи-приставки работают по единственной форме тягового обслуживания – с закреплением теплохода на весь период эксплуатации, что объясняется, прежде всего, ограниченным количеством барж-приставок.

В Республике Беларусь на балансе РТУП «Белорусское речное пароходство» находится состав класса «О-пр», состоящий из грузового теплохода проекта 95065 и баржи-приставки проекта 775 Д с характеристиками, приведенными в таблицах 9.3 и 9.4.

**Таблица 9.3 – Технические характеристики теплохода проекта 95065**

Характеристика		Значение (тип)
Автор проекта		РНУП «Белсудопроект», 2002 год
Год и место постройки головного судна		РУП «Гомельский судостроительный-судоремонтный завод»
Тип		Однопалубный двухвальный грузовой теплоход-площадка с кормовым расположением машинного отделения и надстройки
Класс Речного Регистра		«О-пр»
Назначение		Перевозка генеральных, насыпных контейнерных грузов
Габаритные размеры, м	длина	73,80
	ширина	10,20
	высота	12,30
Осадка, м	в груженом состоянии	1,87
	в порожнем состоянии	0,79
Регистровая грузоподъемность, т		725
Водоизмещение в порожнем состоянии, т		419
Мощность двигателя, кВт		326
Скорость движения, км/ч	в порожнем состоянии	18,0
	в груженом состоянии	15,5
	в груженом состоянии	
	в составе	12,2
Автономность плавания, сут		20
Экипаж, чел.		7
Размеры грузового бункера, м	длина	48,80
	ширина	7,30
	высота	2,60
Размеры крышки бункера, м	длина	6,00
	ширина	7,50
	высота	1,10

**Таблица 9.4 – Технические характеристики баржи-приставки проекта 775 Д**

Характеристика		Значение (тип)
Автор проекта		РНУП «Белсудопроект», 2002 год
Год и место постройки головного судна		РУП «Гомельский судостроительный-судоремонтный завод»
Тип		Баржа-площадка с грузовым бункером
Класс Речного Регистра		«О-пр»
Назначение		Несамостоятельная баржа-площадка, эксплуатируемая без судового экипажа методом толкания или буксировки
Габаритные размеры, м	длина	73,68
	ширина	10,18
	высота	5,05

## Окончание таблицы 9.4

Характеристика		Значение (тип)
Осадка, м	в грузе	1,87
	в порожнем состоянии	0,52
Регистровая грузоподъемность, т		900
Размеры грузового бункера, м	длина	61,25
	ширина	7,30
	высота	1,90

Данный состав использовался для перевозок калийных удобрений из порта Мозырь в порт Николаев (Украина), а его строительство было осуществлено как одно из мероприятий Программы развития водного транспорта Республики Беларусь с основной областью использования для экспортно-импортных перевозок по днепровскому водному пути разряда «О» с возможностью выхода в прибрежные воды Черного моря и в порты Дунайского бассейна. Нагрузка на единицу мощности такого состава может составлять до 5 т/кВт.

В практике эксплуатации водного транспорта значительное место занимают перевозки грузов в большегрузных составах. К большегрузным относятся составы, у которых нагрузка на единицу мощности свыше 6 т/кВт. Все большегрузные составы можно разделить на три группы: баржевые, секционные и полусекционные (рисунок 9.7).

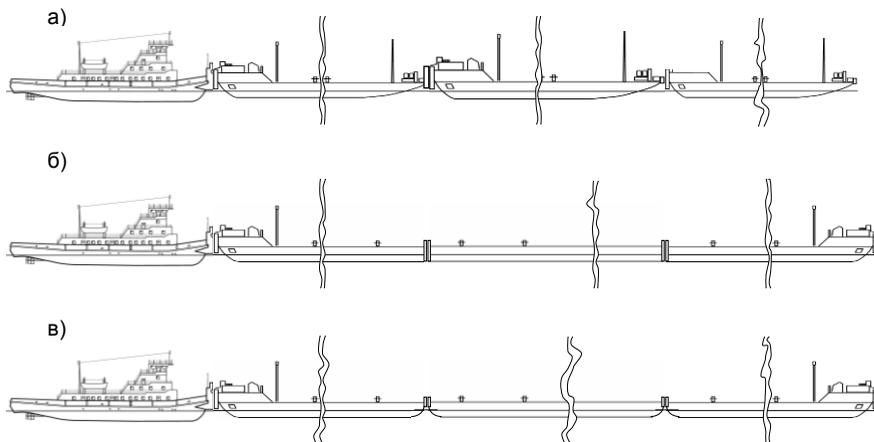


Рисунок 9.7 – Принципиальные схемы большегрузных составов:  
а – баржевые; б – секционные; в – полусекционные

*Баржевые толкаемые составы* состоят из однотипных или разнотипных барж, имеют различные формы счала. Учалка судов в составе может производиться как автосцепными устройствами, так и тросами. К

основному достоинству таких большегрузных составов относительно секционных и полусекционных можно отнести значительную номенклатуру и количество барж и, как следствие, возможность применения обоих способов тягового обслуживания (подразд. 3.6); к недостаткам – сложность осуществления тяговых расчетов, а следовательно, и технического нормирования; сложность учалки разнотипных барж и, как следствие, сложность управляемости такого состава.

*Секционными* называются составы из несамоходных судов (секций), имеющих одну или обе оконечности в виде вертикальных транцев, доходящих до днища. Учалка секций в составе производится с помощью сцепных кильваторных и бортовых устройств. Сопротивление воды движению секционного состава по сравнению с баржевым примерно на 10–25 процентов ниже, а скорость, соответственно, при использовании одного и того же толкача на 6–15 процентов выше. При этом такие составы лучше управляются, дешевле в строительстве и эксплуатации, а при одинаковых габаритах с баржевыми составами секционные имеют большую грузоподъемность в среднем на 10–15 процентов.

Наряду с преимуществами эксплуатация секционных составов имеет и недостатки: не для всех секционных составов возможна взаимозаменяемость носовой и кормовой секций; вождение отдельных секций приводит к значительным потерям энергии вследствие высокого сопротивления воды движению такой секции; количественная ограниченность секций не позволяет активно применять форму тягового обслуживания с закреплением тяги на отдельные рейсы.

С целью частичного устранения недостатков вышеописанных видов составов при проектировании несамоходных судов стали использовать своеобразный компромисс – *полусекции*. В отличие от секционных полусекционные составы формируются из отдельных универсальных полусекций. Носовые и кормовые обводы выполняются в виде транцев, подрезанных от днища на определенную высоту. Полусекции имеют большее сопротивление воды движению по сравнению с баржами, но гораздо меньшее, чем у секций. Как результат, полусекции могут перемещаться в одиночку без дополнительных потерь скорости буксира-толкача, а сопротивление полусекционного состава на 15–20 процентов ниже, чем для баржевого с аналогичным весом.

Для эффективного использования большегрузных составов необходимо создавать соответствующие условия работы: технические, эксплуатационные и экономические.

К техническим условиям относятся соотношения габаритных размеров большегрузных составов к размерам судового хода и гидротехнических сооружений, конструкция буксиров-толкачей и барж, их оборудование, а также техническое оснащение береговых пунктов в начальных и конечных пунктах линии.

К эксплуатационным условиям относятся масса грузов, запланированная для перевозки в большегрузном составе, расстояние перевозки, оптимальная загрузка барж в составах, их управляемость, пропускная способность пунктов грузовой переработки, схемы и формы организации их работы, мощность буксиров-толкачей, сопротивление воды движению состава, скорость движения состава, система обслуживания состава в конечном и начальном пунктах линии.

К экономическим условиям эффективной работы большегрузных составов относятся строительная и балансовая стоимость судов, эксплуатационные затраты на содержание флота, удельный расход топлива и смазочных материалов, численность экипажа и производительность труда плавсостава.

Очевидно, что с увеличением грузоподъемности состава при неизменной мощности толкача улучшаются эксплуатационно-экономические показатели работы флота (см. разд. 6). Однако, с другой стороны, рост грузоподъемности состава неизбежно сопровождается увеличением его габаритных размеров и не может быть беспредельным. Основными ограничивающими условиями при определении оптимальных размеров большегрузных составов являются габариты судового хода или судопропускных сооружений.

Эффективность работы большегрузных составов пропорциональна сокращению валового времени нахождения их в пунктах обработки. Поскольку прибывающий под обработку состав имеет значительную грузоподъемность, а баржи такого состава эксплуатируются без команд, следует предусматривать обработку барж на нескольких причалах одновременно с высокими нормами перегрузочных работ, а для обслуживания судов создавать специальные береговые бригады и выделять рейдово-маневровые суда.

При выборе схемы и формы организации работы большегрузных составов предпочтение, как правило, отдают маршрутной схеме организации движения с закреплением тяги на отдельные рейсы.

### **9.3 Особенности организации перевозок леса**

Плот представляет собой плавучее средство из соединенных между собой бревен, труб и других предметов, предназначенное для их транспортировки по водным путям. Подавляющее большинство плотовых перевозок составляют перевозки леса. Основная цель организации таких перевозок – высвобождение подвижного состава для перевозок других грузов. Однако плотовые перевозки несмотря на низкую себестоимость имеют ряд недостатков, которые приводят к снижению их количества.

В Республике Беларусь, в силу специфики региона, относительно низких объемов производства леса, вследствие отсутствия дефицита в

транспортных средствах водного транспорта, плотовые перевозки не организуются. Такое положение сохраняется и для большинства судоходных компаний Российской Федерации за исключением предприятий, осуществляющих судоходство на реках Сибири, где, несмотря на общие тенденции сокращения размеров плотовых перевозок, их доля в общем грузообороте еще достаточно велика.

Значительная доля операций по доставке леса от мест его заготовки до потребителей выполняется лесозаготовительными организациями. Речной транспорт принимает на себя только буксировку сформированных плотов по судоходным путям. Транспортировка древесины в плотах вниз по течению является более экономичным способом ее доставки по сравнению с другими видами, что определяет широту ее использования, несмотря на следующие основные недостатки:

- низкие скорости движения плотовых составов, особенно на водохранилищах и озерах;
- значительная доля аварийности плотов при буксировке и связанные с ней потери древесины;
- снижение качества и порча древесины из-за длительного пребывания в воде;
- значительные потери времени на формирование плота и отдельных сплоточных единиц;
- значительные потери времени на проводку плотов через шлюзованные системы, однопутные и прочие затруднительные участки;
- негативное влияние остатков древесины в водоеме на экосистему региона;
- негативное влияние на безопасность судоходства по водным путям и рост затрат на обеспечение безопасности судоходства.

Плот как плавучее сооружение состоит из сплоточных единиц, представляющих из себя группу бревен, располагающихся в определенном порядке и скрепленных вместе при помощи такелажа. По форме сплоточные единицы разделяют на плоские, цилиндрические и сигарообразные. К плоским относятся сплоточные единицы, имеющие в поперечном сечении прямоугольную форму, к цилиндрическим – с эллиптическим поперечным сечением, к сигарообразным – с эллиптическим поперечным сечением и продольным сечением в форме, представленной на рисунке 9.8.

Наиболее распространенной формой сплоточных единиц является цилиндрическая форма, а вождение плотов из сигарообразных сплоточных единиц практикуется, в основном, на озерах и водохранилищах.

К сплоточной единице предъявляются определенные требования: плавучесть, прочность, простота формирования, возможность осуществления работ по формированию сплоточных единиц в воде и на берегу и некоторые другие.

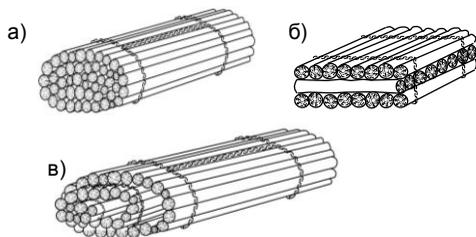


Рисунок 9.8 – Схематическое изображение форм сплоточных единиц:

а – цилиндрическая; б – плоская; в – сигарообразная

периода года. Летняя *сплотка* (процесс формирования сплоточных единиц) осуществляется на специальных рейдах. Рейды оборудуются соответствующими механизмами и устройствами для производства работ по сортировке древесины и формированию ее в сплоточные единицы (рисунок 9.9)

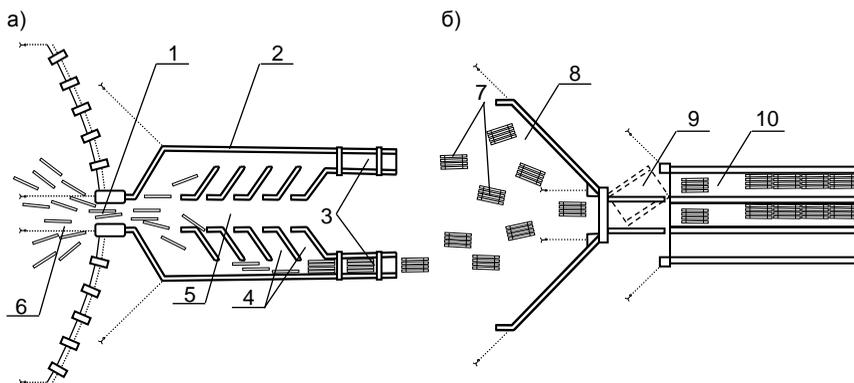


Рисунок 9.9 – Схемы рейдов автоматизированного формирования плотов:

а – сортировочная сетка веерного типа ; б – сортировочная сетка коридорного типа

Процесс сплотки можно охарактеризовать следующим образом. Древесина, перемещаемая по воде из специальной области рейда, называемой *запалью* 6, направляется на сортировочную сетку 2 через специальные ворота 1. Проходя через главный сортировочный коридор 5, древесина распределяется на группы и направляется в соответствующие, так называемые дворники 4. По мере наполнения дворников древесиной лесоматериалы подаются в сплоточную машину 3, где окончательно формируются сплоточные единицы.

Одним из важных недостатков плотовых перевозок являются значительные затраты на формирование сплоточных единиц. В настоящее время в регионах, где данный вид перевозок распространен, данные работы автоматизированы. Технологический процесс их выполнения зависит от

Принцип работы сплочочной машины (рисунок 9.10) состоит в следующем. Отсортированные бревна из дворики сортировочной сетки направляются в сплочочный коридор 3 машины, ограниченный понтонами 4 с уравнивателями. Машина имеет три моста – 1, 2 и 7. Два из них (1 и 2) жестко скреплены понтонами, один 7 свободно перемещается в границах сплочочного коридора. Каждый мост снабжен вертикальными стойками 5 и 6. По мере заполнения сплочочного коридора древесинной стойка 6, отведенная мостом 2 в переднюю часть коридора, опускается в рабочее положение, и мост начинает двигаться вдоль сплочочного коридора, сжимая бревна в пучок (положение I и II). После обвязки пучка 8 стойка поднимается, пропуская готовую сплочочную единицу (положение III) к месту формирования плота. Во время выполнения последней операции сплочочный коридор заполняется следующей порцией древесины, подвижной мост с поднятой стойкой 6 возвращается в исходное положение, и цикл формирования пучка повторяется.

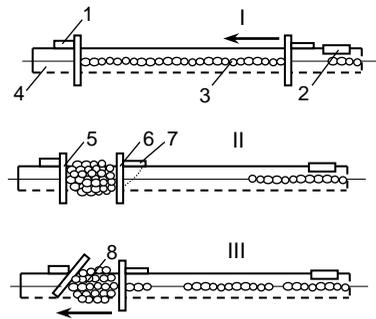


Рисунок 9.10 – Схема сплочочной машины

Технология формирования плотов из сформированных сплочочных единиц определяется их типом, но основные работы выполняются, как правило, следующим образом. Сплочочные единицы 7 (см. рисунок 9.9) самосплавом поступают в формирующую сетку, которая представляет собой наплавное сооружение из бревен и состоит из входного приемника 8, сортировочной рамы 9 и дворики 10. В дворики собирают отдельные ленты и секции, а затем из готовых лент и секций формируют плот.

Число секций, из которых формируются плоты, зависит от заданных их размеров. Средняя длина плотов, буксируемых по внутренним водным путям Российской Федерации, составляет 350 м, ширина – 60 м.

По длине секции соединяют друг с другом на расстоянии 2–4 м с целью придания плоту требуемой гибкости. Если по правилам буксировки плот требуется оснастить тормозным устройством и такелажем (волокушами, якорями, лотами), то к хвостовой части плота подводят специально оборудованные понтоны, на которых размещается такелаж. Данные понтоны после окончания рейса возвращаются в пункт отправления.

С целью повышения управляемости плота в процессе его транспортировки через затруднительные участки в помощь основному буксировщику дается вспомогательный, как правило меньшей мощности, для повышения маневренности хвостовой части плота.

В качестве вспомогательных средств управления плотом используются лоты и цепи, которые при необходимости опускают на дно реки, увеличивая сопротивление движению флота с целью создания дополнительного изгибающего момента. Данный способ оказывается очень эффективным при движении плота по криволинейным участкам.

Буксировка плотов осуществляется на основании навигационного, технических и оперативных планов. В разделах данных планов, посвященных тяговому обслуживанию судовых и плотовых потоков, устанавливаются соответствующие характеристики линий и нормы, схемы расстановки флота по тяговым плечам, время отправления и прибытия плотов.

Плотовые потоки характеризуются теми же параметрами, что и судовые потоки, а для организации плотовых перевозок организуются плотовые грузовые линии. При планировании и организации перевозочного процесса применяются два вида таких линий: специализированные и комбинированные. На специализированных линиях плотовые тяговые средства работают по схеме постоянного закрепления тяги без обратной загрузки, а на комбинированных – в обратном направлении буксировщик также осуществляет тяговое обслуживание.

Буксируют плоты по различным участкам и в разные периоды навигации, что накладывает специфику на организацию перевозочного процесса. Так, например, при буксировке плотов по озерам и водохранилищам вследствие ограничения скоростей течения воды требуется либо закреплять за плотом более мощный буксировщик, либо снижать массу плота; в весенний, полноводный период навигации плоты имеют повышенные массы, что повышает эффективность таких перевозок, но при наличии на внутренних водных путях сильных свальных течений ухудшается управляемость плота, что требует организовывать дополнительные мероприятия, например, задействовать дополнительные средства управления плотом либо дополнительный буксирный флот. В меженный период навигации уровни воды принимают наименьшие значения, появляются дополнительные перекаты, что требует ограничивать размеры плота.

Основными вопросами при организации перевозок в плотах являются подбор типа и мощности буксировщика и установление технических норм скорости буксировки плотов. Данные задачи выступают в качестве элементов решения общей задачи оптимального тягового обслуживания самоходного флота и плотов.

Тяговую мощность, в первом приближении, можно установить из условий обеспечения управляемости плота при заданной скорости его движения

$$N_T = \frac{r_{пл} v_{пл}^3}{\eta_0}, \quad (9.8)$$

где  $r_{пл}$  – приведенное сопротивление воды движению плота,  $\text{кНс}^2/\text{м}^2$ ;  
 $v_{пл}$  – скорость движения плота,  $\text{м/с}$ ;  
 $\eta_0$  – пропульсивный КПД.

Техническая скорость движения плота может быть установлена по формуле, аналогичной формуле (5.6), применительно к движению вниз по течению реки:

$$U_{пл} = v_{пл} + w, \quad (9.9)$$

где  $v$  – расчетная скорость судна (состава),  $\text{км/сут}$ ;  
 $w$  – приращение скорости движения плота,  $\text{км/сут}$ .

Скорость плота относительно воды

$$v_{пл} = \sqrt{\frac{F_{шв}}{k_{дв} r_{пл}}}, \quad (9.10)$$

где  $F_{шв}$  – сила тяги буксировщика на швартовых,  $\text{кН}$ ;

$k_{дв}$  – коэффициент влияния на сопротивление движению плота воды, отбрасываемой движителями буксировщика.

При организации проводки плотов требуется учитывать специфику пропуска плотов через судовые шлюзы и лимитирующие участки. Вследствие ограничения размеров камеры шлюза плоты приходится расчаливать. Иногда, когда буксировку плота ограничивают габаритные размеры пути, плот расчаливают на несколько меньших по размеру и осуществляют его перемещение. Данное обстоятельство требуется учитывать при формировании плота, применяя такие его конструкции, которые позволили бы сделать это в пути с наименьшими затратами времени и средств.

Многообразие условий, оказывающих влияние на эффективность плотовых перевозок, также делает задачу их организации многовариантной. Для ее решения применяются математические модели, общая постановка которых схожа с моделями задачи оптимального тягового обслуживания несамоходного флота.

#### 9.4 Особенности организации перевозок нефтегрузов

Нефть и нефтегрузы являются специфическими грузами, для перевозки которых необходимо соблюдение условий, определяющих специфику используемых типов подвижного состава, перегрузочной техники, и, как следствие, технологии перевозочного процесса. Нефть и нефтегрузы в составе перевозок водным транспортом занимают весомую долю, но требуют при этом использования либо специализированного подвижного состава (нефтеналивного флота), либо специальных контейнеров (контейнеров-цистерн).

Все нефтегрузы, перевозимые водным транспортом, в зависимости от их свойств можно разделить на пять групп: сырая нефть, темные нефтепродукты, светлые нефтепродукты, бензины и масла.

Сырая нефть – это нефть в естественном виде. Она представляет собой маслянистую жидкость от светло-коричневого до черного цвета с характерным запахом, легче воды и не растворяется в ней. По своему химическому составу нефть – сложная смесь различных углеводородов с примесями азотистых, кислородных и сернистых соединений.

Сырая нефть в своем составе содержит парафин, который может кристаллизироваться и понижать общую подвижность нефти. Данное свойство негативно сказывается на процессе транспортировки, так как скопление кристаллов парафина, смолистых и асфальтовых веществ на стенках трубопроводов судов и береговых погрузочно-разгрузочных машин способствует образованию остатков нефтегрузов, которые не могут быть откачаны посредством насосных установок.

Соединения серы и выделяющийся из них сероводород, наряду с кислотами, присутствующими в составе сырой нефти, способствуют коррозии корпуса судов, что особенно опасно при попадании остатков груза в подпалубное пространство.

В промышленности сырая нефть непосредственно не применяется, а используется как сырье, куда и может доставляться средствами водного транспорта.

В состав темных нефтепродуктов входят мазуты и моторное топливо.

Мазут является остаточным продуктом переработки сырой нефти и применяется, как правило, в виде топлива паровых котлов. Мазут при определенной температуре и длительном хранении теряет подвижность, что следует учитывать при организации процесса загрузки и разгрузки флота, так, например, с целью ускорения выгрузки мазута осуществляют его подогрев.

По своему составу моторное топливо схоже с составом мазута, только обладает меньшей вязкостью. Данный вид топлива применяется для дизелей с малым числом оборотов, а также для калоризаторных дизелей. Размеры перевозок темных нефтепродуктов водным транспортом невелики, что определяется, в основном, ограниченностью применения данного вида груза в промышленности.

В группу светлых нефтепродуктов, перевозимых водным транспортом, входят дизельное топливо, керосин, топливо для реактивных двигателей и газотурбинное топливо.

Все светлые нефтепродукты представляют собой маслянистую бесцветную или желтоватого оттенка жидкость, они легче воды, что определяет такое свойство данного рода груза, как обводнение – разделение груза на слой воды и, соответственно, груза. При этом следует учитывать, что разделение груза на такие слои происходит только после длительного отстоя, иначе мельчайшие капельки воды могут оставаться в

грузе, что крайне негативно сказывается на его потребительском качестве. Данный факт является первостепенным из тех, которые определяют низкую долю перевозок светлых нефтепродуктов водным транспортом. Поэтому при организации перевозок светлых нефтепродуктов особое внимание уделяется вопросам исключения в процессе доставки обводнения груза и попадания в них посторонних примесей.

Из группы светлых нефтепродуктов отдельно выделяют бензины, используемые в качестве топлива для высокочастотных двигателей внутреннего сгорания. При организации перевозок бензинов особое внимание требуется уделять следующим их особенностям. Во-первых, бензины имеют незначительную вязкость и поэтому легко проникают через мельчайшие поры и неплотности в обшивке корпуса судна, во-вторых, бензины легко испаряются, а их пары оказывают вредное воздействие на живые организмы, в-третьих, пары бензина очень взрывоопасны.

Из всех нефтепродуктов, перевозимых водным транспортом, наиболее широкую номенклатуру имеют масла – от высоковязких консистентных смазок до жидких трансформаторных масел. К перевозке каждого сорта масла предъявляются свои требования, однако общим требованием к их перевозке является обеспечение исключения их обводнения и загрязнения механическими примесями.

Нефтегрузы водным транспортом перевозят в грузовых самоходных и несамоходных судах. На особенности конструкции нефтеналивного флота оказывает влияние особенность производства погрузочно-разгрузочных работ (используя насосные установки), необходимость подогрева нефтепродуктов, выполнения противопожарных и санитарно-бытовых мероприятий, обеспечения необходимой остойчивости судна (на остойчивость судна негативное влияние оказывает наличие в корпусе свободно перемещаемой жидкости), исключение или предельное сокращение контакта перевозимого груза с окружающей средой и некоторые другие. Особенности конструкции судна определяют наличие специальных судовых систем: грузовой и зачистной, подогрева нефтегруза, газоотвода и орошения, противопожарной.

Специфические особенности нефтегрузов и флота, в котором они перевозятся, оказывают влияние на все вопросы организации перевозочного процесса и оптимального планирования перевозок.

На стадии разработки плана освоения грузопотоков укрупнение отдельных партий осуществляется строго по сортам нефтепродуктов, что объясняется вариацией требований к перевозкам грузов разных сортов.

При разработке плана тягового обслуживания требуется учитывать, что за составами несамоходных судов, перевозящих нефтеналивные грузы, могут быть закреплены буксиры-толкачи, оснащенные специальными системами, позволяющими нейтрализовать пожароопасность и взрывоопасность груза. Данный факт, как правило, и определяет широкое применение способа постоянного закрепления тяги за тоннажом.

Несмотря на многочисленные специфические особенности перевозок нефтеналивных грузов, основные принципы их организации и организации движения нефтеналивного флота не отличаются от принципов организации перевозочного процесса сухогрузов.

### 9.5 Особенности организации работы флота в ледовых условиях

Под *физической навигацией* понимается календарный период времени, в течение которого водные пути свободны ото льда и, следовательно, по ним возможно обеспечивать судоходство. Продолжительность данного периода определяется природно-климатическими условиями района плавания, а также гидрологическим режимом водного пути и варьируется в широких пределах (таблица 9.5).

Таблица 9.5 – Длительность физической навигации по участкам водных путей, эксплуатируемых судоходными компаниями Беларуси, России, Украины и Дунайского региона

Судоходная компания	Регион судоходства	В сутках
		Средняя продолжительность физической навигации
ОАО «Пароходство «Волготанкер»	Внутренние водные пути	215
	Река – море	250
ОАО «Судоходная компания Волжское пароходство»	Внутренние водные пути	215
	Река – море	300
ОАО «Московское речное пароходство»	Внутренние водные пути	206
ОАО "Управляющая Камская судоходная компания"		200
ОАО "Бельское речное пароходство"		190
ОАО "Вятское речное пароходство"		185
ОАО "Кубанское речное пароходство"		275
Группа компаний "Азово-Донское пароходство"	Внутренние водные пути	230
	Река – море	270
ОАО "Северное речное пароходство"	Внутренние водные пути	174
ООО "Сухонская судоходная компания"		195
ОАО "Печорское речное пароходство"		146
ОАО "Западное пароходство"		
	Река – море	270
ОАО "Иртышское пароходство"	Внутренние водные пути	177
	Обь – Тазовская губа	96

Окончание таблицы 9.5

Судоходная компания	Регион судоходства	Средняя продолжительность физической навигации
ОАО "Западно-Сибирское речное пароходство"	Внутренние водные пути	179
	Енисейский залив	138
ОАО «Восточно-Сибирское пароходство»	Внутренние водные пути	180
	Озеро Байкал	185
ОАО "Ленское объединенное речное пароходство"	Внутренние водные пути	145
ОАО "Амурское речное пароходство"		173
	Река – море	250
РТУП «Белорусское речное пароходство»	Внутренние водные пути	219
АД «Болгарское речное пароходство»		224
Судоходное общество «ДДСГ-Карго ГмбХ» (Австрия)		226
АК «Дунавски Ллойд-Сисак» (Хорватия)		226
АК «Махарт Дуна-Карго» (Венгрия)		226
АК «НАВРОМ СА» (Румыния)		226
АК «Джурджу-НАВ СА» (Румыния)		229
АК НФР-Дробета СА» (Румыния)		228
СК «Словацкое дунайское пароходство»		226
АК «УДАСКО» (Украина)		224
АСК «УКРРЕЧФЛОТ» (Украина)		222
АК «Крайина» (Югославия)		224

Продолжительность физической навигации оказывает непосредственное влияние на систему организации перевозок и движения флота по бассейну (см. разд. 3, 5), поэтому продление навигационного периода является одним из мероприятий, повышающих эффективность работы водного транспорта. Продление навигации имеет целью увеличение эксплуатационного периода и установление гарантированных сроков работы водного транспорта.

Увеличение эксплуатационного периода вследствие работы флота в ледовых условиях приводит к более полному использованию по времени технических средств водного транспорта, в результате чего увеличиваются размеры перевозок и грузооборота, а при отсутствии дополнительных грузопотоков, которые не были освоены в навигационный период, сокращается потребность во флоте, увеличивается надежность доставки грузов в весенний и осенний периоды (наиболее неблагоприятные для судоходства с точки зрения обеспечения его безопасности) и выполнения плана перевозок в целом.

Установление гарантированных сроков начала и окончания навигации имеет важное значение для грузовладельцев и смежных видов транспорта, так как эти сроки определяют даты предъявления грузов к перевозке водным транспортом весной и переключения грузопотоков с водного на смежные виды транспорта осенью.

Значительный эффект от продления навигации достигается благодаря проводке судов во льдах в весенний период к устьям боковых рек, на которых паводок наступает до вскрытия магистральных водных путей. На многих боковых реках, в особенности протекающих по степным районам, весенний паводок очень непродолжителен, в отдельные годы составляет лишь 12–15 суток. Если перед началом паводка не сосредоточить флот у устья такой боковой реки, то завоз грузов в ее пункты может быть сорван.

Все большее распространение получают зимнее слипование и докование судов, что также можно рассматривать как своеобразное продление эксплуатационного периода, так как отремонтированные в зимний период суда в навигацию используют по прямому назначению большую долю времени.

Продление навигации также оказывает влияние на логистический эффект перевозок грузов в регионе. Вследствие использования флота на перевозках в ледовых условиях снижаются затраты на хранение межнавигационного запаса грузов. К тому же расходы, связанные с организацией перевозок в продленный период навигации, несет, в основном, водный транспорт. К ним относятся расходы, связанные с приобретением и эксплуатацией физических средств продления навигации (ледоколов, ледокольных насадок и пр.), эксплуатацией флота и других объектов материально-технической базы водного транспорта, возникающие в связи с продлением навигации, например, вследствие более продолжительной эксплуатации навигационной обстановки, средств поддержания судоходных глубин, судоремонтных предприятий и т. д.

Обеспечение продления навигации на водных путях обеспечивается специальными техническими средствами, предназначенными для разрушения льда и создания судоходного канала, образования и поддержания судоходных каналов у причалов и слипов в акваториях портов и затонов, разрушения льда в местах зимовки судов, создания судоходных трасс на переправах.

В практике продления навигации распространение получили три способа: термический, физико-механический и механический.

Термический способ разрушения льда или ослабления его прочности предполагает использование для нагрева льда тепловой энергии солнца, геотермальных, промышленных и теплых придонных вод.

Физико-механический способ ослабления льда основан на применении солей, понижающих точку плавления льда, после чего он проще поддается разрушению с применением механического способа.

Два вышеперечисленных способа продления навигации применяются довольно редко вследствие значительной дороговизны и негативного

влияния химических материалов на экологическую ситуацию в регионе. Эти способы применяются для ослабления льда на небольшом протяжении, а также для поддержания майн в пределах портовой акватории и судоходных шлюзов.

Наибольшее распространение из трех рассматриваемых методов получил механический способ, заключающийся в разрушении льда специально оборудованными механическими средствами, среди которых наиболее эффективными являются ледоколы и ледокольные приставки.

*Ледокол* – это специальное судно, предназначенное для разрушения сплошного ледяного покрова, которое обеспечивается посредством мощной энергетической установки, повышенной прочности корпуса со специальными обводами и прочими устройствами (корпус ледокола имеет минимальное соотношение длины к ширине, что повышает полезный упор, в ущерб ходкости и управляемости; корпус имеет наклонный форштевень благодаря чему судно, «наваливаясь» на лед, разрушает его с использованием, помимо энергетической установки, гравитации; винты ледоколов не располагаются в насадках, а рули защищены специальными устройствами во избежание их повреждения, особенно при движении задним ходом).

Для прокладки судоходных трас в сплошном льду могут использоваться не только специальные суда, но и транспортные, оснащенные *ледокольными или ледоочистительными приставками*. Такая приставка представляет собой специальный понтон с наклонной носовой частью и нишей в кормовой оконечности для расположения в ней носовой оконечности толкача, который швартуется с ней и начинает движение в сплошном льду.

Работа флота в ледовых условиях требует особых методов организации перевозочного процесса и руководства работой всех звеньев водного транспорта. С этой целью в некоторых судоходных компаниях создаются специальные оперативные группы по обеспечению ледового плавания. Работа персонала таких групп регламентируется специальными нормативными и правовыми документами.

Цель создания оперативных групп по обеспечению ледового плавания заключается в выполнении плановых заданий по перевозкам грузов в продленный период навигации. Персонал данной группы разрабатывает мероприятия по подготовке к работе в ледовых условиях флота, портов, пути, готовит аварийно-спасательное, навигационное и гидрометеорологическое обеспечение, снабжение флота топливом и прочими материалами, распределяет ледокольные средства по участкам работы, обеспечивает расстановку навигационных знаков на период ледового плавания, обеспечивает информационный обмен с судами и береговыми подразделениями и многие др.

К ледовому плаванию допускаются суда, удовлетворяющие необходимым требованиям Речного Регистра.

Оптимальное использование ледокольного флота, ледокольно-ледоочистительных приставок, включающее в себя рациональную расстановку данных средств по участкам работы транспортных судов и точное прогнозирование ледовой обстановки, позволяет увеличить навигационный период на отдельных участках внутренних водных путей до 30 процентов.

### **9.6 Особенности организации перевозок грузов в контейнерах и пакетах**

Повышение эффективности грузовых перевозок и улучшение показателей использования флота могут быть обеспечены за счет широкого внедрения в практику эксплуатации водного транспорта перевозок грузов укрупненными местами, то есть в контейнерах и пакетах. Организация перевозок грузов в контейнерах и пакетах имеет ряд преимуществ перед стандартными способами перевозки штучных грузов. Основные из них:

- сокращаются сроки доставки грузов за счет повышения производительности погрузо-разгрузочных работ;
- обеспечивается большая сохранность груза, надежно защищенного упаковкой;
- упрощается процесс оформления коммерческой документации;
- создаются дополнительные возможности применения мультимодальных и интермодальных перевозок;
- шире развивается линейная система судоходства;
- в большей степени обеспечивается логистический эффект.

Для перевозки грузов в контейнерах и пакетах создаются специализированные типы судов, контейнерный парк расширяется и пополняется не только универсальными, но и большегрузными контейнерами, появляются новые пакетирующие средства в виде укрупненной тары и строп-контейнеров, порты оснащаются специализированными перегрузочными машинами, внедряются более совершенные грузозахватные приспособления для автоматизированной перегрузки контейнеров и пакетов. Опыт перевозки грузов в контейнерах подтверждает высокую их эффективность. Например, себестоимость перегрузки 1 т штучных грузов в речных портах, перевозимых в контейнерах, в 2,0–2,5 раза ниже; при использовании контейнерных перевозок достигается экономия на промышленной таре и упаковке; капитальные вложения в строительство крытых складов по сравнению со строительством контейнерных площадок больше в 3,5–4 раза.

При организации контейнерных и пакетных перевозок необходимо стремиться к тому, чтобы они выполнялись от пункта производства до пункта потребления без расформирования. Это обстоятельство требует наличия соответствующих технических средств в пунктах производства грузовых операций и обеспечивает повышение логистического эффекта системы доставки груза.

Контейнеры подразделяют на крупнотоннажные, максимальная масса брутто которых более 10 т; среднетоннажные – от 2,5 т до 10 т и малотоннажные, масса брутто которых менее 2,5 т. Каждый из этих видов контейнеров разделяют на два основных типа: универсальные, предназначенные для штучных грузов широкой номенклатуры, и специализированные – для грузов ограниченной номенклатуры или грузов отдельных видов, например, контейнеры-цистерны, изотермические, бункерные, рефрижераторные контейнеры. Характеристики контейнеров, наиболее широко применяемых в практике эксплуатации водного транспорта, приведены в таблице 9.6.

Таблица 9.6 – Характеристики контейнеров

Тип контейнера	Масса брутто, т		Внутренний объем, м <sup>3</sup>	Наружные размеры, мм		
	номинальная	максимальная		длина	ширина	высота
Крупнотоннажный	30,000	30,480	65,6	12192	2438	2591
	30,000	30,480	61,3	12192	2438	2438
	25,000	25,400	48,9	9125	2438	2591
	25,000	25,400	45,7	9125	2438	2438
	25,000	25,400	45,7	9125	2438	2438
	24,000	24,000	32,1	6058	2438	2591
	24,000	24,000	30,0	6058	2438	2438
	10,000	10,160	14,3	2991	2438	2438
	10,000	10,160	14,3	2991	2438	2438
Среднетоннажный	5,000	6,000	11,3	2100	2650	2591
	5,000	5,000	11,3	2100	2650	2400
	5,000	6,000	10,4	2100	2650	2400
	5,000	5,000	10,4	2100	2650	2591
	5,000	5,000	5,1	2100	1325	2400
	3,000	5,000	5,7	2100	1325	2400
	3,000	5,000	5,1	2100	1325	2400
	3,000	5,000	5,1	2100	1325	2400
Малотоннажный	1,250	1,250	3,0	1800	1050	2000
	0,625	0,630	1,4	1150	1050	1700

Одно из важных направлений совершенствования перевозки штучных грузов – организация перевозки их в крупнотоннажных контейнерах. Конструкция этих контейнеров следующая. Каркас и несущие элементы выполнены из проката различного профиля, боковые стенки – из гофрированных стальных листов толщиной 1,5 мм. В торцевой части расположены двухстворочные двери, настил пола контейнера деревянный. В нижней раме контейнера имеются сквозные пазы для перегрузки их вилочными автопогрузчиками.

В практике контейнерных перевозок широкое применение находят перевозки крупнотоннажных контейнеров, устанавливаемых на ролл-трейлерах и полуприцепах. Использование такой технологии позволяет

осуществлять загрузку флота тягачами или автопогрузчиками грузо-подъемностью 20–25 т через бортовые или кормовые проемы корпуса судна, а наибольший эффект использования данной технологии достигается при организации интермодальных перевозок, где обеспечивается перевозка груза по единому документу без вскрытия контейнера.

Перевозка грузов в контейнерах помимо преимуществ имеет и некоторые недостатки, которые следует учитывать при обосновании схем их использования: значительный собственный вес контейнеров (до 20–25 процентов веса брутто); высокая стоимость контейнеров; необходимость возвращения порожних контейнеров; неполное использование грузо-подъемности подвижного состава, занятого на перевозках контейнеров.

На водном транспорте в настоящее время широко используется пакетный способ транспортировки штучных грузов различной номенклатуры, а также круглого леса, пиломатериалов, асбестоцементных и металлических труб, металлов и некоторых других. Традиционный и наиболее широко применимый способ формирования пакетов – перевозка грузов на поддонах. На поддонах обычно перевозят муку, цемент, минеральные удобрения в мешках, различные товары в ящиках.

*Транспортный пакет* – укрупненная грузовая единица, сформированная из нескольких грузовых единиц в результате применения средств пакетирования. Средства пакетирования, по аналогии с контейнерами, подразделяются на универсальные и специализированные.

Широкая номенклатура перевозимых водным транспортом грузов, их разнообразные свойства, размеры и масса обуславливают значительное число видов применяемых средств пакетирования. К основным средствам пакетирования относятся поддоны и стропы. *Поддон* – средство пакетирования, имеющее настил и при необходимости надстройку для размещения и крепления груза.

Поддоны подразделяются на ящичные (с крышкой или без нее, имеющие не менее трех вертикальных стенок), стоечные (со съемными или несъемными стойками и обвязкой) и плоские.

Ящичные и стоечные поддоны имеют следующие стандартные типоразмеры:

1240 x 835 x 970 мм	с	массой брутто	не более	1 т;
1240 x 840 x 970 мм	"	"	"	1 т;
1240 x 840 x 1510 мм	"	"	"	1,25 т;
1240 x 1040 x 1150 мм	"	"	"	1,25 т;
1640 x 1240 x 1300 мм	"	"	"	2 т;
1840 x 1240 x 1300 мм	"	"	"	3,2 т.

Плоские поддоны по конструктивным особенностям разделяют на двухзаходные, в которых вилочный захват может быть заведен с двух противоположных сторон, и четырехзаходные, в которых ввод вилочного захвата возможен со всех сторон. Плоские поддоны имеют следующие типоразмеры: 1200 x 800 мм, 1200 x 1000 мм, 1600 x 1200 мм и 1800 x 1200 мм.

Перевозка грузов на плоских поддонах имеет и недостатки, основные из которых:

- пакеты, сформированные на поддонах, не всегда удается сформировать одинаковыми по форме и размерам. Это затрудняет их складирование в несколько ярусов при перевозке и хранении. В результате грузоподъемность судов и емкости складов используются не полностью;

- большая часть штучных грузов, уложенных на поддоны, не может перевозиться в открытом подвижном составе вследствие их физико-химических свойств и требует закрытого хранения в портах.

С целью повышения эффективности пакетных перевозок на водном транспорте стали применяться крупнотоннажные поддоны – *флеты*. С целью частичного устранения недостатков применения поддонов их выполняют в виде различных конструкций: они могут быть плоскими, с торцовыми опорными стенками, со съемными стойками, с бортами и откидной торцевой стенкой и несъемными стенками в виде ящичного поддона и др. (рисунок 9.11).

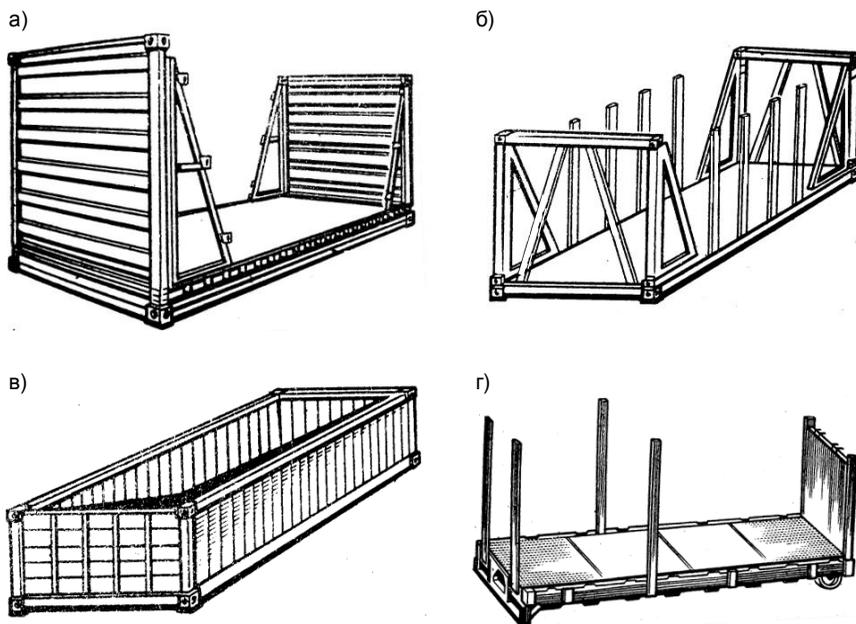


Рисунок 9.11 – Схемы флетов:

а – с торцовыми опорными стенками; б – со съемными стойками; в – с несъемными в виде ящичного поддона; г – со съемными стойками и откидной торцевой стенкой (ролл-трейлер)

В настоящее время активно используется пакетный способ перевозки грузов в мягкой упаковке. Пакеты, формируемые в мягкой упаковке, имеют ряд достоинств: они формируются одинаковой массы и размеров, полнее используются грузоподъемность судна и вместимость складов, возврат пакетирующих средств по сравнению с поддонами значительно упрощается.

Весомую долю перевозок водным транспортом занимают перевозки лесных грузов: круглого леса, пиломатериалов и прочих видов продукции лесной промышленности (фанера, клепка, щепка, тарная доска и т. д.).

В настоящее время для пакетирования лесных грузов применяется проволочно-брусовая, проволочная или ленточная обвязка. Перспективным средством являются полужесткие стропы многократного использования, состоящие из набора цепей и металлических тяг из стали круглого профиля. Масса пакета лесных грузов обычно колеблется в пределах от 5 до 12 т.

Внедрение в практику работы контейнерных и пакетных перевозок грузов предопределяет решение вопросов организации перевозочного процесса: распределение этих перевозок по видам флота, обоснование схемы линий, расстановки судов и составов по участкам работы, формирование требования для новых типов судов и пр.

В настоящее время для перевозки грузов в контейнерах и пакетах используются различные типы самоходных и несамоходных судов. Пакетированные грузы, требующие закрытого хранения, обычно перевозят в грузовых теплоходах грузоподъемностью 600–2700 т. Для перевозки грузов открытого хранения в пакетах используются трюмные и палубные суда. Широкое распространение контейнерных перевозок привело к созданию специализированных теплоходов-контейнеровозов.

Перевозка грузов в контейнерах водным транспортом, как и любой другой вид перевозок, характеризуется значительным количеством исходных данных, требуемых для решения оптимизационных задач организации перевозочного процесса, что делает эти задачи многовариантными. В этой связи рекомендуется обоснование схем линий для перевозок грузов укрупненными местами выполнять с применением соответствующего математического аппарата, например методов математического программирования.

Регулярное движение судов по контейнерным линиям предопределяется расписанием, в котором предусматривается время прибытия и отправления по каждому пункту бассейна, включенному в линию. Большое значение в обеспечении логистического эффекта контейнерных перевозок имеет информационное обеспечение процесса доставки, в том числе информация о прибытии судов, количестве контейнеров, предназначенных к выгрузке, их расположении на судне, а также количестве контейнеров, подлежащих погрузке.

Поскольку проблема развития контейнерных и пакетных перевозок водным транспортом затрагивает логистические интересы различных предприятий и организаций, возникает объективная необходимость не только координировать этот вид перевозок, но разрабатывать и унифицировать технические средства, правила перевозок, положений и документов, регламентирующих работу всех элементов логистической цепи по доставке грузов в контейнерах и пакетах (грузовладельцев, видов транспорта, операторов перевозок и экспедиторов, транспортно-логистических центров).

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1 Особенности планирования и организации пассажирских перевозок водным транспортом.
- 2 Особенности организации перевозок в большегрузных составах несамостоятельных судов.
- 3 Особенности организации перевозок лесных грузов водным транспортом.
- 4 Особенности организации перевозок нефтегрузов водным транспортом.
- 5 Особенности организации перевозок грузов в ледовый период.
- 6 Особенности организации перевозок контейнерных грузов.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

---

---

- Аварийные ворота** 37  
– водосбор 37  
**Автономность плавания** 109  
**Автосцеп** 102  
**Акватория порта** 43  
**Архитектурные элементы судна** 96  
**Атомоход** 89
- Бакен** 29  
**Баллер** 99  
**Банка** 30  
**Баржевый состав секционный** 265  
– – толкаемый 264  
**Больверк** 49  
**Борт** 91  
**Буй** 29  
**Буксирная арка** 102  
– лебедка 102  
– гак 102  
– трос 102  
**Буксировка** 118  
**Бьеф** 33  
– верхний 33  
– нижний 33
- Валовая производительность работы флота** 212  
**Вежа плавучая** 29  
**Водный путь** 12  
– – внешний 12  
– – внутренний 12  
– – естественный 13  
– – искусственный 13  
**Водоизмещение** 93  
– полное 94  
– порожнем 94  
**Водоспуск** 37  
**Волнолом** 52  
**Выморозка** 72  
**Выправительное сооружение** 23  
**Высота надводного борта судна** 93  
– судна габаритная 93
- Габарит судового хода** 14
- Главные размерения корпуса судна** 92  
– – – – габаритные 92  
– – – – конструктивные 92  
**Глубина отличительная** 32  
**График движения и обработки судна** 137  
– – флота 226  
**Грузовместимость** 104  
– удельная 105  
**Грузовое кольцо** 144  
– план судна 186  
– поток 120  
**Грузооборот** 120  
**Грузоподъемность** 103  
– регистрационная 103  
– удельная 104  
**Грузопоток** 120
- Двигатель** 98  
**Движитель** 98  
**Диаграмма календарного распределения перевозок** 130  
– круговая 129  
– секторная 129  
– столбиковая 129  
**Дизель-электроход** 89  
**Динамическая кривая** 129  
**Дислокация грузопотоков** 124  
– пассажиропотоков 133  
**Дифферент** 94  
**Дифферентовка** 72  
**Длина габаритная** 93  
– конструктивная 93  
**Днище** 91  
**Дноочистительный снаряд** 18  
**Док передаточный** 74  
– плавучий 74  
– нормативная 250  
– плановая 250  
– правая 250  
– техническая 250  
**Дорога внутривортовая** 67

- Дорога подъездная 67  
Доставка 116  
Доходная ставка 220  
Доходы от перевозок 219
- Задачи диспетчерского аппарата** 249  
Запань 268  
Запруда 23  
Здание административно-хозяйственное 69  
Землесос 21  
Земснаряд 20  
– многочерпаковый 20  
– одночерпаковый 20  
Знак береговой 25  
– весенний 29  
– навигационный неосвещаемый 26  
– – освещаемый 26  
– перевальный 28  
– плавучий 25  
– створный 28
- Инженерная инфраструктура** 9  
Интервал отправления судов 147
- Канал искусственный** 37  
– обходной 36  
– открытый 36  
– подходной 36  
– самотечный 37  
– соединительный 36  
– судоходный 36  
– шлюзованный 36  
Картограмма 130  
Кормоподъемник 72  
Король шлюза 34  
Корпус судна 91  
Корреспонденция грузопотоков 123  
Коса подводная 32  
Кoeffициент использования времени на ход с грузом 210  
– – грузоподъемности 207  
– неравномерности перевозок по направлениям 122  
– – – по времени 122
- Кoeffициент пробега грузевого 207  
– – порожнего 207  
Крен 94
- Ледокол** 277  
Ледокольная приставка 277  
Линия транспортная 254  
– туристская 254  
– экскурсионно-прогулочная 254
- Машина без тягового органа** 54  
– вспомогательная 56  
– непрерывного действия 53  
– основная 55  
– периодического действия 53  
– с тяговым органом 54
- Маяк** 32  
– береговой 32  
– морской 32  
– опознавательный 32  
– плавучий 32  
– створный 32
- Межень** 15  
**Мель** 30  
**Метод нормирования аналитический** 175  
– – опытно-статистический 176  
– натуральных наблюдений 176  
**Мидель-шпангоут** 91  
**Мол** 52  
**Мореходные качества судна** 94
- Набережная вертикальная** 47  
– двухъярусная 48  
– откосного типа 47  
– полувертикального типа 48  
– полукосного типа 48  
**Навалочный груз закрытого хранения** 58  
– – открытого хранения 58  
**Навигационная обстановка** 25  
– – кардинальная 26  
– – латеральная 26  
– – осевая 26  
**Навигационная опасность** 30  
**Навигационный план** 226

- Нагрузка по отправлению 204  
Надстройка 97  
Напор шлюза 33  
Непотопляемость 94
- Оборот** 136  
Оградительное устройство 52  
Оперативное планирование работы флота 248  
– регулирование работой флота 248  
– анализ 249  
– контроль 248  
– учет 249  
Операция судна грузовая 133  
– – техническая 133  
– – технологическая 133  
– – ходовая 133  
Организация движения флота 140  
– перевозок грузов 140  
– перевозок пассажиров 140  
– перевозочного процесса 140  
Осадка судна 93  
– – в порожнем состоянии 104  
– – регистрационная 104  
– – эксплуатационная 104  
Остановочный пункт 39  
Остойчивость 94  
Осушка корпуса полная 73  
– – частичная 72  
Отбойная стенка 50  
– устройство 50  
– брус 50  
– кранец 50  
– пал 50  
Отмель 30
- Паводок** 15  
Пал 36  
– причальный 36  
Палуба 96  
Пароход 89  
Пассажиروместимость 103  
Пассажиروоборот 120  
Пассажиropоток 120  
Пассажирский поток 120  
Перевал 19
- Перевозки внутригородские 119  
– грузовые 117  
– местные 119  
– пассажирские 117  
– пригородные 119  
– скоростные 119  
– скорые 119  
– транзитные 119  
– экспрессные 119  
Перегрузочный комплекс 56  
– механизм 98  
Пережат 19  
Период графика 160  
– отправления 146  
– эксплуатационный 146  
Перо руля 99  
Плавуемость 94  
План портового и путевого обслуживания флота 236  
– работы судна вахтенный 246  
– – судна рейсовый 246  
– – флота декадный 243  
– – – оперативный 243  
– – – суточный 243  
– – – технический 240  
План тягового обслуживания 237  
План эксплуатационной работы 239  
Платформа 96  
Плес 19  
Плесовая лощина 19  
Плоскость диаметральной 91  
– конструктивной ватерлинии 91  
– мидель-шпангоута 91  
Плот 117  
Побочень 19  
Поворотная насадка 99  
Подруливающее устройство 99  
Половодье 15  
Полузапруда 23  
Полусекция 265  
Порог шлюза 34  
Порт 39  
– водохранилищный 41  
– военный 41  
– временный 42  
– каботажный 43

- Порт лагунный 42  
– морской 42  
– морской береговой 42  
– островной 42  
– постоянный 42  
– промысловый 41  
– речной 41  
– сезонный 42  
– транспортный 41  
– устьевой 42  
Портовая операция грузовая 40  
– – коммерческая 40  
– – пассажирская 40  
– – техническая 40  
Портовое устройство гидротехническое 46  
– – перегрузочное 46  
– – складское 46  
– – служебное 47  
– – транспортное 47  
Порт-убежище 41  
Постель 76  
Потребность во флота 148  
Прибрежный пункт 39  
Пристань 39  
Причал плавучий 49  
– рейдовый 49  
Причальное сооружение 47  
– – гравитационное 48  
– – свайное 49  
Причальный фронт 45  
Провозная способность флота 159  
Производительность механизма техническая 169  
– – эксплуатационная 169  
– труда 223  
Производственно-финансовый план работы судна 245  
Пропускная способность водного пути 159  
– – порта 168  
– – причала 168  
– – склада 172  
– – шлюза 163  
Процесс заготовительный 70  
– обрабатывающий 70  
Процесс сборочно-монтажный 70  
Путь внутрипортовый 66  
– маневровый 66  
– перегрузочный 66  
– подъездной 66  
– прикордонный 66  
– тыловой 66  
– ходовой 66  
**Работы берегоочистительные 18**  
– дноочистительные 18  
– дноуглубительные 19  
– землечерпательные 20  
– русловыправительные 20  
– руслоочистительные 18  
– скалоуборочные 20  
– слесарно-монтажные 77  
– слесарные 77  
Район свалки грунта 32  
Рангоут 97  
Рейд 44  
– навигационный 44  
– оперативный 46  
– перегрузочный 44  
– перегрузочный 46  
– причальный 44  
– сортировочный 46  
Рейс 135  
– груженный 136  
– круговой 136  
– порожний 136  
Рентабельность 220  
Рефулер 21  
Риф 30  
Рубка 97  
Румпель 99  
Русловыправление 22  
Рым 50  
**Себестоимость перевозки 217**  
– продукции 217  
Сечение канала ложбинообразное 38  
– – полигональное 38  
– – прямоугольное 38  
– – трапецеидальное 38  
Сила толкания 107

- Сила толкания приведенная 107  
– тяги 107  
– – приведенная 107  
Система водоснабжения 81  
– канализации 82  
– набора корпуса 91  
– – – поперечная 91  
– – – продольная 91  
– – – смешанная 91  
– производственно-пожарная 81  
– условия управления выборочная 22  
– – сплошная 22  
– связи 83  
– эксплуатационных показателей работы флота 202  
– электроснабжения 79  
Скала 30  
Склад базисный 65  
– закрытый 64  
– оперативный 65  
– открытый 64  
– портовый 64  
– специализированный 64  
– транзитный 65  
– универсальный 64  
Скоба 52  
Скоростная характеристика судна 106  
Скорость буксира без состава 105  
– судна 105  
– – в грузе состоянии 105  
– – в порожнем состоянии 105  
– – расчетная 190  
– – техническая 190  
Слип поперечный 73  
Сопротивление воды движению судна 107  
– – – – приведенное 107  
Составопоток 146  
Сплотка 268  
Способ тягового обслуживания тоннажа 154  
Средний оборот тоннажа 210  
– густота перевозок 121  
– дальность перевозок 121  
Средняя дальность поездки 121  
Средства навигации и связи 103  
Створ 26  
– кромочный 28  
– линейный 27  
– осевой 27  
– щелевой 28  
Створная зона 26  
Стоимость судна балансовая 111  
– – строительная 110  
– – – удельная 111  
Струенаправляющая дамба 23  
Судно 86  
– винтовое 90  
– водоизмещающее 89  
– вспомогательное 87  
– глиссирующее 89  
– колесное 90  
– крыльчатое 90  
– морское 90  
– на воздушной подушке 89  
– на подводных крыльях 89  
– несамоходное 87  
– озерное 90  
– парусное 90  
– речное 90  
– самоходное 87  
– смешанного плавания 90  
– специализированное 88  
– техническое 87  
– транспортное 87  
– универсальное 88  
Судовая силовая установка вспомогательная 97  
– – – главная 97  
– энергетическая установка 97  
– помещение 97  
– устройство 98  
– ход 14  
Судоподъемник вертикальный 75  
Судопоток 146  
Судоремонтное предприятие 9  
Судоходная обстановка 25  
Судо-часовая норма 195  
Схема механизации универсальная 56

- Сцеп двухзамковый 102  
– однозамковый 102
- Твиндек** 96
- Теоретический чертеж корпуса 91
- Теплоход 89
- Терминал контейнерный 63
- Территория порта 43
- Техническая норма 173  
– продолжительности грузовой обработки 195  
– дифференцированная 197  
– загрузки судна 177  
– скорости судна 190  
– укрупненная 197
- Техническое нормирование 173
- Технологический процесс работы судна 133
- Толкание 118
- Трал гибкий 16  
– жесткий 16
- Траление 16  
– аварийное 16  
– местное 16  
– сплошное 16
- Транспортный пакет 280
- Трюм 97
- Тумба 52
- Тяговая характеристика судна 106  
– коэффициент полезного действия 108
- Управляемость** 95
- Устройство буксирное 101  
– грузовое 102  
– люковое 103  
– рулевое 99  
– спасательное 102  
– сцепное 101  
– швартовное 101  
– якорное 99
- Участок заготовительный 76  
– первичной обработки 76  
– сборочно-сварочный 76
- Фальшборт** 97
- Форма организации движения флота 141  
– – – – линейная 141  
– – – – рейсовая 142
- Функции диспетчерского аппарата 249
- Характеристики грузовой линии** 145
- Ходкость 95
- Цех вспомогательный** 71  
– деревообделочный 77  
– заготовительный 71  
– корпусно-сварочный 76  
– кузнечнопрессовый 78  
– литейный 78  
– механосборочный 76  
– обрабатывающий 71  
– сборочно-монтажный 71
- Частота отправления судов** 147
- Численность экипажа 113
- Шалаанда** 21
- Швартовная бочка 52  
– приспособление 50
- Ширина габаритная 93  
– конструктивная 93  
– наибольшая 93
- Шлюз судоходный 34
- Шлюзование 33
- Эксплуатационные расходы судна** 111  
– – – удельные 111
- Эпюра загрузки судна 183
- Якорная цепь** 99  
– брашпиль 100  
– клюз 99  
– стопор 100  
– шпиль 100  
– ящик 100
- Якорь** 99  
– Матросова 100  
– Холла 100
- Яма 32

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

- 1 **Берлин, Н. П.** Погрузочно-разгрузочные, транспортирующие и вспомогательные машины и устройства / Н. П. Берлин. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 342 с.
- 2 **Головнич, А. К.** Речные порты / А. К. Головнич. – Гомель : БелГУТ, 1997. – 101 с.
- 3 **Горюнов, Б. Ф.** Морские порты / Б. Ф. Горюнов, Ф. М. Шихнев, П. С. Никеров. – М. : Транспорт, 1979. – 368 с.
- 4 **Ерофеев, Н. И.** Технические средства комплексной механизации перегрузочных работ на морском транспорте / Н. И. Ерофеев. – М. : Транспорт, 1967. – 286 с.
- 5 **Захаров, В. Н.** Организация работы речного флота / В. Н. Захаров, В. П. Зачесов, А. Г. Малышкин. – М. : Транспорт, 1994. – 287 с.
- 6 **Зачесов, В. П.** Технология и организация перевозок на речном транспорте / В. П. Зачесов, В. Г. Филоненко. – Новосибирск : Сибирское соглашение, 2005. – 400 с.
- 7 **Казаков, Н. Н.** Технология и организация перевозок на водном транспорте / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 207 с.
- 8 **Казаков, Н. Н.** Техническая эксплуатация объектов водного транспорта / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 208 с.
- 9 **Казаков, Н. Н.** Инфраструктура водного транспорта / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 225 с.
- 10 **Казаков, Н. Н.** Организация работы речного флота / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 294 с.
- 11 **Казаков, Н. Н.** Техническое нормирование и анализ показателей работы транспортного флота / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 106 с.
- 12 **Малышкин, А. Г.** Организация и планирование работы речного флота / А. Г. Малышкин. – М. : Транспорт, 1985. – 215 с.
- 13 **Малышкин, А. Г.** Показатели оценки работы речного грузового флота / А. Г. Малышкин. – Н. Новгород : ВГАВТ, 2012. – 100 с.
- 14 Организация работы флота и портов / под ред. А. П. Ирхина. – М. : Транспорт, 1993. – 344 с.
- 15 **Пищик, Ф. П.** Организация пропуска судов и составов через судоходный шлюз / Ф. П. Пищик. – Гомель : БелГУТ, 2003. – 20 с.
- 16 **Подкопаев, В. А.** Водные транспортные пути / В. А. Подкопаев. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 163 с.

17 Программа развития внутреннего водного и морского транспорта Республики Беларусь до 2010 года. – Минск, 2002. – 78 с.

18 **Пьяных, С. М.** Экономико-математические методы оптимального планирования работы речного транспорта / С. М. Пьяных. – М. : Транспорт, 1988. – 153 с.

19 Справочник по серийным судам, эксплуатируемым в организациях внутреннего водного транспорта Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. – Гомель, 2004. – 48 с.

20 Справочник эксплуатационника речного транспорта / под ред. С. М. Пьяных. – М. : Транспорт, 1995. – 360 с.

21 **Уртминцев, Ю. Н.** Организация работы речного флота в условиях рынка: проблемы методологии / Ю. Н. Уртминцев. – Н. Новгород : ВГАВТ, 2003. – 252 с.

22 **Шатило, С. Н.** Основы теории и устройство судов внутреннего плавания / С. Н. Шатило. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 261 с.

23 **Штенцель, В. К.** Порты и портовые сооружения / В. К. Штенцель, М. А. Соколов. – М. : Транспорт, 1977. – 336 с.

Учебное издание

*КАЗАКОВ Николай Николаевич*

**Технология и организация перевозок на водном транспорте**

Учебник

Редактор *Н.А. Дашкевич*  
Технический редактор *В.Н. Кучерова*

Подписано в печать 23.02.2015 г. Формат 60 × 84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 16,97. Уч.-изд. л. 17,46. Тираж 150 экз.  
Зак. №                      Изд. № 72

Издатель и полиграфическое исполнение  
Белорусский государственный университет транспорта.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/361 от 13.06.2014.  
№ 2/104 от 01.04.2014.  
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель