

**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 2009**

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

Кафедра "Управление эксплуатационной работой"

Н. Н. КАЗАКОВ

# ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов  
высших учебных заведений  
по специальности «Экономика и организация производства»*

Гомель 2009



УДК 656.6 (075.8)  
ББК 39.48  
К14

Р е ц е н з е н т ы : *В. П. Иванов*, доцент кафедры «Менеджмент и экономика» Международного института трудовых и социальных отношений (Гомельский филиал);  
*М. И. Туманов*, Главный специалист по перевозкам и эксплуатации флота Республиканского транспортного унитарного предприятия «Белорусское речное пароходство»

**Казиков, Н. Н.**

К14      Технология и организация перевозок на водном транспорте : учеб. пособие / Н. Н. Казиков ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 207 с.  
ISBN 978-985-468-599-1

Изложены основы технологии и организации перевозочного процесса на водном транспорте. В систематизированном виде представлена характеристика основного объекта материально-технической базы водного транспорта – транспортного флота, охарактеризованы транспортный процесс и технологические процессы работы транспортных судов. Рассмотрены вопросы технического нормирования и оценки работы водного транспорта на перевозках, освещены вопросы планирования перевозками и оперативного управления работой флота. Рассмотрены особенности технологии и организации перевозок пассажиров, отдельных видов грузов, а также перевозочного процесса, протекающего в особых условиях.

Предназначено для студентов специальностей 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 978-985-468-599-1**

© Казиков Н. Н., 2009  
© Оформление. УО «БелГУТ», 2009

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>1 Характеристика материально-технической базы водного транспорта</b> .....	6
1.1 Материально-техническая база водного транспорта.....	6
1.2 Характеристика флота.....	7
1.3 Характеристика водных путей.....	16
1.4 Характеристика речных портов и других прибрежных пунктов.....	24
1.5 Характеристика судоремонтных и судостроительных предприятий...	37
<b>2 Характеристика транспортного флота</b> .....	39
2.1 Общая характеристика транспортных судов.....	39
2.2 Технические характеристики судна.....	43
2.3 Эксплуатационные характеристики судна.....	47
2.4 Экономические характеристики судна.....	53
<b>3 Основы технологии перевозок водным транспортом</b> .....	58
3.1 Характеристика транспортного процесса.....	58
3.2 Классификация перевозок грузов и пассажиров.....	59
3.3 Показатели перевозок грузов и пассажиров.....	63
3.4 Формы изображения грузовых и пассажирских потоков.....	65
3.5 Технологические процессы работы транспортного судна.....	73
<b>4 Основы организации перевозок водным транспортом и движения флота</b> .....	78
4.1 Понятие об организации перевозок и движения флота.....	78
4.2 Формы организации движения флота.....	79
4.3 Сочетание грузовых потоков. Понятие о грузовой линии и о грузовом кольце.....	80
4.4 Характеристики грузовой линии.....	83
4.5 Разработка расписания движения флота при работе его на линии....	86
4.6 Тяговое обслуживание несамоходного флота.....	89
4.7 Пропускная способность водного пути и провозная способность флота.....	94
4.7.1 Расчет пропускной способности однопутного участка водного пути	95
4.7.2 Расчет пропускной способности шлюзованной системы.....	98
4.7.3 Расчет пропускной способности порта.....	104
<b>5 Техническое нормирование работы транспортного флота</b> .....	109
5.1 Технические нормы и методы их разработки.....	109
5.2 Техническое нормирование загрузки флота.....	113
5.3 Техническое нормирование скорости и продолжительности движения флота.....	118
5.4 Техническое нормирование продолжительности обработки флота в	123

пор	
5.5 Анализ выполнения технических норм и их корректировка.....	128
<b>6 Эксплуатационно-экономические показатели работы транспортного флота.....</b>	<b>130</b>
6.1 Общая характеристика системы эксплуатационных показателей работы транспортного флота.....	130
6.2 Расчет эксплуатационных показателей работы флота.....	131
6.3 Зависимость эксплуатационных показателей от условий работы флота.....	136
6.4 Экономические показатели работы транспортного флота.....	140
6.4.1 Эксплуатационные расходы и себестоимость перевозок.....	140
6.4.2 Доходы, прибыль и рентабельность перевозок. Производительность труда.....	142
6.5 Взаимосвязь эксплуатационных и экономических показателей работы флота.....	146
<b>7 Планирование перевозок на водном транспорте.....</b>	<b>148</b>
7.1 Навигационное планирование работы флота.....	148
7.1.1 Понятие о графике движения флота.....	148
7.1.2 План освоения грузопотоков.....	149
7.1.3 План портового и путевого обслуживания грузового флота.....	153
7.1.4 План тягового обслуживания.....	154
7.1.5 План эксплуатационной работы судоходной компании.....	156
7.2 Техническое планирование работы флота.....	157
7.3 Оперативное планирование работы флота.....	160
7.4 Судовое планирование работы флота.....	162
<b>8 Оперативное управление работой флота.....</b>	<b>165</b>
<b>9 Особенности организации перевозок грузов и пассажиров.....</b>	<b>170</b>
9.1 Особенности организации пассажирских перевозок.....	170
9.2 Особенности организации перевозок грузов в крупнотоннажных судах и большегрузных составах.....	175
9.3 Особенности организации перевозок леса.....	179
9.4 Особенности организации перевозок нефтегрузов.....	184
9.5 Особенности организации работы флота в ледовых условиях.....	187
9.6 Особенности организации перевозок грузов в контейнерах и пакетах	191
<b>Предметный указатель.....</b>	<b>197</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>202</b>
<b>Приложение А Учебная программа по дисциплине «Технология и организация перевозочного процесса».....</b>	<b>204</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Слово «технология» греческого происхождения (искусство, мастерство, умение), в современной интерпретации означает – 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 с использованием материально-технической базы водного транспорта (водных путей, флота, портов, судоремонтных и судостроительных предприятий, средств обеспечения судоходства).

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.

Для достижения максимального эффекта функционирования водного транспорта, как отрасли экономики страны, требуется, чтобы два вышеуказанных понятия рассматривались совместно. Это и определяет название пособия как «Технология и организация перевозок на водном транспорте», в котором технология рассматривается с позиции сочетания элементов материально-технической базы водного транспорта со способами их использования для выполнения перевозок грузов и пассажиров с максимальным эффектом.

В пособии освещаются различные аспекты технологии перевозок грузов и пассажиров на водном транспорте и приводятся закономерности протекания технологических процессов при использовании определенных методов их организации.

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

Автор выражает благодарность доценту Иванову В. П. и главному специалисту по перевозкам и эксплуатации флота Белорусского речного пароходства Туманову М. И. за ценные рекомендации по улучшению рукописи и рецензирование пособия.



# ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

## 1.1 Материально-техническая база водного транспорта

**М**атериально-техническая база водного транспорта представляет многообразный производственный комплекс технических средств самого судоходства и его обеспечения и включает следующие производственные подразделения: флот, порты, судоходные пути и гидротехнические сооружения, судоремонтные и судостроительные предприятия и средства управления судоходством.

Технические средства каждого производственного подразделения классифицируют по их назначению.

Флот состоит из транспортных, технических и вспомогательных судов. Транспортные суда предназначены для перевозки грузов и пассажиров; технические – для выполнения работ по поддержанию габаритов пути и обслуживания судоходной обстановки; служебно-вспомогательные – для обслуживания транспортного и технического флота, перегрузочных работ и других видов деятельности водного транспорта. В состав служебно-вспомогательного флота входят ледоколы, предназначенные для вскрытия от льда судоходных трасс и проводки транспортных судов в начальный и конечный периоды навигации, обеспечивая тем самым ее надежное открытие и завершение, а в конечном счете – продление.

Порт как комплекс технических средств предназначен для приема, хранения и отправления грузов; производства перегрузочных работ; посадки, высадки и обслуживания пассажиров; обслуживания и безопасного отстоя транспортных судов. Соответственно такой комплекс включает причальные и оградительные гидротехнические сооружения, перегрузочные машины и механизированные установки, подъездные и внутрипортовые железнодорожные и автодорожные пути, склады, оборудованные рейды.

Обеспечением условий для регулярной безаварийной работы водного транспорта занимаются работники путевого хозяйства, в состав материально-технической базы которого входят навигационные знаки, технический флот для проведения землечерпательных и выправительных работ, судопропускные сооружения на шлюзованных участках реки.

Судоходные пути предназначены для безопасного движения в обоих направлениях судов, судовых составов и состоят из естественных (реки в свободном состоянии, озера и внутренние моря) и искусственных (каналы, шлюзованные реки с водохранилищами, участки рек с зарегулированным стоком) водных путей.

Внутренние судоходные пути подразделяют на пути с гарантированными габаритами и без них, на пути с освещаемой и неосвещаемой обстановкой.

Судоремонтные предприятия (заводы, мастерские и ремонтно-эксплуатационные базы) осуществляют все виды ремонта судов и полное техническое их обслуживание для поддержания технического состояния судов в надлежащем техническом состоянии.

Управление судоходством является важнейшим элементом транспортного процесса на внутренних водных путях. Ключевое значение при обеспечении централизации управления судовыми потоками и работой отдельных судов играют технические средства управления судоходством, предназначенные для сбора, передачи, обработки, хранения и избирательной выдачи информации по управлению транспортными процессами, и включают средства связи, вычислительную и организационную технику.

Планомерное и пропорциональное развитие объектов производственных подразделений водного транспорта является основой рациональной организации перевозок и повышения экономической эффективности его работы.

Многообразие элементов материально-технической базы водного транспорта наглядно представлено на рисунке 1.1.

## 1.2 Характеристика флота

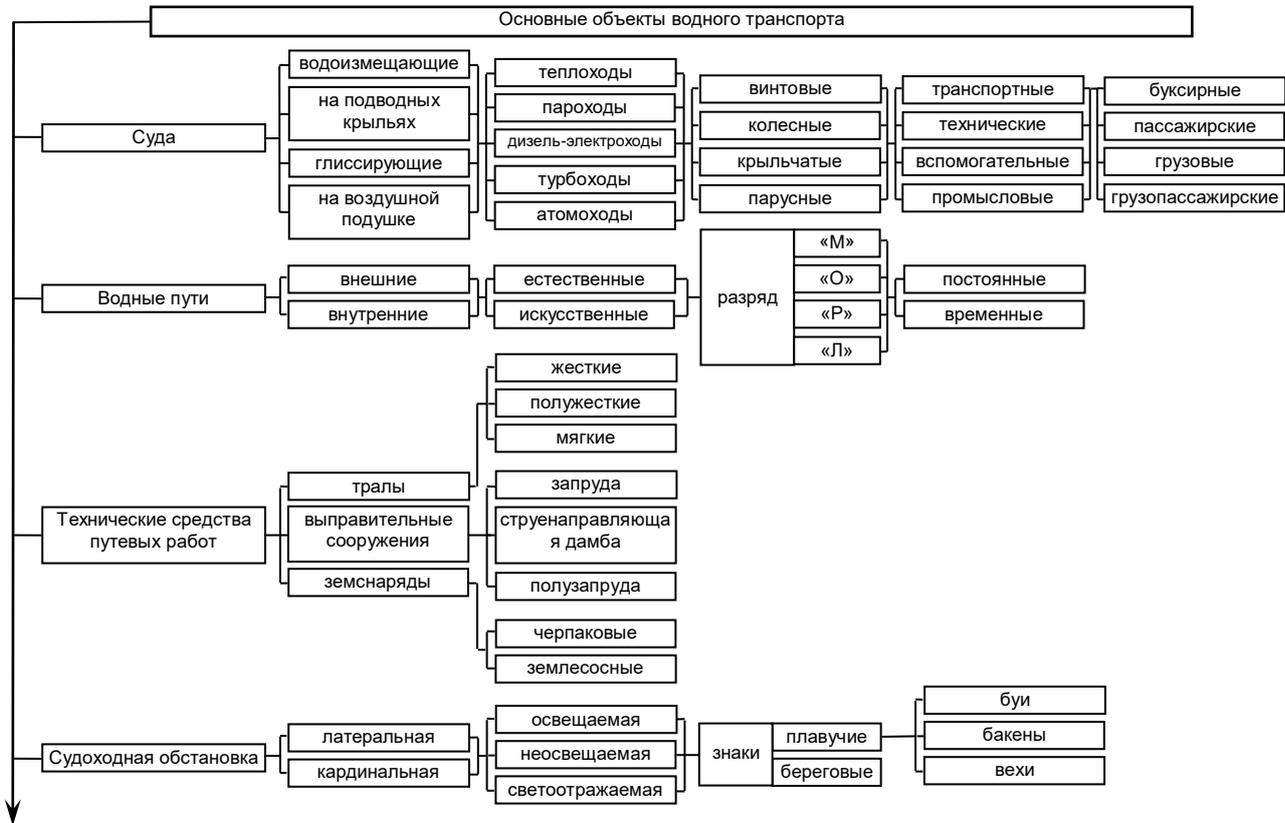
**Флотом** называется совокупность всех плавучих средств, объединенных условиями плавания (морской или речной), назначением (пассажирский, технический, вспомогательный), принадлежностью (например, флот Белорусского речного пароходства) или другими признаками.

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.

Основными признаками классификации судов являются: принадлежность судов, их назначение, род перевозимого груза, способ движения, специализация, принцип движения, тип двигателя и движителя,

район плавания, способ загрузки-разгрузки и материал корпуса (рисунок 1.2).

**По назначению** все суда делят на **четыре группы**: транспортные, технические, вспомогательные и промысловые.



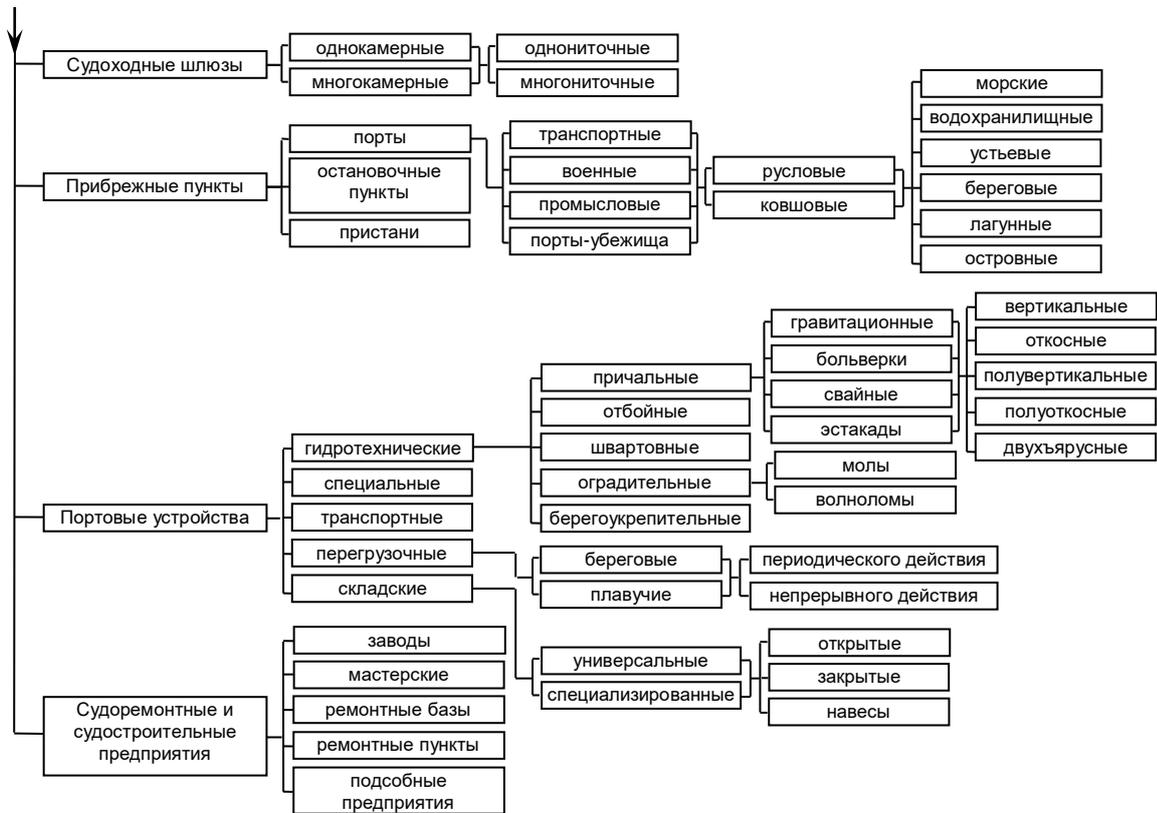


Рисунок 1.1 – Состав основных объектов материально-технической базы водного транспорта

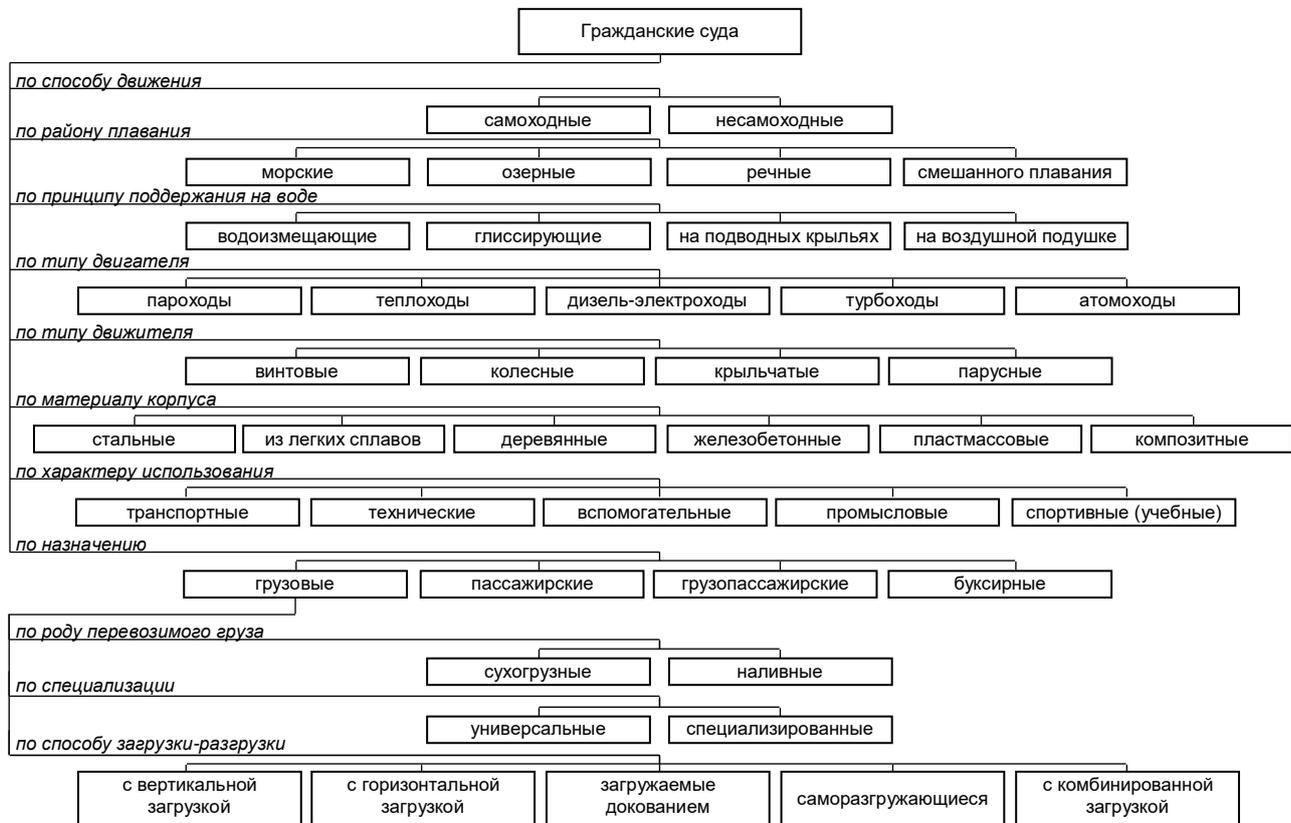


Рисунок 1.2 – Классификация гражданских судов

Транспортные суда используют для доставки пассажиров и грузов и подразделяют на пассажирские, грузопассажирские, грузовые и буксирные. Данная группа судов является основной, посредством которой и осуществляется основная деятельность речного транспорта, поэтому характеристика транспортного флота в пособии рассмотрена более детально и приведена в разд. 2.

В составе технического флота сгруппированы суда, выполняющие путевые и грузовые работы.

Вспомогательный флот обслуживает транспортные суда, обеспечивает нормальное течение транспортного процесса. Схемы судов технического и вспомогательного флота приведены на рисунке 1.3.

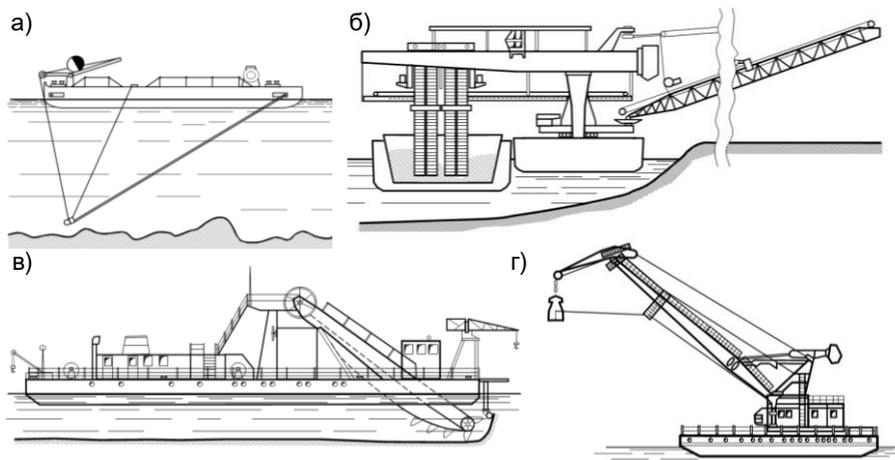


Рисунок 1.3 – Суда технического и вспомогательного флота:

а – жесткий трал; б – плавучий перегружатель; в – земснаряд; г – плавучий кран

**По роду перевозимого груза** выделяют сухогрузные и наливные суда.

**По способу движения** суда разделяют на самоходные или несамоходные. К самоходным относят суда, которые приводятся в движение механической установкой, находящейся непосредственно на судне, к несамоходным – суда, которые не имеют собственной механической установки для движения и перемещаются с помощью других судов.

**По специализации** различают суда универсальные, которые предназначены для перевозки тарно-штучных, навалочных и насыпных

грузов, и специализированные – предназначенные для перевозки одного рода грузов (контейнеровозы, лесовозы, 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 на речном транспорте группа судов, поддержание на воде которых осуществляется за счет уравнивания веса судна  $P$  с грузом и гидростатической (архимедовой) силы  $P_y$  (рисунок 1.4).

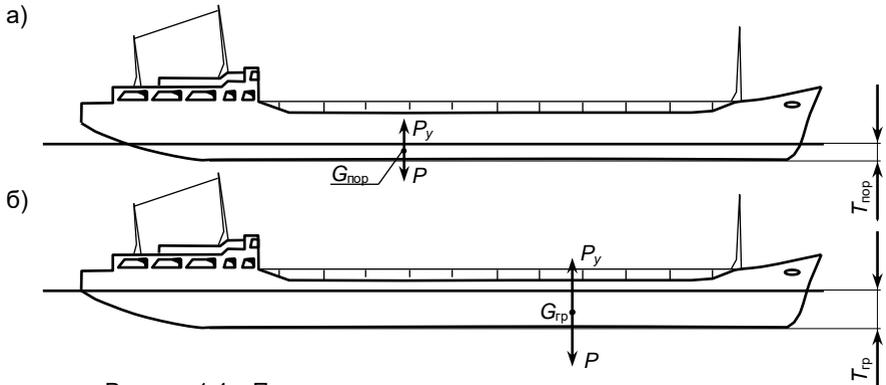


Рисунок 1.4 – Принципиальная схема водоизмещающего судна:  
 а – в порожнем состоянии; б – в груженом состоянии;  
 $G_{пор}$ ,  $G_{гр}$  – центр тяжести соответственно порожнего и груженого судна;  
 $T_{пор}$ ,  $T_{гр}$  – осадка судна в порожнем и груженом состояниях

Чем больше водоизмещение судна, зависящее от количества груза в трюмах, тем ниже опускается судно в воду ( $T_{пор} < T_{гр}$ ) и тем выше сопротивление воды его движению, преодолеваемое энергетической судовой установкой с целью придания судну ускорения.

Глиссирующие (скользящие по поверхности воды) суда имеют часть днища в виде плоской или слегка искривленной несущей поверхности. При движении такого судна с небольшой скоростью действующая на его смоченную поверхность гидродинамическая подъемная сила  $P_y$  (вертикальная проекция гидродинамической силы  $Q$ ) очень мала, и вес судна  $P$  уравнивается гидродинамической силой поддержания аналогично

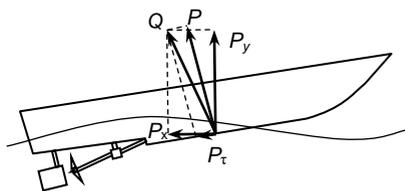


Рисунок 1.5 – Принципиальная схема глиссирующего судна

водоизмещающим судам. Такой режим движения глиссера принято

называть плаванием. Но с увеличением скорости движения гидродинамическая подъемная сила увеличивается настолько, что частично уравнивает вес судна, которое начинает подниматься к поверхности воды (рисунок 1.5).

Дальнейшее увеличение скорости приводит к тому, что сила  $P_y$  выталкивает судно из воды и оно начинает скользить по ее поверхности в режиме глиссирования, создавая минимальное сопротивление воды своему движению (сила  $P_x$ ) и повышая его энергетическую эффективность – увеличение скорости при прежних затратах мощности.

При дальнейшем увеличении скорости движения, когда гидродинамическая сила становится больше веса судна, оно может взлетать над поверхностью воды и пролетать некоторое расстояние по воздуху по инерции, устраняя таким образом силу трения  $P_t$ . Такой режим движения судна называется *чистым глиссированием*.

Суда на подводных крыльях имеют гидродинамические устройства в виде несущих крыльев (рисунок 1.6), которые обеспечивают поддерживающую силу при полном выходе корпуса судна из воды, существенно снижая при этом сопротивление воды движению судна и, как следствие, увеличивая скорость.

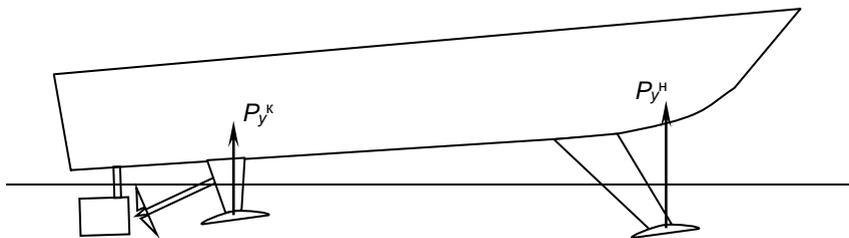


Рисунок 1.6 – Принципиальная схема судна на подводных крыльях

При движении судна с невысокой скоростью на крылья и днище действует малая гидродинамическая сила – судно движется в водоизмещающем режиме. С увеличением скорости, за счет сил, действующих на крыло, гидродинамическая сила и ее вертикальная составляющая – подъемная сила  $P_y$ , возрастает, уравнивая вес судна и поднимая его. Носовые и кормовые крылья таких судов имеют разные гидродинамические характеристики, что позволяет носовой оконечности быстрее выходить из воды, создавая переходный режим движения – глиссирующий. При дальнейшем увеличении скорости движения в воде остаются только крылья, стойки, на которых они закреплены, и внешние устройства движительного комплекса – сопротивление воды движению судна становится минимальным.

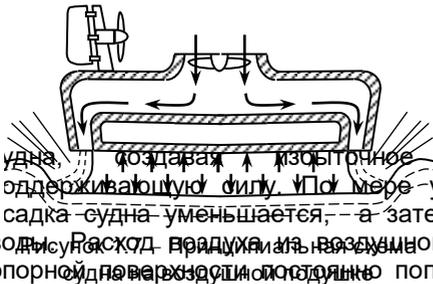
Суда на воздушной подушке представляют собой аппараты, способные в силу конструктивных особенностей создавать воздушную прослойку между корпусом и поверхностью воды (рисунок 1.7), обеспечивая при этом снижение сопротивления воды движению корпуса.

Данный эффект возникает за счет того, что специальная установка (компрессорный воздушно-реактивный двигатель) нагнетает воздух под днище судна, создавая избыточное давление и динамическую силу. Под мером судна уменьшается, а затем оно отрывается от поверхности воды. Расход воздуха из воздушной подушки после отрыва судна от опорной поверхности постоянно пополняется непрерывно работающей установкой, а поступательное движение судно получает за счет тяги специальных движителей – воздушного винта или турбореактивных двигателей.

По типу двигателя суда подразделяют на пароходы, теплоходы, дизель-электроходы и турбоходы. В основе классификаций лежит тип главной энергетической установки судна: для 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 применяются в основном на скоростных пассажирских судах.

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. Основные виды движителей, применяемые на судах внутреннего плавания, приведены на рисунке 1.8.

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. Каждому судну Речной Регистр присваивает класс, который по обозначениям совпадает с разрядом водных путей (М, О, Р и Л), а формула класса определяет границы эксплуатации судов по участкам работы.

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».

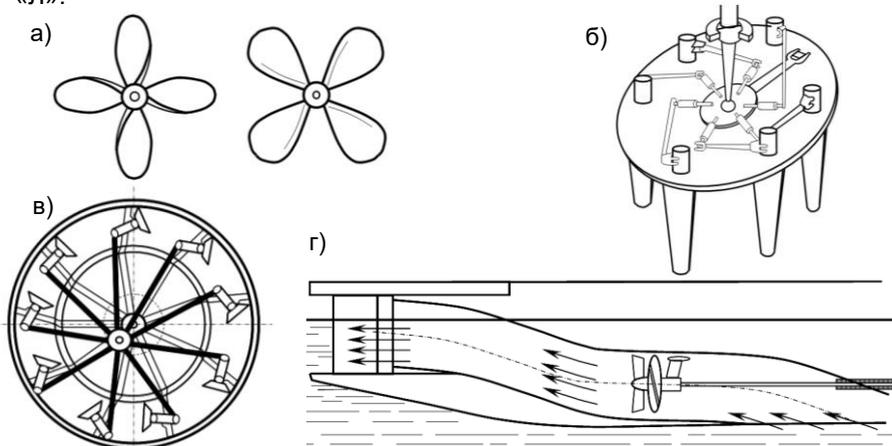


Рисунок 1.8 – Схемы основных судовых движителей:

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

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 специальных классов. Формула класса Речного Регистра М-СП присваивается судам смешанного «река-море» плавания, а формулы М-ПР или О-ПР – судам прибрежного плавания.

**По материалу корпуса** суда делятся на стальные, из легких сплавов, деревянные, железобетонные, пластмассовые и композитные.

Наиболее распространенный судостроительный материал – сталь. Стальные суда имеют большую прочность, малый вес и сравнительно небольшую стоимость. 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. Применение в судостроении пластмасс позволяет строить композитные суда из пластмассы, дерева и металла.

**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, передвигающиеся своим ходом); загружаемые-разгружаемые методом докования (притапливания судна); саморазгружающиеся (с использованием собственного конвейера, крана или других погрузочно-разгрузочных 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.

### 1.3 Характеристика водных путей

Вода, в виде атмосферных осадков выпадая на сушу, за исключением той воды, которая просачивается в грунт и испаряется, стекает по ее поверхности по склонам-водотокам. Мелкие водотоки называются ручьями, более крупные, имеющие разработанное русло и долину, – реками. Та часть суши, с которой воды стекают в данную реку, называются поверхностным бассейном реки.

Начало реки называется истоком, место впадения ее в море, озеро или другую реку – устьем. Как правило, счет километров ведется от устья, как более определенной точки, чем исток (рисунок 1.9).

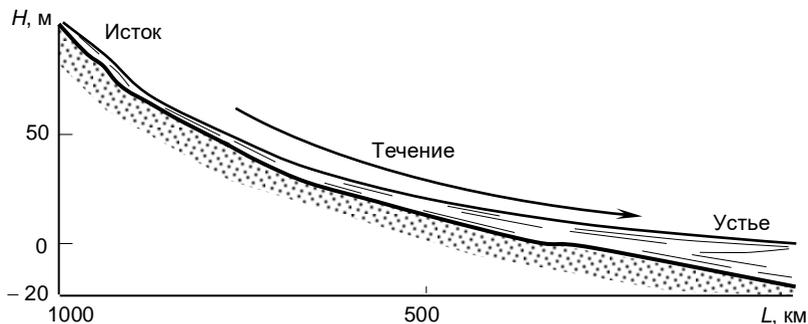


Рисунок 1.9 – Продольный профиль реки

Совокупность рек, сливающихся вместе и выносящих свои воды к месту впадения в другой водоем в виде общего потока, называется речной системой. Река, впадающая в море или озеро, считается главной рекой, остальные реки системы – ее притоками. Различают притоки первого порядка – это реки, впадающие в главную реку, второго порядка – реки, впадающие в приток первого порядка, и т. Д.

Река отличается от ручья наличием долины, которая представляет собой вытянутое, извилистое углубление земной поверхности, образованное многолетней деятельностью реки и имеющее наклон от истока к устью.

Наиболее пониженную часть долины, заполненную водой в течение всего года, называют руслом реки, а та часть долины, которая заливается водой только в паводок – поймой.

Реки преимущественно снегового питания имеют мощное весеннее половодье – период навигации, характеризующийся высокими уровнями воды, после спада которого наступает период стояния низких уровней воды – межень. На реках европейской части России, Украины, Республики Беларусь, стран Дунайского бассейна и Балтии часто происходит осенний подъем уровней воды, вызванный обилием осадков в это время года (рисунок 1.10).

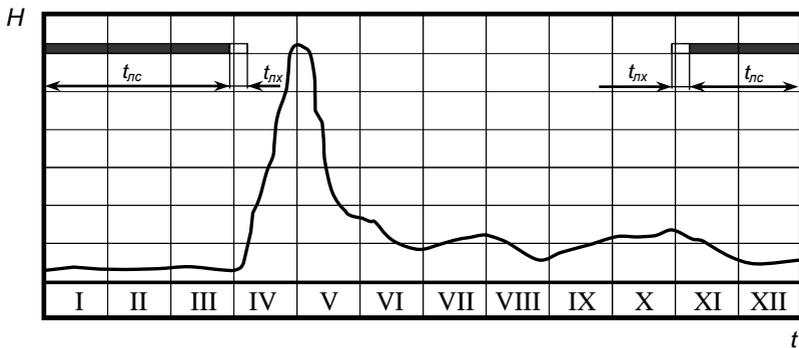


Рисунок 1.10 – График колебания уровней воды за год:  
 $H$  – высота уровня воды;  $t$  – периоды года (месяцы);  $t_{лс}$  – ледостав;  $t_{лх}$  – ледоход

Как видно из графика (см. рисунок 1.10), апрель, май и июнь – месяцы навигации, когда флот может быть загружен на максимальную грузоподъемность, и, следовательно, эксплуатация флота в данный период наиболее эффективна.

При движении воды в реках наблюдается значительная неравномерность распределения скоростей по вертикалям живого сечения реки. Эпюры скоростей течения на вертикалях русла реки при различных условиях приведены на рисунке 1.11.

Кроме продольного течения в реках наблюдаются течения циркуляционные, поперечные по отношению к оси русла. Такие течения возникают на повороте русла под действием центробежных сил и существенно усложняют процесс судовождения. В поверхностных слоях они направлены в сторону вогнутого берега, в донных – в обратную сторону (рисунок 1.12). Эти течения подмывают вогнутый берег и отлагают наносы у выпуклого, вследствие чего глубины у вогнутого берега больше, чем у выпуклого.

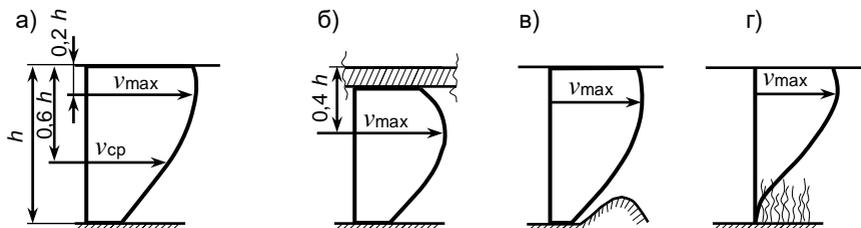


Рисунок 1.11 – Эпюры скоростей течения на вертикалях русла реки:  
 а – при отсутствии ветра; б – при наличии ледяного покрова;  
 в – при наличии донных препятствий; г – при наличии донной растительности

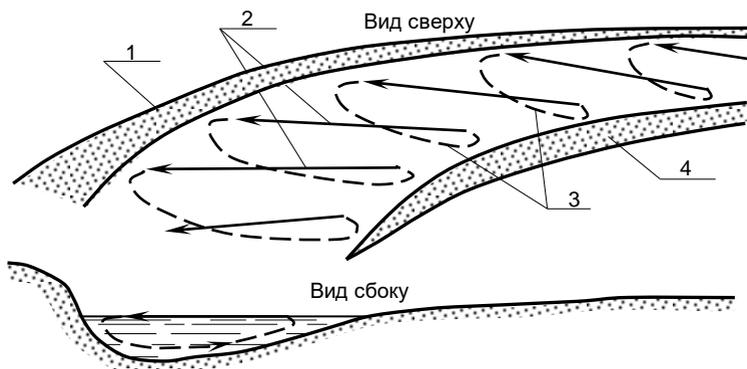


Рисунок 1.12 – Циркуляционное течение:  
 1 – вогнутый подмываемый берег; 2 – направление течения у поверхности;  
 3 – направление течения у дна; 4 – выпуклый берег

За редким исключением, все судоходные реки стран СНГ, Балтии и Дунайского бассейна зимой покрываются льдом. Замерзание реки начинается после того, как температура воды понизится до нуля. Первоначально появляются тонкие ледяные пленки, состоящие из смерзшихся кристаллов игольчатой формы. Эти пленки напоминают разлитую маслянистую жидкость и поэтому называются ледовым салом. Одновременно с появлением на поверхности воды сала в толще потока образуется губчатый лед. Большая часть внутриводного губчатого льда всплывает на поверхность реки, где смешивается с салом, снегом и отдельными льдинками, оторвавшимися от берегов, и образует комки непрозрачного льда, называемого шугой. Соприкасаясь с холодным воздухом, отдельные комки шуги смерзаются и превращаются в льдины.

Осенний ледоход продолжается до тех пор, пока под влиянием каких-либо причин на каком-нибудь участке не прекратится движение льда и не произойдет быстрое его смерзание и образование ледяного покрова.

Вскрываются реки при наступлении положительных температур воздуха. Под воздействием солнечной радиации и теплого воздуха происходит таяние льда и расслабление его прочности. Одновременное таяние снега в бассейне увеличивает приток воды в реку. Вследствие этого уровень воды в ней повышается, что, в свою очередь, отрывает лед от берегов, образуются трещины и впоследствии наблюдаются подвижки ледяных полей. Дальнейшее повышение уровня воды в реке приводит к тому, что большие поля начинают дробиться на более мелкие льдины и вся масса льда приходит в движение – начинается весенний ледоход.

Момент полного очищения реки от льда считается началом физической навигации, момент появления осенью сала – ее окончанием. Длительность физической навигации как на одной реке, так и на отдельных реках, в зависимости от геодезических, гидрологических и других условий, изменяется в значительных пределах, например, для водных путей Украины и Республики Беларусь эта величина составляет от 200 до 220 суток, для реки Кубани – в среднем 270 суток.

Общая классификация водных путей приведена на рисунке 1.13.

Все водные пути подразделяют на внутренние и внешние. Внешние водные пути – это моря и океаны, которые из-за глубин, несравнимо больших величины осадки морского флота, используемого на перевозках по ним, эксплуатируются практически в естественных условиях. Лишь на подходах к береговым ориентирам (например, маякам) или портам, расположенным на мелководье или в устьях крупных рек, где значения гарантированной глубины недостаточно для судоходства таких судов, применяются специальные средства навигации или эксплуатации морского флота.

Внутренние водные пути делят на естественные и искусственные. К естественным водным путям относятся озера и реки в свободном состоянии. К искусственным – судоходные каналы, шлюзованные реки и водохранилища. Данная группа водных путей является наиболее благоустроенной для судоходства и поэтому их удельный вес в общей протяженности водных путей региона является важной качественной характеристикой. Внутренние водные пути разделяются также 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.



Рисунок 1.13 – Классификация внутренних водных путей

На практике не все пространство водных путей может быть использовано для судоходства. Это обусловлено рядом причин, которые препятствуют использованию водного пространства для данной цели как по длине, ширине, радиусу закругления водного пути, так и по габаритам надводных коммуникаций.

Для движения судна или состава несамоходных судов по водному пути выделяется пространство, называемое судовым ходом и ограниченное минимальными глубиной  $T$ , шириной  $B$ , радиусом кривизны  $R$  и надводным габаритом коммуникаций  $H_{нр}$  (рисунок 1.14). Перечисленные параметры называются габаритами судового хода.

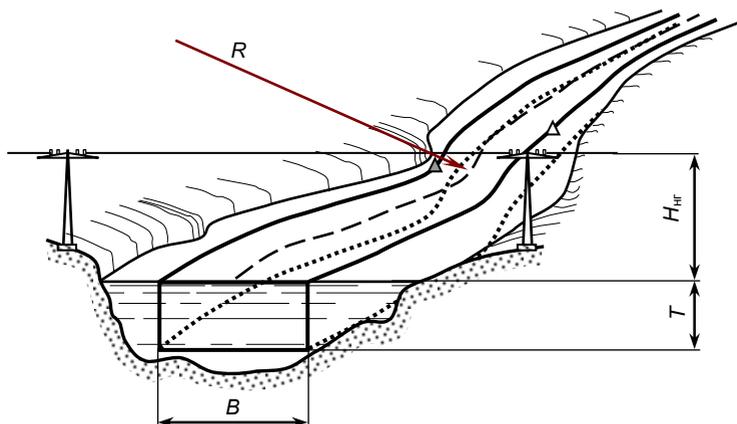


Рисунок 1.14 – Схема водного пути и судового хода

На свободных реках гарантированные габариты судовых ходов обеспечивают с помощью комплекса путевых работ: обслуживание навигационного оборудования водного пути, траление, руслоочистительные работы, землечерпание, скалоуборочные работы, выправительные работы, берегоукрепительные работы.

Для информирования судоводителя о границах судового хода используется судоходная обстановка (навигационная обстановка), предназначенная для обеспечения на водных путях безопасного и беспрепятственного плавания судов, судовых и плотовых составов.

Знаки судоходной обстановки бывают береговые (рисунок 1.15, а) и плавучие (рисунок 1.15, 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, судовых и плотовых составов через судопропускные сооружения.

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, знаки не освещаются и судоходство осуществляется лишь в светлое время суток – водные пути Республики Беларусь. Знаки такой навигационной обстановки принято называть неосвещаемыми. На тех путях, где судоходство неинтенсивно, но при этом требуется круглосуточное движение судов, применяется светоотражающая обстановка, обнаруживаемая с помощью судовых прожекторов.

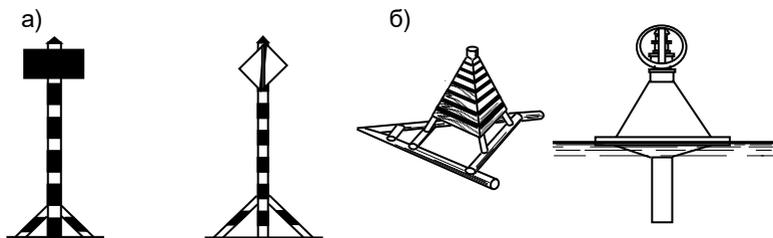


Рисунок 1.15 – Знаки судоходной обстановки:  
а – береговые знаки (перевальный, ходовой); б – плавучие знаки (бакен, буй)

Для повышения гарантированной глубины судового хода ( $H_f$ ) на реках и судоходных каналах возводят гидроузлы с судоходными сооружениями. Река или трасса судового канала в этом случае делится напорными сооружениями на отдельные, соприкасающиеся между собой участки – бьефы (рисунок 1.16).

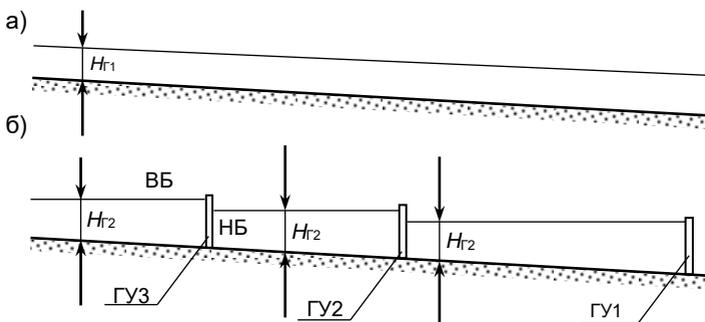


Рисунок 1.16 – Схемы продольного профиля водного пути:  
 а – в естественных условиях ( $H_{r1}$ ); б – зарегулированного гидроузлами ( $H_{r2}$ )

Напор воды от одного гидроузла (ГУ1) распространяется до следующего, выше расположенного (ГУ2). У гидроузла таким образом создается верхний бьеф (ВБ) и нижний бьеф (НБ).

Пропуск судов и составов из верхнего в нижний бьефы гидроузла и наоборот осуществляется через судоходный шлюз.

На рисунке 1.17 приведена принципиальная схема плана судоходного шлюза. Шлюзы бывают однокамерными и многокамерными, в одну нитку и параллельные. Однокамерные шлюзы успешно работают при напоре до 23 м на нескальных грунтах и до 42 м – на скальных.

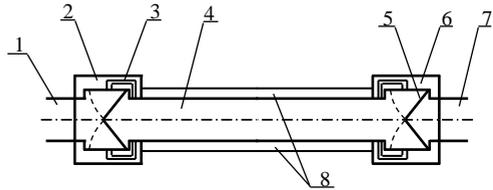


Рисунок 1.17 – Принципиальная схема плана камеры шлюза:

- 1 – верхний подходный канал; 2 – верхняя голова; 3 – водопроводные галереи; 4 – камера; 5 – ворота; 6 – нижняя голова; 7 – нижний подходный канал; 8 – стены камеры

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.

Технологию шлюзования укрупненно можно представить как: вход судна, состава или группы судов в камеру, выравнивания 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 (рисунок 1.18).

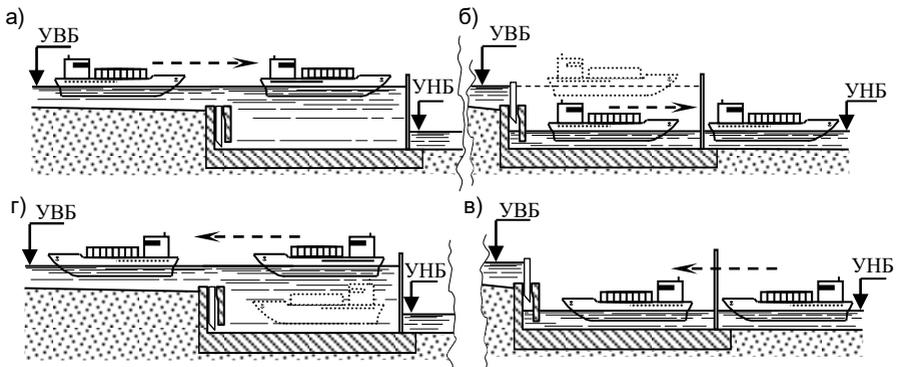


Рисунок 1.18 – Схема пропуска судов через шлюз:  
а, б – из верхнего бьефа в нижний; в, г – из нижнего бьефа в верхний;  
УВБ, УНБ – уровни воды верхнего и нижнего бьефа

Многокамерные шлюзы (например, Запорожский шлюз) возводят при значительных напорах воды. Эксплуатация многокамерных шлюзов сложнее эксплуатации однокамерных, так как растет число операций при шлюзовании и, следовательно, снижается пропускная способность системы. Поэтому наибольшее распространение на реках и судоходных каналах получили однокамерные шлюзы.

Характеристики водных путей, такие как скорость течения, извилистость русла, разряд пути, габаритные размеры судового хода и судопропускных сооружений, продолжительность навигационного периода являются важнейшими исходными данными для эффективной организации перевозочного процесса речным транспортом и оказывают влияние на все основные аспекты его функционирования.

## **1.4 Характеристика речных портов и других прибрежных пунктов**

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

Портом называется прибрежный пункт в установленных границах, связанный с транспортными магистралями и 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.

Основное назначение порта заключается в передаче грузов с водного транспорта на сухопутный (рисунок 1.19).

Прибывающие на судах грузы или перегружаются непосредственно на железнодорожный 2 и автомобильный транспорт 4 (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.

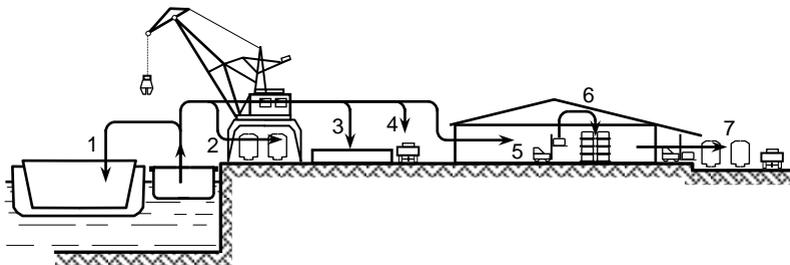


Рисунок 1.19 – Схема основных грузовых операций в порту

В крупных устьевых портах применяется прямой вариант перегрузки по схеме «судно – судно» между речным и, например, морским судном 1.

В порту производятся 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, 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.

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

**По значению для экономики страны** основным классификационным признаком порта являются размеры выполняемой портом работы и ее характер.

В зависимости от грузооборота и пассажирооборота все порты подразделяются на несколько категорий. По категории порта определяются: административная структура порта и его эксплуатационный штат, размеры ассигнований на его эксплуатацию и ремонтные работы, объемы работ по его развитию и технической эксплуатации устройств, класс основных сооружений, отметки территории и расчетные уровни воды.

**По географическому положению** различают порты: 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 1.20, а) и *внерусловые*, или *затонные*, в которых акватория и причальный фронт находятся в естественном затоне или в искусственном ковше (рисунок 1.20, б).



Рисунок 1.20 – Схемы расположения речных портов:  
а – руслового; б – внеруслового (затонного)

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.

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.

**По годовой продолжительности эксплуатации** порты на внутренних водных путях подразделяют на постоянные и временные. Постоянные порты эксплуатируются в течение всей навигации. Временные порты функционируют только часть навигации, что обуславливается гидрологическими условиями (продолжительностью

периода высокой воды, когда возможен подход судов к причалам) или сезонностью груза (например, продукция сельского хозяйства).

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, в зависимости от специализации, речные порты несколько различаются между собой. Схематически состав и расположение основных устройств речного внеруслового порта представлены на рисунке 1.21.

Акватория порта состоит из рейдов – площадей водной поверхности, отведенных для выполнения судами определенных операций.

Площадь акватории, ограниченная окружностью и служащая для разворота судов, носит название *навигационного рейда*.

В портах, в некоторых случаях, суда перегружаются на акватории, для чего на ней выделяется особый участок, называемый *перегрузочным рейдом*. Здесь, при помощи плавучих перегрузочных машин, грузы из крупных судов перегружаются в малые суда или наоборот (см. рисунок 1.19).

Полоса водной площади у причалов, где стоят суда при производстве перегрузочных операций, называется *причальным рейдом*.

Составы несамоходных судов иногда не могут быть поданы сразу к причалам. Поэтому для размещения прибывающих составов на акватории выделяют *сортировочный рейд*.

В портах с незначительными размерами грузооборота нет необходимости специально выделять части акватории для выполнения определенных функций. Поэтому в таких портах деление акватории на рейды – условное.

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 элементов. Под **портовыми гидротехническими устройствами** понимаются устройства, сооружения и оборудование, предназначенные для улучшения использования водных путей, безопасной организации портовых работ и обеспечения сохранности портово-пристанского хозяйства. В их состав входят устройства: причальные, отбойные, швартовые, оградительные и берегозащитные.

Причальными сооружениями называются гидротехнические сооружения, являющиеся основным элементом причала и предназначенные для швартовки и стоянки судов при производстве перегрузочных операций, посадки-высадки пассажиров, снабжения флота.

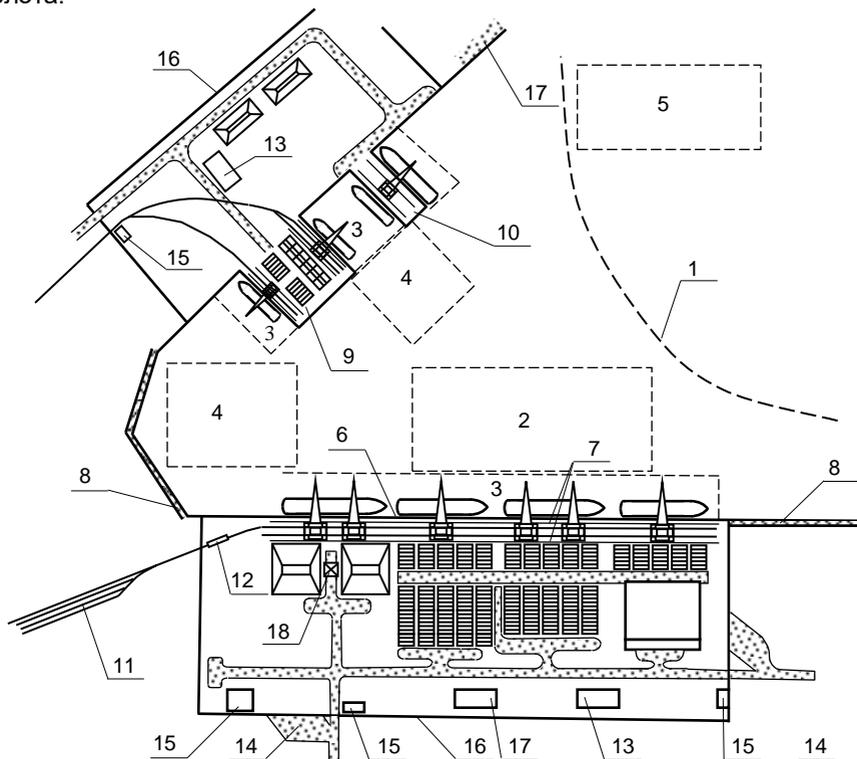


Рисунок 1.21 – Схема расположения устройств в речном порту ковшового типа:

- 1 – линия судового хода; 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 – проходы; 16 – ограждение устройств порта; 17 – линия естественного берега; 18 – бункер

Причальные сооружения классифицируются по назначению: грузовые, пассажирские, специальные; по планируемому сроку эксплуатации: постоянные и временные; по расположению в плане

(рисунок 1.22): фронтальные, пирсовые и бассейновые; по возможности изменения месторасположения: стационарные, передвижные; по конструкции: гравитационные, в виде тонких стенок, свайной конструкции, эстакады.

Причальные набережные образуют профиль прикордонной полосы и их классифицируют на вертикальные, полутоткосные, откосные, полувертикальные и двухъярусные (рисунок 1.23).

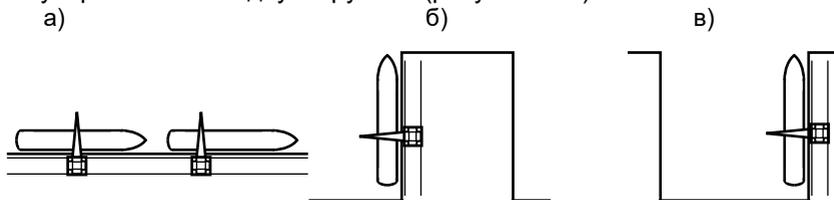


Рисунок 1.22 – Схемы расположения причальных сооружений:  
а – фронтальная; б – пирсовая; в – бассейновая

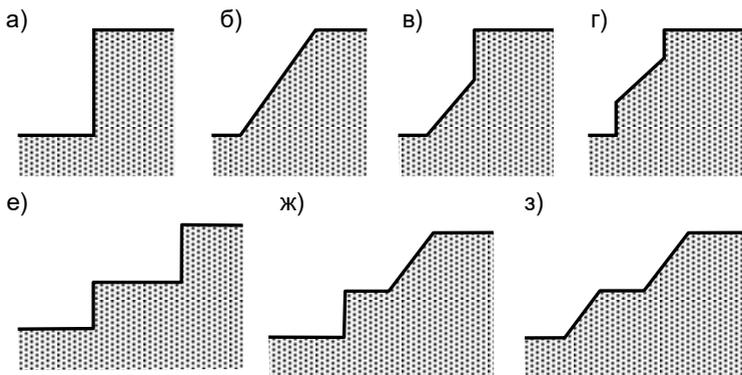


Рисунок 1.23 – Формы причальной набережной:  
а – вертикальная; б – откосная; в – полувертикальная; г – полутоткосная;  
д-з – двухъярусные

*Вертикальная набережная* распространена наиболее широко, так как наиболее удобна в эксплуатации, особенно при производстве перегрузочных работ, но 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.

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

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

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

В период эксплуатации необходимо, чтобы причальные сооружения не подвергались ударам и навалам судов, а крепление судна во время швартовки было надежным. Для этих целей причальные сооружения оснащаются отбойными устройствами и швартовными приспособлениями.

Отбойные устройства предназначаются для смягчения удара во время привала судов и предохранения причальных сооружений и судов от повреждения.

Оградительные устройства защищают акваторию порта от внешних воздействий волн, течения реки, штормов, ледохода и т. д. К ним относятся молы и волноломы: оградительные сооружения, связанные с берегом, называются *молами*, а расположенные вдали от берега и не имеющие с ним связи – *волноломами*.

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

**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».

Для выполнения перегрузочных работ в речных портах применяются 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 машины можно классифицировать по двум основным признакам: принципу действия и по 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 1.24). 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 (вагонопрокидыватели, бульдозеры, тягачи и др.).

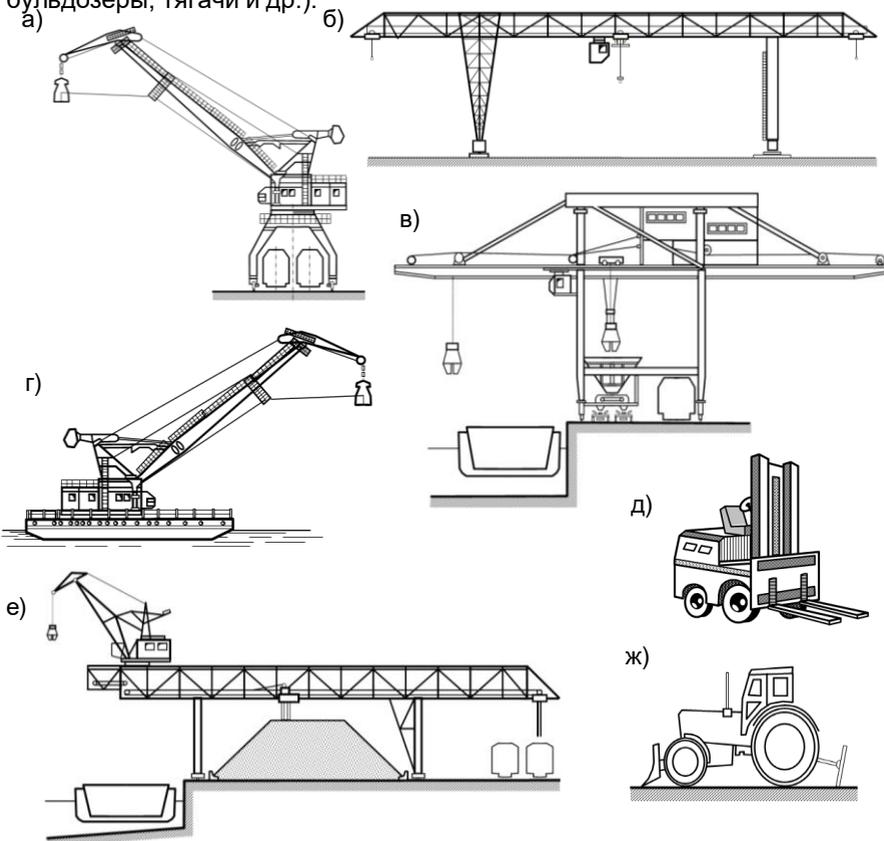


Рисунок 1.24 – Основные типы перегрузочных машин периодического действия, используемых в портах:

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

Машины непрерывного действия перемещают груз непрерывным потоком без остановок для захвата и освобождения (рисунок 1.25). В этой группе выделяют машины с тяговым органом и без него.

*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

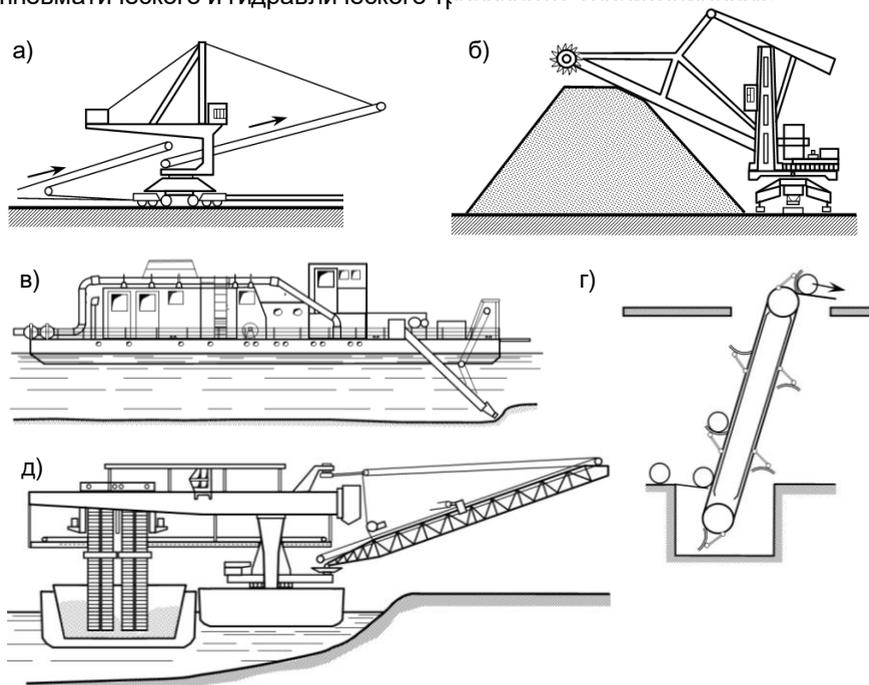


Рисунок 1.25 – Основные типы перегрузочных машин непрерывного действия, используемых в портах:

- а – отвалообразователь; б – роторно-конвейерный разгрузчик; 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, полупортальные, плавучие, башенные краны). К этой группе относят также самоходные краны на гусеничном ходу, пневматическом и железнодорожном. Иногда в речных портах находят применение краны с возвратно-поступательным перемещением грузозахватного устройства: мостовые, консольно-козловые, кабельные, мостокабельные краны, береговые перегружатели и другие.

В качестве основных перегрузочных машин непрерывного действия в речных портах применяют: землесосные и черпаковые снаряды для русловой добычи и погрузки в суда, гидрперегружатели 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 с комплектами сменных захватных устройств.

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.

**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 1.26).

*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 1.27, а), с одной (рисунок 1.27, б) и двумя (рисунок 1.27, в) рампами – грузовыми платформами.

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

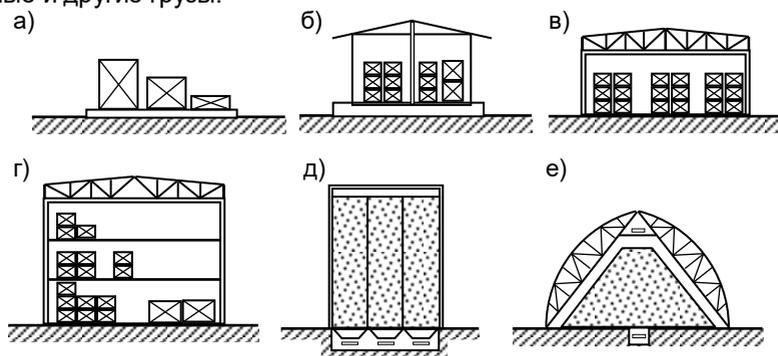


Рисунок 1.26 – Схемы портовых складов:

а – открытая площадка; б – навес; в – е – закрытые склады:  
 в – одноэтажный; г – многоэтажный; д – силосный; е – шатровый



Рисунок 1.27 – Схема закрытых складов:

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

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

нут в штабелях различных размеров и форм, размещаемых обычно параллельно причальному фронту в одну или несколько линий.

*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.

**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).

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.

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.

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. Если исключить случай отсутствия железных дорог в портах, когда все грузы идут на автомобильный транспорт, и рассмотреть сферы использования одновременно железнодорожного и автомобильного транспорта, то первый из них применяется для перевозок грузов на значительные расстояния (более 100 км), а второй – на небольшие.

Автомобильные дороги порта можно подразделить на подъездные и внутрипортовые. Подъездные дороги могут проходить по пересеченной местности, они характеризуются значительной интенсивностью и большими скоростями движения. Внутрипортовые 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 внутрипортовых дорог являются малые скорости движения по ним транспортных средств – средняя техническая скорость движения автомобилей на территории порта равна 12–15 км/ч.

**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, туалеты, караульное помещение военизированной охраны (ВОХР), проходная (проходные) и др.

Для осуществления эксплуатационной деятельности в порту наряду с производственными зданиями имеются здания подсобно-вспомогательного назначения: ремонтно-механические мастерские, гаражи (с зарядной станцией) для электро- и автопогрузчиков, гаражи для автомобилей, склады материально-технического снабжения, трансформаторные подстанции, котельные, насосные станции.

Ремонтно-механические мастерские предназначены для ремонта перегрузочного оборудования, зданий, сооружений, судов, плавучих технических средств. Мастерские строят, как правило, по типовым проектам с учетом объема и характера ремонтных работ.

Склады материально-технического снабжения строят, исходя из необходимости хранения сменно-запасных деталей, инвентаря, спецодежды и материалов, требуемых для эксплуатационной деятельности порта. Вместимость складов зависит от номенклатуры и нормативных запасов деталей, материалов и т.д.

Гаражи для автомобилей строят, исходя из числа машин, требуемых для служебных и хозяйственных целей.

Здания трансформаторных подстанций, котельных и насосных станций строят по типовым проектам. Их число, размеры и техническая оснастка зависят от потребности всех подразделений порта (с учетом территориального расположения потребителей) в электроэнергии, отоплении и водоснабжении.

## 1.5 Характеристика судоремонтных и судостроительных предприятий

Ремонт и модернизацию флота осуществляют судостроительно-судоремонтные, судоремонтно-механические и судоремонтные заводы; судоремонтные мастерские; ремонтно-эксплуатационные базы флота; отстойно-ремонтные пункты; подсобные предприятия (мастерские портов, агентств и пристаней, технических участков пути или районов гидросооружений).

Производственные процессы на судостроительных и судоремонтных предприятиях (ССРЗ) весьма многочисленны и разнообразны, однако, их можно классифицировать по различным признакам.

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

- основные (изготовление или ремонт конечной продукции);
- вспомогательные (изготовление инструмента, приспособлений и оснастки, ремонт технологического оборудования);
- обслуживающие (транспортные, грузоподъемные и складские операции, обеспечение всеми видами энергии).

В свою очередь основные производственные процессы по стадиям изготовления продукции подразделяются также на **три группы**:

- заготовительные (первичная обработка сырья и материалов для получения различных заготовок);
- обрабатывающие (непосредственная обработка материала для получения деталей согласно рабочим чертежам на изготовление или ремонт продукции);
- сборочно-монтажные (сборка узлов, конструкций, готовых изделий, их отделка и испытания).

Изложенные виды процессов в основном и вспомогательном производстве подразделяются 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 структуру ССРЗ.

Под производственной структурой ССРЗ понимается состав его цехов и участков, что определяется, как было сказано выше, структурой производственных процессов и специализацией предприятия.

Современные ССРЗ komponуются 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, располагающихся в непосредственной близости друг от друга (рисунок 1.28).

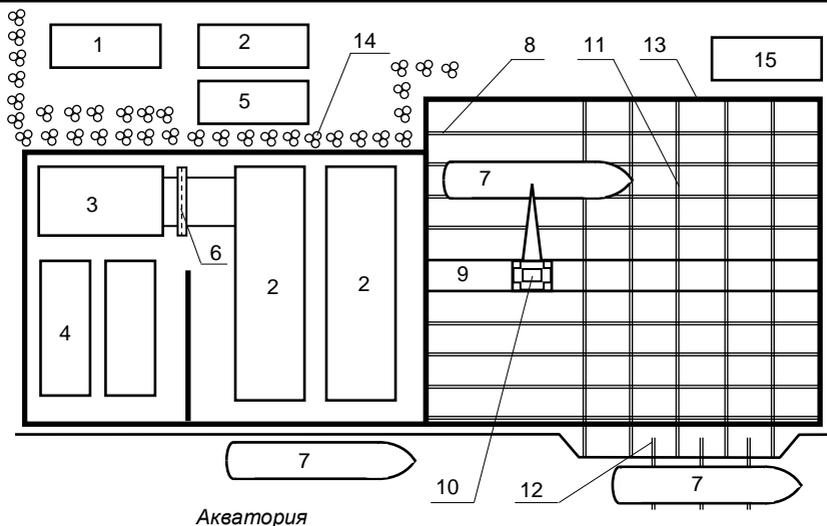


Рисунок 1.28 – Схема генерального плана ССРЗ:

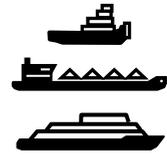
- 1 – инженерный корпус; 2 – блок цехов; 3 – склад стали; 4 – центральный склад;  
 5 – блок вспомогательных помещений; 6 – мостовой кран; 7 – суда; 8 – дорожки слипа;  
 9 – подкрановые пути; 10 – кран слипа; 11 – скатные пути слипа;  
 12 – подъемные пути слипа; 13 – автомобильная дорога; 14 – зеленые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

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, кузнечный и литейный. Обрабатывающие цехи (участки) – механический, корпусно-заготовительный и деревообрабатывающий. Сборочно-монтажные цехи (участки) – слесарно-монтажный, электромонтажный, сборочно-сварочный, трубопроводный участок, столярный и плотничный и малярный. Вспомогательные цехи – инструментальный и ремонтно-механический.

К обслуживающим хозяйствам ССРЗ относят транспортное, складское и энергетическое.

Наличие в структуре конкретного ССРЗ цехов или участков определяется масштабом предприятия и уровнем развития технологической специализации. Мелкие судостроительные и судоремонтные предприятия могут иметь безцеховую (участковую) структуру.



## 2.1 Общая характеристика транспортных судов

**Э**ффективность руководства работой флота, многообразие мероприятий эффективного использования флота на перевозках определяется широтой номенклатуры эксплуатируемых на практике 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, судостроительных – при проектировании и постройке судов, судоремонтных – при организации ремонта флота, задач судовождения – в процессе управления судами.

Основными признаками классификации транспортного флота для эксплуатационных задач являются: принадлежность судна, их назначение, род перевозимого груза, способ движения, специализация, принцип движения, тип двигателя, тип движителя, район плавания, способ загрузки-разгрузки (см. рисунок 1.2).

Транспортные суда непосредственно используются для доставки пассажиров и грузов и в зависимости от объекта перевозок разделяются на грузовые, пассажирские, грузопассажирские и буксирные (буксиры-толкачи). Специфика работы данных категорий судов определяет существенные различия в их архитектурно-конструктивных схемах.

Буксирные суда предназначены для буксировки составов из барж, других судов и плавсредств, а толкачи – для толкания. Буксирные суда должны развивать значительные тяговые усилия, обладать хорошей устойчивостью, высокими маневренными качествами и ходкостью, иметь высокую прочность. Выполнение приведенных требований обеспечивается соответствующей формой корпуса (рисунок 2.1) и выбором оптимальных соотношений главных размерений, выбором мощных энергетических установок и эффективных движительно-рулевых комплексов, уменьшением кренящих моментов.

Отличительной особенностью данного типа флота является наличие мощной энергетической установки – в основном дизельной или дизель-электрической. Эти суда имеют сильные развитые надстройки, а машинное отделение находится в средней части корпуса. Штурвальная рубка толкачей и буксиров-толкачей располагается на более высоком уровне по сравнению с другими типами судов, что позволяет улучшить обзор при толкании составов значительной длины.

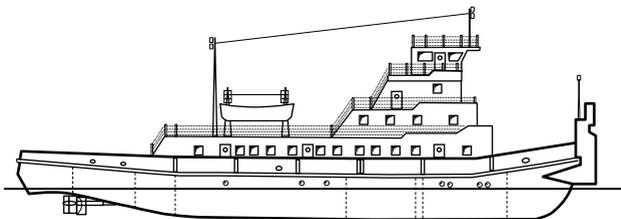


Рисунок 2.1 – Конструктивная схема буксира-толкача

В настоящее время на внутренних водных путях широкое распространение получили буксиры-толкачи, которые могут осуществлять как буксировку составов, так и толкание. Такие суда отличаются от обычных буксирных судов тем, что оборудуются как буксирными, так и сцепными устройствами, позволяющими выполнять все необходимые операции, связанные с буксировкой и толканием несамоходного флота.

Широкое распространение на водных путях получили грузовые самоходные суда, применяемые для перевозок различных грузов.

**Грузовые суда** Такие суда делятся на сухогрузные и наливные. *Сухогрузный флот* включает суда универсальные (общего назначения) и специализированные, применяемые для перевозок определенных грузов.

Современные крупные самоходные сухогрузные суда имеют грузоподъемность до 6000 т и скорость до 20 км/ч. Сухогрузные универсальные суда имеют просторные грузовые трюмы, охватывающие основную часть корпуса. Машинные отделения с дизельной энергетической установкой располагаются в кормовой части судна. Короткие надстройки с каютами и служебными помещениями также располагаются в корме (рисунок 2.2).

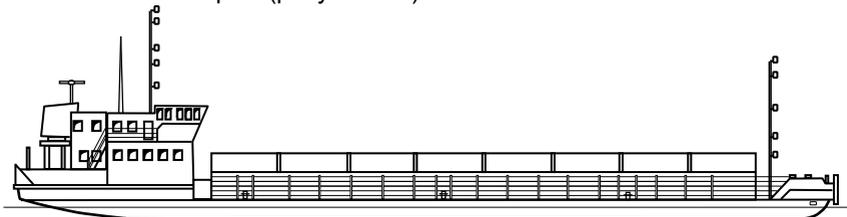


Рисунок 2.2 – Конструктивная схема самоходного сухогрузного судна

Грузовые трюмы для удобства выполнения грузовых операций обычно не имеют продольных и поперечных переборок. В районе трюмов суда имеют двойное дно и борта. Трюмы оснащаются грузовыми

люками, закрываемыми съемными или сдвижными крышками.

Для перевозок насыпных и навалочных грузов, не боящихся воздействия осадков, на внутренних водных путях используют самоходные суда-площадки. Особенностью конструкции данного типа судов является отсутствие специальных грузовых помещений внутри корпуса, а для размещения груза на таких судах на палубе выделяется специальное пространство – площадка. Данный тип флота имеет меньшую строительную стоимость, а его разгрузка осуществляется менее продолжительное время.

*Рефрижераторные суда* предназначены для перевозки скоропортящихся продуктов. Грузовые трюмы таких судов имеют термоизоляцию, а холодильные установки поддерживают температуры от плюс 5 до минус 25 °С в зависимости от рода перевозимого груза. Скорость таких судов несколько выше универсальных сухогрузных. Для выполнения грузовых операций они обычно оборудуются судовыми грузовыми устройствами.

*Грузовые нефтеналивные суда (танкеры)* предназначены для перевозки нефтепродуктов. Их конструкция и оборудование зависят от рода перевозимого груза. Грузоподъемность современных танкеров для внутреннего плавания достигает до 5000 т, а скорость до 20 км/ч. Обычно танкеры представляют собой однопалубное судно, машинное отделение и надстройки которого располагаются в кормовой части. Грузовая часть корпуса делится поперечными и одной или двумя продольными переборками на грузовые отсеки.

Грузовые отсеки (танки) имеют ящичную конструкцию. Для предотвращения разлива нефтепродуктов и загрязнения окружающей среды при повреждениях в районе грузовых трюмов, корпуса современных танкеров имеют двойные борта и дно. Конструкция танкеров позволяет принимать балласт при движении в порожнем состоянии для обеспечения требуемых навигационных качеств.

Для обеспечения более быстрой выгрузки нефтепродуктов на таких судах предусмотрен подогрев с помощью специальной судовой системы. Особое внимание при эксплуатации грузовых нефтеналивных судов уделяется обеспечению взрывопожаробезопасности.

На некоторых танкерах для перевозки нефтепродуктов используются специальные емкости – грузовые баки, расположенные в корпусе судна вертикально.

Грузовые самоходные суда, называемые баржами, получили широкое распространение на внутренних водных путях за счет экономичности их использования. Данный вид флота, по аналогии с самоходным, разделяют на сухогрузные и нефтеналивные. Такие суда, как правило, эксплуатируются без команд и не имеют специальных надстроек (рисунки 2.3).

По аналогии с самоходным грузовым флотом баржи проектируют в виде площадок, трюмных или специализированных судов.

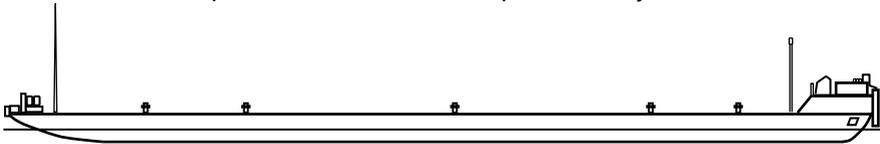


Рисунок 2.3 – Конструктивная схема баржи-площадки

Современные специализированные несамоходные суда используются для перевозок автомобилей и прочей техники, животных, сыпучих грузов и др. Нефтеналивные баржи обычно применяются для перевозки определенного рода нефтепродуктов, что учитывается при их постройке.

Несамоходные суда оборудуются рулевыми, якорными, швартовными и буксирными устройствами. Для толкания современные баржи в кормовой оконечности имеют автосцепные устройства, позволяющие автоматизировать процессы сцепки и расцепки судов.

Пассажирские суда проектируются и строятся с учетом вида перевозок, на которые они рассчитаны. Суда для перевозки пассажиров и туристов на значительные расстояния отличаются от судов, выполняющих короткие рейсы.

### **Пассажирские и грузопассажирские суда**

При проектировании пассажирского флота особое внимание уделяется архитектуре судна (рисунок 2.4). К таким судам предъявляются особые требования к безопасности плавания и уровню комфортабельности жилых помещений, поэтому они оснащаются аварийно-спасательным оборудованием, энергонасыщенным оборудованием и специальными судовыми системами, необходимыми для жизнеобеспечения пассажиров и экипажа.

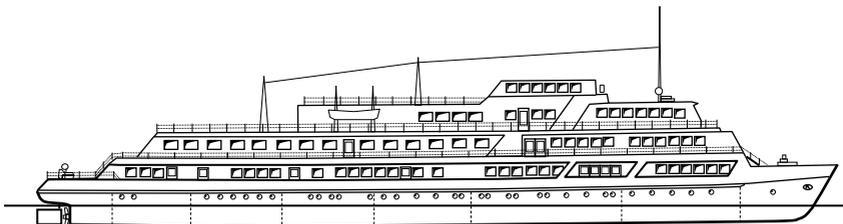


Рисунок 2.4 – Конструктивная схема пассажирского теплохода

Пассажирские суда, обслуживающие регулярные линии или

---

используемые для туристских перевозок, перевозят пассажиров со скоростью более 25 км/ч. Машинные отделения на таких судах размещаются в средней части корпуса или немного удалены к кормовой оконечности.

В

машинных отделениях устанавливаются главные двигатели, мощные электростанции, котлы и установки для приготовления горячей и питьевой воды. Современные пассажирские суда, как правило, имеют несколько ярусов, комфортабельные каюты с хорошей звукоизоляцией, системами кондиционирования воздуха и санузлами.

На местных и пригородных линиях используются небольшие пассажирские суда, имеющие общие салоны, оборудованные диванами для сидения, помещения для буфетов и кафетериев.

Для перевозок, требующих повышенных скоростей доставки пассажиров, используют суда с гидродинамическими принципами поддержания, например: глиссирующие суда, суда на подводных крыльях или воздушной подушке. Диапазон скоростей движения таких судов: от 45 до 120 км/ч.

Особую группу судов составляет грузопассажирский флот, особенностью использования которого является возможность перевозки не только пассажиров, но и определенного количества груза. Для этой цели на палубе или в надстройке выделяется специальное пространство или грузовое помещение. Современные грузопассажирские суда имеют грузоподъемность до 150 т при пассажироместности 200–300 человек.

## 2.2 Технические характеристики судна

Основные технические, эксплуатационные и экономические характеристики судна позволяют без излишней детализации составить о нем общее представление, оценить возможность его применения на перевозках тех или иных грузов, осуществлять нормирование операций транспортного процесса, а также решать задачи эффективного использования флота на перевозках.

К основным техническим характеристикам судна относятся его водоизмещение и линейные размерения.

Водоизмещением называется масса воды, вытесненная плавающим судном. Так как масса вытесняемой плавающим телом воды определяется объемом погруженной в воду части этого тела, то для судов различают *полное водоизмещение* (водоизмещение полностью загруженного судна, снабженного всеми необходимыми запасами топлива, воды, продовольствия) и *водоизмещение в порожнем состоянии* (водоизмещение судна со всеми запасами, но без грузов и пассажиров). В теоретических расчет водоизмещение судна может быть определено по формуле

$$D = \gamma_v V, \quad (2.1)$$

где  $\gamma_v$  – плотность воды, т/м<sup>3</sup>;

$V$  – объем погруженной в воду части корпуса судна, м<sup>3</sup>.

Линейные размеры судна и их соотношения характеризуют корпус судна как его основной конструктивный элемент.

Общее представление о геометрической характеристике формы корпуса судна дает теоретический чертеж корпуса. Теоретический чертеж корпуса – совокупность проекций очертаний корпуса на три взаимно перпендикулярные плоскости: *диаметральную (ДП)*, *мидель-шпангоута (∅)* и *конструктивной ватерлинии (КВЛ)* (рисунок 2.5).

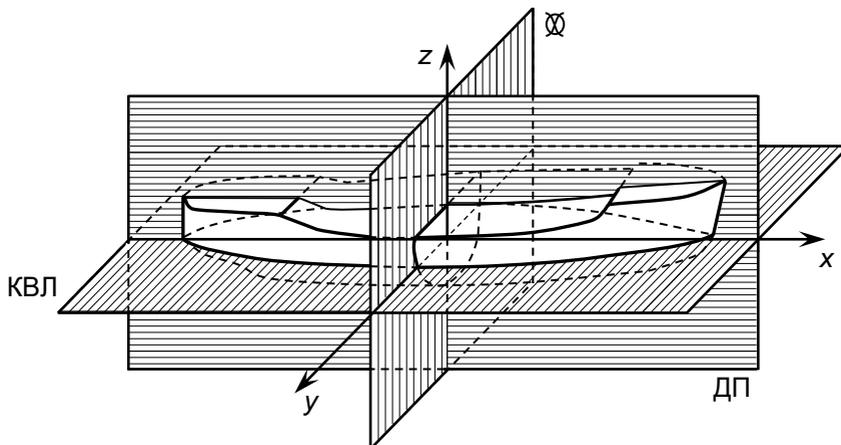


Рисунок 2.5 – Теоретический чертеж корпуса судна

Под линейными характеристиками судна понимаются его главные размеры (рисунок 2.6), 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.

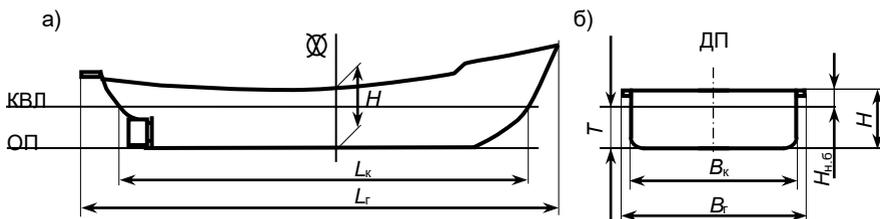


Рисунок 2.6 – Главные размеры судна:

а – сечение корпуса диаметральной плоскостью;

б – сечение корпуса плоскостью мидель-шпангоута

Габаритные размеры 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 проектировщики судов.

*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.

Для оценки навигационных качеств судна в различных условиях плавания используются коэффициенты полноты корпуса.

Отношение подводной части корпуса  $V$  к объему параллелепипеда со сторонами  $L$ ,  $B$  и  $T$ , в который вписывается этот объем, называется *коэффициентом полноты корпуса*

$$\delta = \frac{V}{LBT}. \quad (2.2)$$

Для самоходных грузовых судов внутреннего плавания  $\delta = 0,80...0,87$ , а для наиболее быстроходных снижается до 0,75.

Отношение площади конструктивной ватерлинии  $S_{\text{квл}}$  к площади описанного прямоугольника со сторонами  $L$  и  $B$  называется *коэффициентом полноты ватерлинии*

$$\alpha = \frac{S_{\text{квл}}}{LB} \quad (2.3)$$

Отношение погруженной площади мидель-шпангоута  $S_{\infty}$  к площади описанного прямоугольника со сторонами  $B$  и  $T$  называется *коэффициентом полноты мидель-шпангоута*

$$\beta = \frac{S_{\infty}}{BT} \quad (2.4)$$

*Коэффициент продольной полноты корпуса*

$$\varphi = \frac{\delta}{\beta} \quad (2.5)$$

*Коэффициент вертикальной полноты*

$$\chi = \frac{V}{S_{\text{квл}} T} = \frac{\delta}{\alpha} \quad (2.6)$$

Для оценки навигационных качеств наиболее часто используют коэффициенты  $\delta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ . Диапазоны изменения этих коэффициентов и отношения главных размерений существенно различаются по типам судов и приведены в таблице 2.1.

**Таблица 2.1 – Характеристики формы корпуса судов**

Тип судна		Коэффициент полноты			Отношение габаритов		
		$\delta$	$\alpha$	$\beta$	длины к ширине	ширины к осадке	длины к высоте борта
Баржа	площадка	0,85–0,90	0,92–0,99	0,997–0,999	5,2–5,0	6,0–9,5	22–33
	трюмная	0,80–0,85	0,90–0,95	0,997–0,999	5,5–6,0	4,5–6,0	18–22
	наливная	0,85–0,90	0,92–0,99	0,997–0,999	5,0–7,0	5,5–7,0	30–40
Самоходное грузовое судно		0,80–0,85	0,88–0,92	0,995–0,997	5,5–8,2	4,4–7,4	19–28
Паром		0,60–0,87	0,76–0,90	0,900–0,990	3,5–7,0	4,0–8,0	10–22
Буксир		0,50–0,65	0,75–0,90	0,850–0,980	3,5–5,5	3,0–7,0	7–18
Буксир-толкач		0,55–0,65	0,78–0,90	0,900–0,990	3,5–4,5	4,0–7,0	12–16
Туристское судно		0,65–0,75	0,75–0,85	0,800–0,970	7,0–10,0	5,0–6,0	22–25
Пассажирский теплоход		0,45–0,55	0,75–0,80	0,800–0,870	6,0–7,5	4,0–6,0	17–22

Помимо коэффициентов полноты корпус судна характеризуется соотношениями его главных размеров:

- 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).

### 2.3 Эксплуатационные характеристики судна

К основным эксплуатационным характеристикам транспортного судна относятся грузоподъемность, грузовместимость, мощность, сопротивление воды движению судна, пассажировместимость, 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

$$0 < Q_{э} \leq Q_{р}, \quad (2.7)$$

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

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

---

Грузовместимостью судна называется суммарный объем помещений, предназначенных для перевозки грузов.

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

$$q = \frac{Q_p}{T_p - T_o}, \quad (2.8)$$

где  $T_p$ ,  $T_o$  – соответственно регистрационная осадка и осадка судна в порожнем состоянии, м.

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.

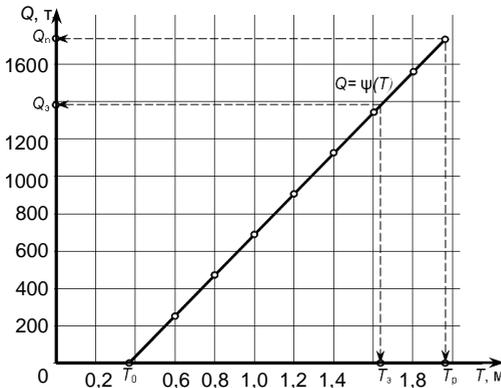


Рисунок 2.7 – Грузовая характеристика судна

Как видно из рисунка 2.7, 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 (рисунок 2.7).

Удельной грузовой вместимостью называется отношение грузовой вместимости судна к его регистрационной грузоподъемности:

$$w_c = \frac{V}{Q_p}, \quad (2.9)$$

где  $V$  – грузовой вместимость судна,  $m^3$ .

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 грузовой вместимости и грузоподъемности данного судна (рисунок 2.8).

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

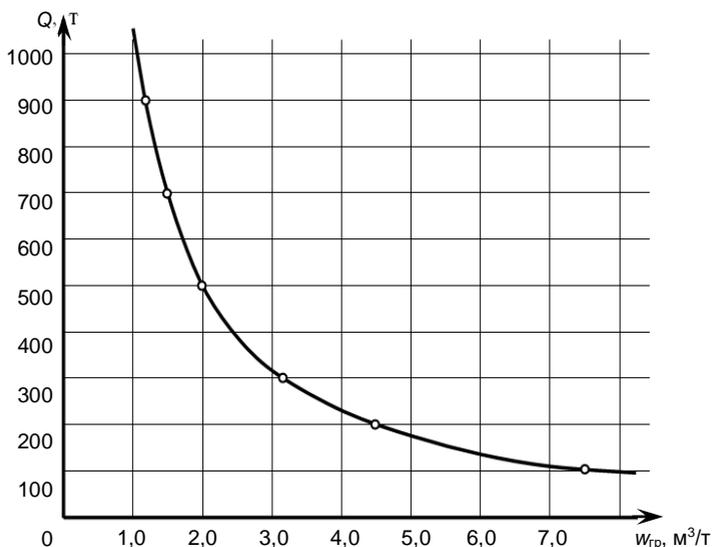


Рисунок 2.8 – Зависимость эксплуатационной грузоподъемности судна от удельного погрузочного объема груза w<sub>гр</sub>

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 2.9.

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:

$$v = v_{\text{пор}} - \frac{v_{\text{пор}} - v_{\text{гр}}}{T_{\text{п}} - T_0} (T_{\text{э}} - T_0), \quad (2.10)$$

$$v = v_{пор} + \frac{v_{гр} - v_{пор}}{Q_p} Q, \tag{2.11}$$

где  $v_{пор}$ ,  $v_{гр}$  – соответственно скорости движения судна в порожнем и груженом состояниях, км/ч;  
 $T_э$  – эксплуатационная осадка, м.

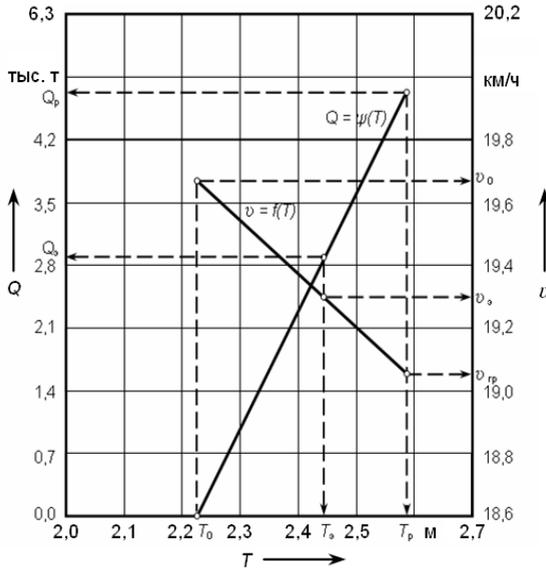


Рисунок 2.9 – Грузовая и скоростная характеристики судна

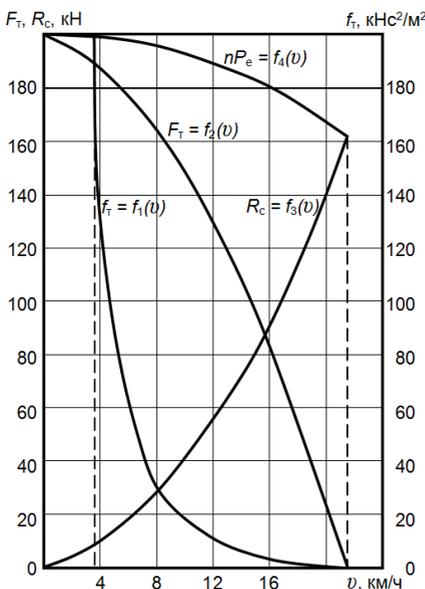


Рисунок 2.10 – Тяговые характеристики судна

**Тяговые характеристики буксира-толкача или самоходного судна, помимо мощности его главных двигателей, включают абсолютную и приведенную силы толкания или тяги, определяющих скорость движения судна или толкаемого (буксируемого) состава (рисунок 2.10).**

**Абсолютная сила толкания (тяги) выражает разность двух противоположно**

направленных сил: общего полезного упора двигателей (движущей силы) и сопротивления воды движению судна или состава, тем самым определяя скорость его движения:

$$F_T = nP_e - R_c, \quad (2.12)$$

где  $n$  – количество двигателей;

$P_e$  – полезный упор одного двигателя, 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 квадратичная 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:

$$f_T = \frac{F_T}{v^2}, \quad (2.13)$$

$$r = \frac{R_c}{v^2}. \quad (2.14)$$

Как видно из графика (см. рисунок 2.10), при нулевой скорости движения (на швартовых) значения  $F_T$  и  $f_T$  принимают максимальные значения и, наоборот, при скорости движения  $v_{пор}$  (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:

$$\eta = \frac{N_T}{N_{эф}}, \quad (2.15)$$

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

На рисунке 2.11 показана зависимость тягового КПД буксиров-толкачей различной мощности от скорости их движения:

– 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  $v_{пор}$  (в порожнем состоянии – для грузовых судов, без состава – для буксиров-толкачей) значе-

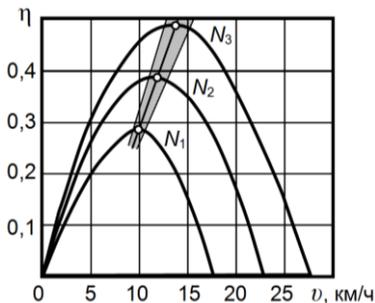


Рисунок 2.11 – Зависимость тягового КПД от скорости движения буксиров-толкачей

ние  $\eta$  также принимает нулевое значение, так как  $F_T = 0$ ;

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

Выделенная на рисунке 2.11 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 несамостоятельного судна являются абсолютные и приведенные сопротивления воды его движению при регистрационной осадке и при осадке в порожнем состоянии, рассчитываемые по формуле (2.14).

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 2.12), поэтому для промежуточных значений может быть определено по формуле линейной интерполяции:

$$r_c = r_{c \text{ пор}} + \frac{r_{c \text{ гр}} - r_{c \text{ пор}}}{T_p - T_o} (T_p - T_o), \quad (2.16)$$

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

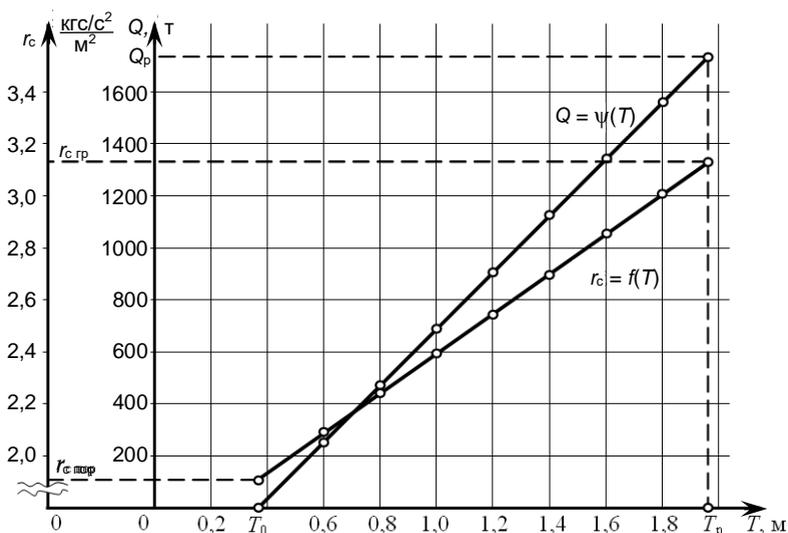


Рисунок 2.12 – Совмещенный график зависимости грузоподъемности и приведенного сопротивления воды движению судна от его осадки



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 так далее.

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 судна

Основными экономическими характеристиками 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.

Строительная стоимость судна складывается из заводской себестоимости его постройки  $K_3$  с учетом влияния серийности строительства  $\alpha_{сер}$  и размеров планового накопления судостроительного предприятия  $\Delta П$  в процентах от себестоимости:

$$K_c = \alpha_{сер} K_3 \left( 1 + \frac{\Delta П}{100} \right). \quad (2.17)$$

Примерная динамика изменения строительной стоимости судна (в процентах) в зависимости от числа судов в серии строящегося флота представлена на рисунке 2.13.

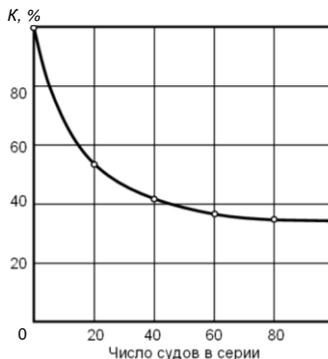


Рисунок 2.13 – Зависимость строительной стоимости судна от числа судов в серии

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, включающие 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 так далее).

После постройки судна, проведения приемо-сдаточных испытаний и приема судна в постоянную 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 выполнялись.

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, пассажировместимость, мощность энергетической установки и другие. 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 так далее.

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 грузовместимости, либо к мощности, либо к пассажировместимости, с ростом данных эксплуатационных характеристик снижается, в то время как абсолютная стоимость возрастает (рисунок 2.14).

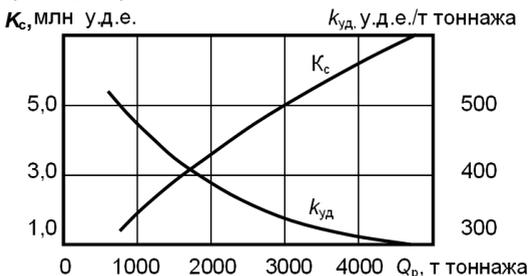


Рисунок 2.14 – Зависимость строительной стоимости  $K_c$  и удельной строительной стоимости  $K_{уд}$  грузовых самоходных судов от грузоподъемности

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 долевое их соотношение для грузового теплохода представлено на рисунке 2.15.

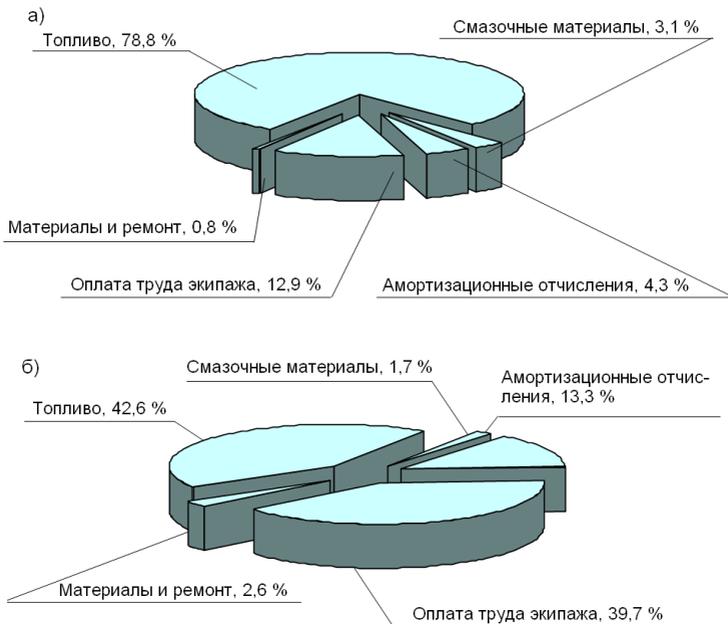


Рисунок 2.15 – Распределение затрат в эксплуатационных расходах содержания грузового теплохода:

а – на ходу; б – на стоянке

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

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

$$c = \frac{\sum \Theta}{t_{\text{раб}}}, \quad (2.18)$$

где  $\sum \Theta$  – 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 2.15), 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

$$c'_y = \frac{c}{Q_p}; \quad (2.19)$$

– буксиров-толкачей

$$c_y = \frac{c}{N_p}; \quad (2.20)$$

– пассажирских судов

$$c_{y \text{ пас}} = \frac{c}{M}, \quad (2.21)$$

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

$M$  – пассажировместимость судна, пас.

На рисунке 2.16 показан график зависимости удельных ср дневных 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 2.14, 2.16) неизбежно приводит к росту численности обслуживающего персонала. Основным фактором, ограничивающим снижение данной экономической характеристики судна, является обеспечение достаточного уровня безопасности судоходства.

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.

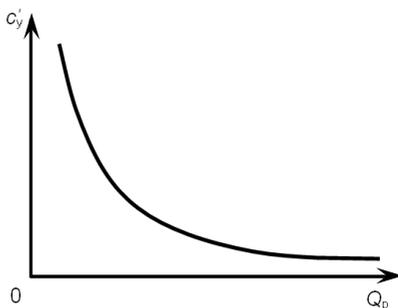
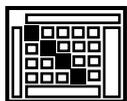


Рисунок 2.16 – Зависимость среднесуточных эксплуатационных расходов  $c_v$  от грузоподъемности судна





# 3

## ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОК ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ

### 3.1 Характеристика транспортного процесса

**П**родукция 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 (рисунк 3.1).

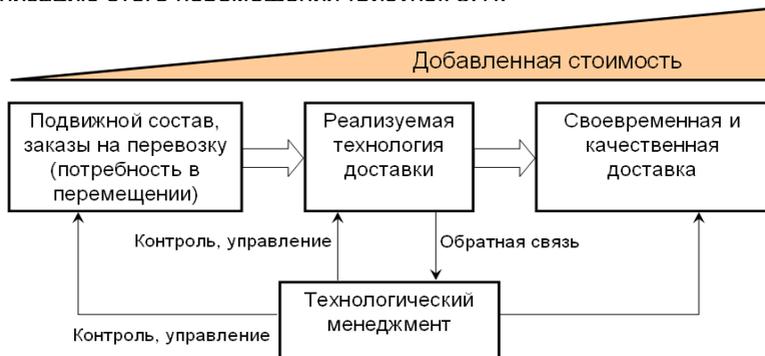


Рисунок 3.1 – Укрупненная технологическая схема доставки товара

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 первостепенных макрологистических 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 путем рационального распределения перевозок между отдельными видами транспорта, внедрения передовых методов труда и эксплуатации подвижного состава, совершенствования транспортного процесса и экономии времени на каждой транспортной операции, что достигается посредством эффективной организации перевозочного процесса.

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

Эффективная организация перевозочного процесса 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).

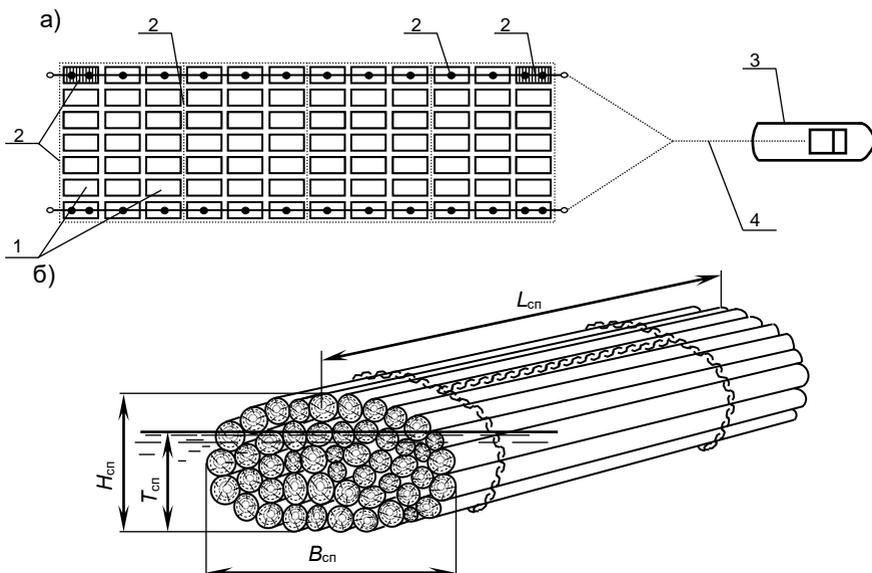


Рисунок 3.2 – Схема плотовой перевозки леса:

а – схема буксировки плота; б – схема сплочной единицы; 1 – сплочная 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 сплочной единицы

Классификация перевозок грузов и пассажиров **по направлениям** является весьма условной, но, как правило, за прямое направление принимается наиболее загруженное, поэтому данное направление иногда называют грузным направлением перевозок.

Особое значение для организации перевозочного процесса имеет род перевозимого груза. **По роду перевозимого груза** перевозки разделяются на наливные и сухие. К наливным перевозкам относятся перевозки жидких грузов, перевозимые в специализированном подвижном составе, к сухим – 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 так далее.

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 прочих (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.

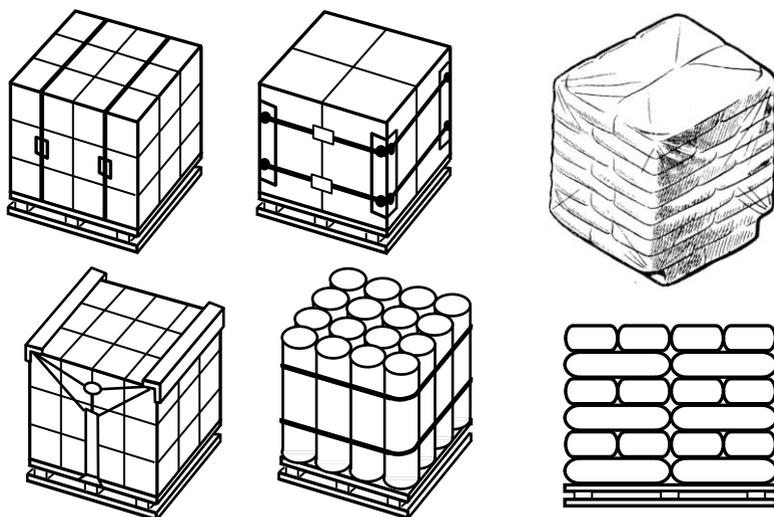


Рисунок 3.3 – Схемы грузовых пакетов

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 одной 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 самоходных судов используются самоходные грузовые суда, а также специализированные суда: буксиры и буксиры-толкачи (см. подразд 2.1), оборудованные специальными сцепными и буксирными 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).

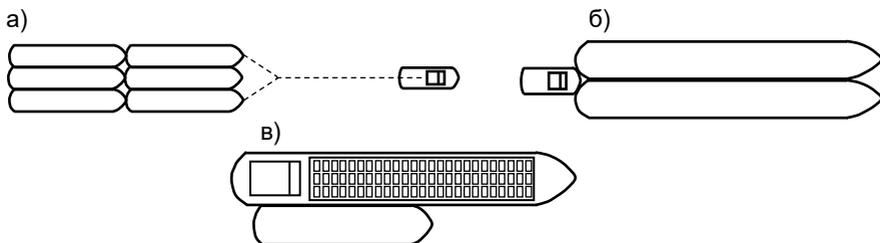


Рисунок 3.4 – Схемы буксировки и толкания состава самоходных судов:  
 а – буксировка состава; б – толкание состава; в – перемещение судна «под бортом»

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), характеризуемая 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 определяется:

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

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 –  $\bar{l}_{\text{г}}$ , пассажиров –  $\bar{l}_{\text{пас}}$ , средняя плотность перевозок на участке –  $\bar{Y}$ :

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

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

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

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

Густота перевозок характеризует напряженность грузовых перевозок на данном участке и интенсивность использования водного пути.

Коэффициент неравномерности перевозок грузов по времени рассчитывается по формуле

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

где  $G_{\text{max}}$  – 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):

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

где  $Y_{\text{max}}$ ,  $\bar{Y}_{\text{сут}}$  – соответственно расчетный суточный пассажиропоток в наиболее напряженные сутки и среднесуточный пассажиропоток, пассажиров/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, поэтому он еще называется коэффициентом загрузки обратного направления. 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 другие.

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



На основании корреспонденции грузопотоков (см. таблицу 3.1), не обладающей особой наглядностью, строится их дислокация (схема грузовых потоков) на рассматриваемом участке. Дислокация – это график (рисунок 3.5), на котором на оси абсцисс схематически изображается участок водного пути с указанием пунктов отправления и назначения грузов, с учетом расстояния между пунктами, а по оси ординат – размер грузопотока  $G_i$ .

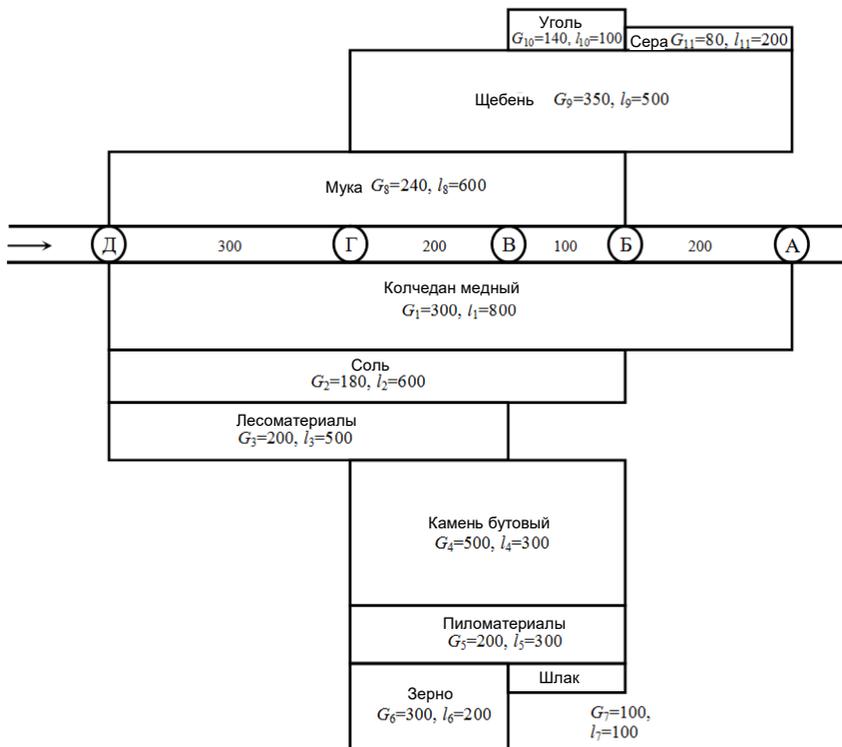


Рисунок 3.5 – Дислокация грузовых потоков

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 накладывают один на другой, то есть суммируют, в результате чего ордината на каждом участке показывает общий объем отправленного груза и густоту перевозок. Так как по оси абсцисс откладывают расстояние перевозки, площадь полученной фигуры с учетом масштабов по горизонтали и вертикали дает 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.

Если информацию о грузовых потоках представить в виде дислокации оказывается затруднительно, что особенно актуально для пароходств 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 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. Шахматная таблица имеет такую форму, когда в ее правой части 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·км (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		
Всего прибыло, тыс.	сверху	300	980	500	—	—	1780	(436,25)	(910,00)
	снизу	—	80	140	350	240	810		

Обработка данных шахматной таблицы заключается в подсчете суммарных величин: всего отправлено по каждому пункту отправления по всем пунктам расчетного участка  $\sum G_{отпр}$ , отдельно вниз и вверх по течению; всего прибыло – по каждому пункту назначения, по всем пунктам расчетного участка  $\sum G_{приб}$ ; густота перевозок между каждыми двумя смежными пунктами и средняя на расчетном участке – по направлениям отдельно.

Так, например, густота перевозок на  $i$ -м участке вверх определяется по формуле

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

где  $I_{r,i-1}^{вв}$  – густота перевозок на предыдущем нижерасположенном участке, т·км/км;

$\sum_{j=1}^{i-1} G_{приб,j}^{сн}$  – масса грузов, прибывших снизу в нижний пункт расчетного участка со всех пунктов, расположенных ниже него, т;

$\sum_{j=i+1}^m G_{отпр,j}^{вв}$

- масса грузов, отправленных вверх во все пункты, расположенные выше расчетного участка, для которого определяется густота перевозок, т.

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

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

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

$\sum_{j=1}^{i-1} G_{\text{приб } j}^{\text{СВ}}$  – масса грузов, прибывших сверху в верхний пункт расчетного участка со всех пунктов, расположенных выше него, т;

$\sum_{j=i+1}^m G_{\text{отпр } j}^{\text{ВН}}$  – масса грузов, отправленных вниз во все пункты, расположенные ниже расчетного участка, для которого определяется густота перевозок, т.

Правильность заполнения таблицы грузопотоков можно проверить по следующим позициям:

- 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 последнем (самом нижнем) участке должна быть равна массе грузов, отправленных вверх из самого нижнего порта;

- густота перевозок вниз на верхнем участке водного пути должна быть равна массе грузов, отправленных вниз из верхнего порта участка водного пути.

Следует обратить внимание на то, что при строгом соблюдении правил заполнения таблицы грузопотоков из нее наглядно видно распределение перевозок по направлениям: размеры и грузооборот перевозок вверх по течению располагаются выше ее диагонали (в правой верхней части таблицы), а перевозки вниз – ниже диагонали (в левой нижней части).

Для большей географической наглядности перевозок 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 3.6).

Круговая, или секторная, диаграмма изображается с целью наглядного представления долевого распределения перевозок (рисунок 3.7), а для представления динамики изменения показателей применяются динамические кривые (рисунок 3.8).

Диаграмма календарного распределения перевозок грузов показана на рисунке 3.9. Данная диаграмма наглядно показывает неравномерность перевозок во времени, аналитически данная неравномерность характеризуется коэффициентом, рассчитываемым по формуле (3.8).

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 принимаются равными, а на дислокации пассажиропотоки имеют зеркальное отображение.

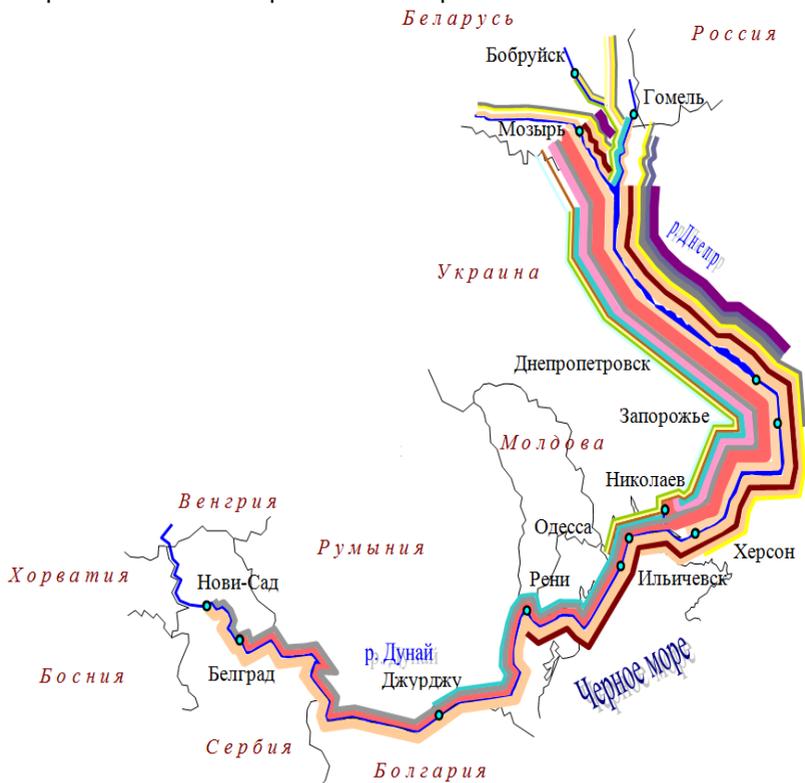


Рисунок 3.6 – Картограмма экспортно-импортных грузопотоков Республики Беларусь

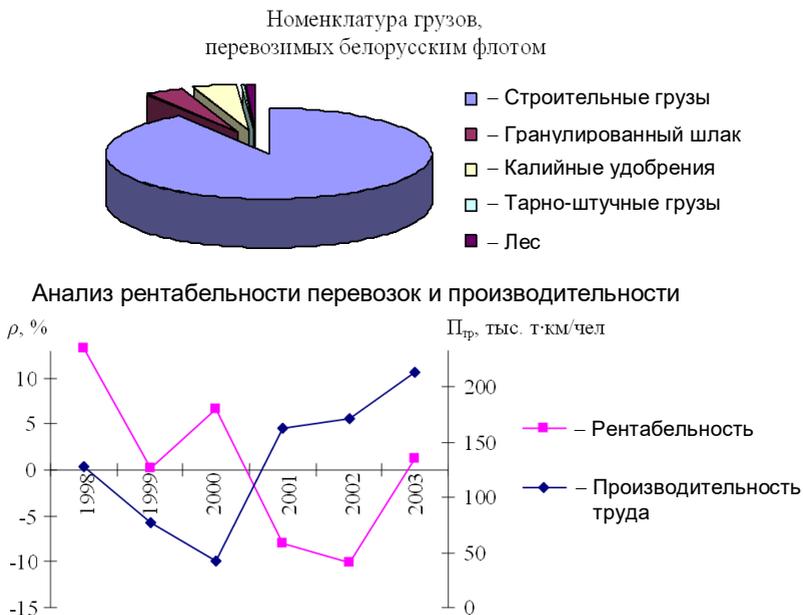


Рисунок 3.8 – Динамические кривые изменения показателей работы транспорта

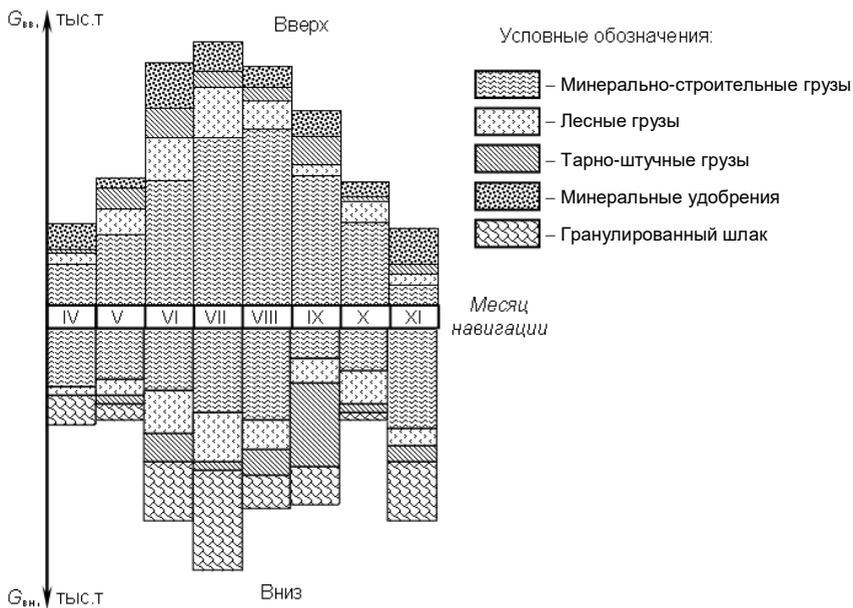


Рисунок 3.9 – Диаграмма календарного распределения перевозок

В пособии приведены основные формы наглядного представления грузопотоков и динамик изменения их показателей, в зависимости от целей исследования могут применяться и другие формы (рисунки 3.10, 3.11).

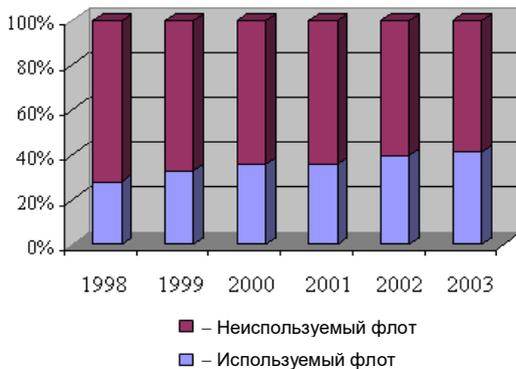


Рисунок 3.10 – Долевая диаграмма использования флота

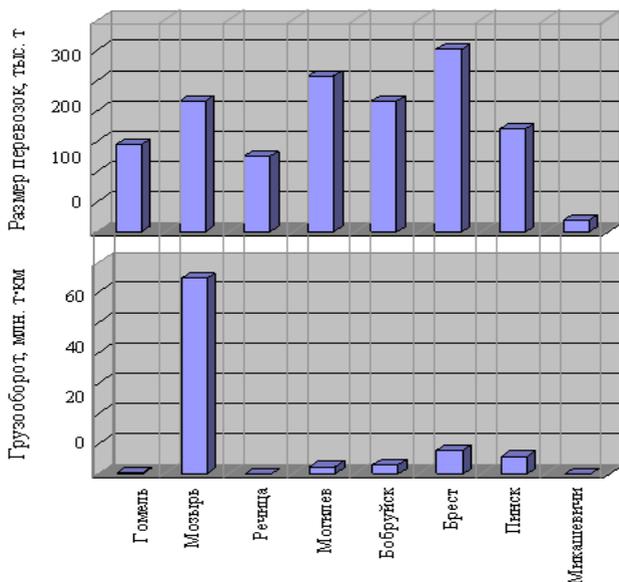


Рисунок 3.11 – Гистограмма показателей работы портов

Следует отметить, что наглядное представление информации имеет в процессе управления 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, перегрузка, пауза – 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 другие. Следовательно, техническими называют вспомогательные, непроизводительные операции, но которые 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 прочие. По своей сути – это непроизводительные операции, связанные с потерей рабочего времени, являющиеся, как правило, следствием стохастического характера транспортного процесса.

В работе транспортных судов различают три вида технологических процессов: рейс, круговой рейс и оборот (рисунок 3.12).

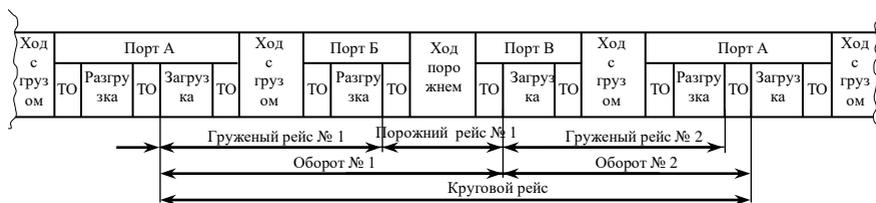


Рисунок 3.12 – Графическое изображение технологических процессов работы судна:  
ТО – технические и технологические операции

Грузовое судно совершает рейсы с грузом и в порожнем состоянии, буксирное – рейсы с груженым, 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:

$$t'_{рг} = \sum t'_{тхн} + t'_3 + t'_{хгр} + \sum t'_{тхп} + t'_p + \sum t'_{тхк}, \quad (3.13)$$

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;

$t'_3$ ,  $t'_p$  – продолжительность загрузки и разгрузки судна;  
 $t'_{х гр}$  – продолжительность ходовых операций судна в груженом состоянии.

Как видно из рисунка 3.12, 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:

$$t'_{кр} = \sum t'_{тх} + t'_x + t'_3 + t'_p, \quad (3.15)$$

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 порожнем, 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 3.13, 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 3.13, б) или кругового (рисунок 3.13, 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.

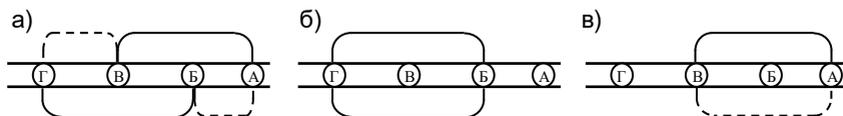


Рисунок 3.13 – Графическое изображение рейсов грузового судна

На рисунке 3.14 изображен график движения и обработки транспортного судна, работающего по схеме, представленной на рисунке 3.12. 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.

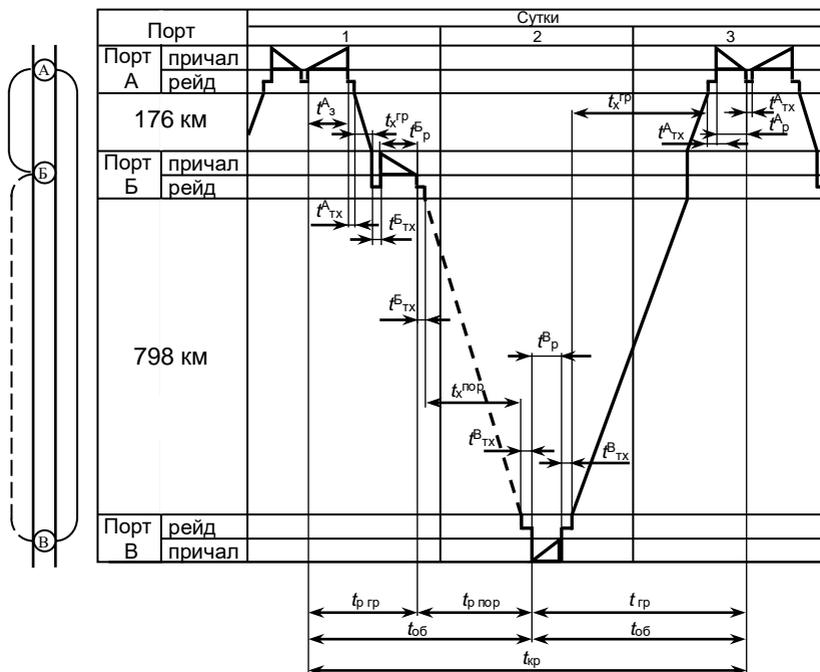


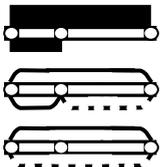
Рисунок 3.14 – График движения и обработки транспортного судна:

$t_{тх}^A, t_{тх}^B, t_{тх}^B$  – продолжительность технических и технологических операций соответственно в порту А, Б и В;  $t_{гп}^B, t_{п}^B$  – продолжительность хода судна в грузном и порожнем состоянии;  $t_{з}^A, t_{п}^B, t_{п}^B$  – 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

Для наглядности, на графике (см. рисунок 3.14) 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 из себя громоздкий инженерный чертеж, поэтому отдельные нитки графика по типам флота представляют различными цветами: синим – нитки самоходного грузового флота, черным – пассажирского, коричневым – составов несамоходных судов.

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.



## 4

# ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ И ДВИЖЕНИЯ ФЛОТА

### 4.1 Понятие об организации перевозок и движения флота

**С**ущность 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 представленных 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 представленных к перевозке грузопотоков.

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 так далее. 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 паузки, догрузки и прочие.

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.

Взаимувязанное 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 о 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 прямого и обратного направления. Соотношение

грузооборота в прямом и обратном направлениях характеризуют 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).

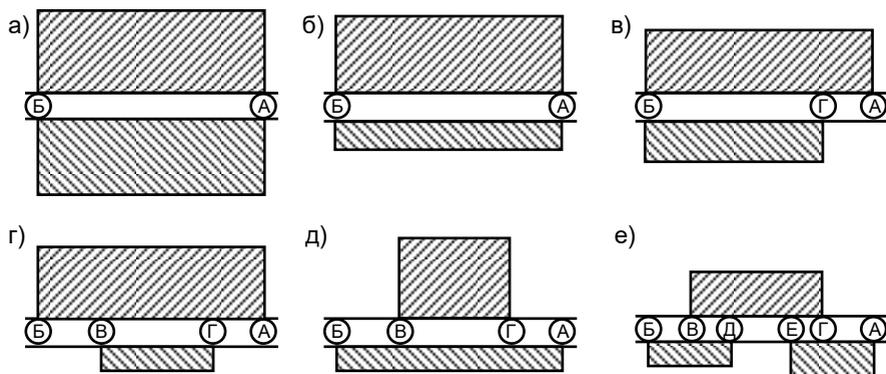
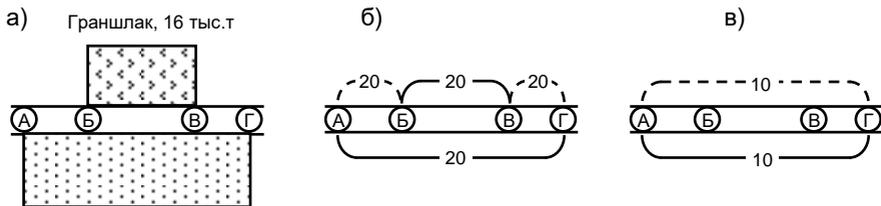


Рисунок 4.1 – Варианты сочетания грузопотоков по направлениям:

- 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 направления: калийных удобрений с размером перевозок  $G_{пр} = 21$  тыс. т и гранулированного шлака с размером перевозок  $G_{обр} = 16$  тыс. т. Для их освоения парохозяйство выделило однотипный флот, эксплуатационная грузоподъемность судна составляет: при перевозке калийных удобрений  $Q_9^{пр} = 700$  т, гранулированного шлака –  $Q_9^{обр} = 800$  т.



Калийные удобрения, 21 тыс.

Рисунок 4.2 – Схемы грузопотоков и судопотоков

Указанные грузопотоки могут быть освоены следующим образом. По схеме рисунка 4.2, б теплоход должен совершить 20 отправлений (за 20 отправлений теплоход перевезет 16 тыс. т гранулированного шлака), а остаток калийных удобрений в количестве 7 тыс. т (за 20 отправлений данный теплоход перевезет 14 тыс. т калийных удобрений) – по схеме рисунка 3.2, в. По данной схеме с целью освоения всех грузопотоков теплоход должен совершить 10 отправлений.

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:

- взаимосочетаемость 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.

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.

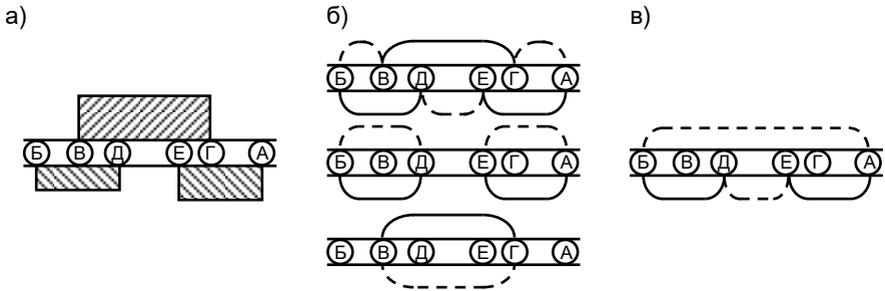


Рисунок 4.3 – Сочетание грузопотоков по направлениям:  
 а – схема грузопотоков; б – эффективные схемы грузовых колец;  
 в – неэффективная схема грузового кольца

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. 4.4, 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

$$m = \frac{G}{Q_3}, \quad (4.1)$$

где  $G$  – размер осваиваемого грузового потока, т;

$Q_3$  – 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, определяется 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  $t_3$  – временем, в течение которого весь груз должен быть доставлен грузовладельцу (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 груженого рейса  $t_{п.г.}$ :

$$t_{от} = t_3 - (t_{вв} + t_{выв} + t_{кр}), \quad (4.3)$$

$$t_{от} = t_3 - (t_{вв} + t_{выв} + t_{п.г.}). \quad (4.4)$$

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 грузным, то для расчета применима формула (4.3) (см. рисунок 4.4, б).

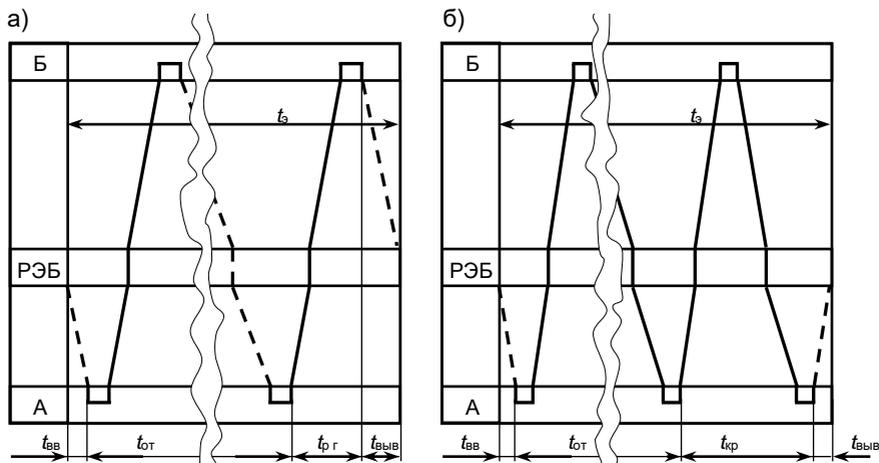


Рисунок 4.4 – Схемы определения продолжительности периода отправления:  
РЭБ – ремонтно-эксплуатационная база

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:

$$t_{ин} = \frac{t_{от}}{m} = \frac{1}{r}. \quad (4.6)$$

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  $t_{ин}$ . Иногда при этом грузовой линии даже приходится

---

разделять на две линии. Принципы разработки расписания движения флота рассматриваются в подразд. 4.5.

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.

## 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 суточных планов работы судоходной компании. Ежесуточное равномерное отправление судов вносит четкий ритм в работу флота, портов, судопропускных сооружений, повышает точность и достоверность планирования, облегчает оперативный контроль и регулирование работой флота.

Наибольшую четкость и ритм движение флота 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 отправлении судов в отдельные сутки (при частоте меньше единицы). Например, если расчетный интервал отправления составляет 0,681 суток (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 суток (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 отправлении судов. Интервал пропуска, то есть промежуток времени между двумя последовательными пропусками в отправлении судов на линии, может быть определен по формуле

$$t_{\text{и проп}} = \frac{t_{\text{и}} t_{\text{и пр}}}{t_{\text{и}} - t_{\text{и пр}}}, \quad (4.9)$$

где  $t_{\text{и}}$  – расчетный интервал линии, сут;

$t_{\text{и пр}}$  – принятый интервал линии, сут.

Для рассматриваемого примера:

$$t_{\text{и проп}} = \frac{1,23 \cdot 1}{1,23 - 1} = 5,35 \text{ сут.}$$

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 суток 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  $t_{\text{и}}$  до значения 1,25 суток. Тогда:

$$t_{\text{и проп}} = \frac{1,25 \cdot 1}{1,25 - 1} = 5 \text{ сут,}$$

т.е. каждые пять суток отправление флота требуется пропускать, как показано на рисунке 4.5, б.

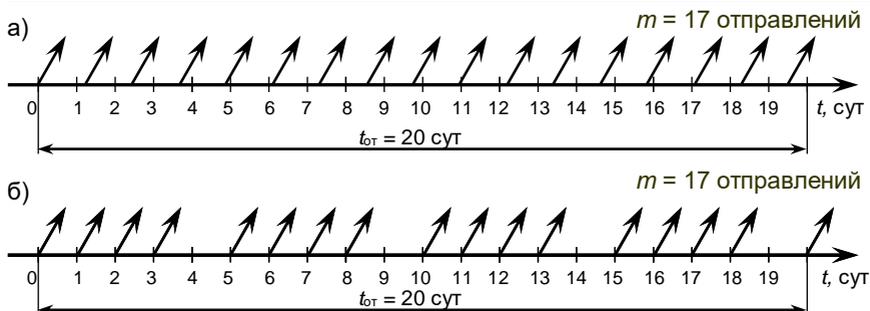


Рисунок 4.5 – Графическое изображение порядка отправлений судов:

а – при  $t_{и} = 1,23$  сут (расчетный интервал линии);б – при работе флота по расписанию с параметрами  $t_{и пр} = 1$  сут и  $t_{и проп} = 5$  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 осуществлялись в одно и то же время каждых суток.

Выбор принимаемого интервала линии  $t_{и пр}$  рекомендуется осуществлять из значений 0,25, 0,5, 0,75, 1,00, 1,25, 1,50, 2,00, 2,25, 2,50 суток и т.д. Варианты организации движения флота по линиям с такими характеристиками приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Варианты организации грузовых линий

Расчетный интервал $t_{и}$	Схема отправления флота во времени	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

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 так далее 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 так далее (то есть, с нарастанием по 8 часов) также будет удобной. Однако, выполняя расчеты характеристик грузовой линии для значений  $t_n = 0,333$  или  $0,667$  сут и так далее, возникает погрешность, которая должна быть учтена при организации перевозок.

Варьировать частотой и интервалом отправления линии можно также, изменяя в меньшую сторону период отправления судов.

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 все большее внимание уделяется вопросам логистики, организация движения флота по расписанию имеет весомые перспективы.

## 4.6 Тяговое обслуживание несамоходного флота

Наличие в составе транспортного флота грузовых теплоходов (в том числе танкеров), толкачей (буксиров) и барж (секций) при одновременной различной плотности и устойчивости судопотоков на водных путях, различных условиях плавания на них и грузовой обработке (ее интенсивности) в портах определяет наличие нескольких технологических способов тягового обслуживания судопотоков, а также составопотоков.

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 4.6.



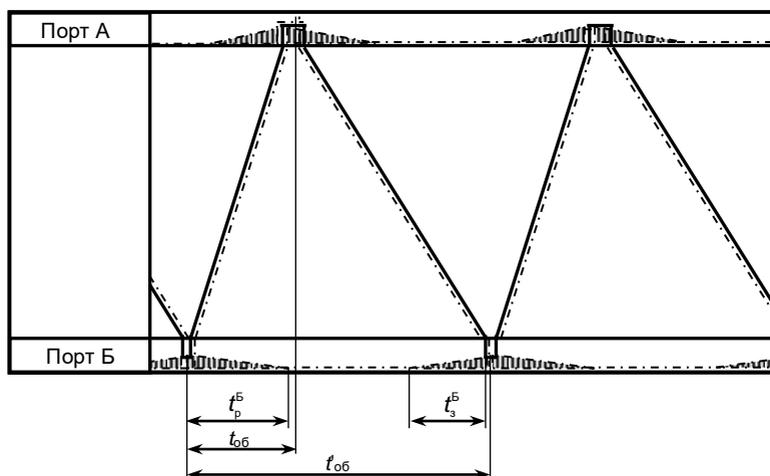
Рисунок 4.6 – Схема обслуживания состава с постоянным закреплением за ним толкача:

$t_p^B, t_p^A, t_3^B, t_3^A$  – продолжительность соответственно разгрузки в портах Б, А и загрузки состава;  $t_{по}^A, t_{по}^B$  – продолжительность портового обслуживания;  $t'_{об}, t_{об}$  – продолжительность оборота соответственно тоннажа и тяги

Каждому способу тягового обслуживания, чтобы он обеспечивал более высокую эффективность транспортного процесса, должно отвечать определенное сочетание условий применения способа. Так, постоянное закрепление тяговых средств за несамоходным флотом предполагает высокие нормы грузовой обработки и всего комплексного обслуживания судов (составов) в портах и соответствует более дальним перевозкам грузов в судах с относительно малой плотностью судопотоков (составопотоков), обеспечивая в конечном счете такое повышение провозной способности несамоходного флота, что экономия от этого перекрывает потери от задержки тяговых средств в портах.

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 ( $t_{об} > t_{об}^E$ ). Принципиальная схема обслуживания состава по такой схеме показана на рисунке 4.7.



Условные обозначения:

- — технологические процессы тяги
- · - · - · - технологические процессы тоннажа

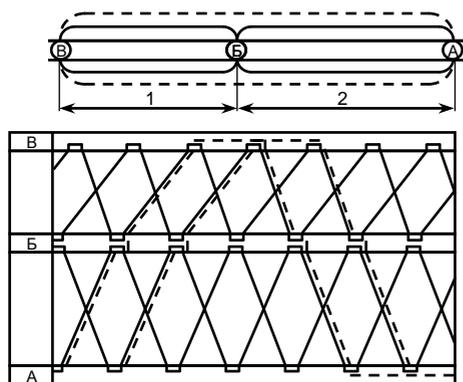
Рисунок 4.7 – Схема обслуживания несамоходного тоннажа с закреплением тяги на отдельные рейсы:

$t_p^E$ ,  $t_3^E$  – продолжительность разгрузки и загрузки состава в порту Б;  $t_{об}^E$ ,  $t_{об}$  – 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. Сущность такой системы тягового обслуживания заключается в том, что транзитные составы в зависимости от их грузовой массы и условий плавания на каждом тяговом плече обслуживаются соответствующим типом толкача (буксира), в конечных пунктах тягового плеча производятся их смена и целесообразное переформирование составов.



Условные обозначения:

- график движения тяги
- - - - - график движения тоннажа

Рисунок 4.8 – Схема тягового обслуживания по системе тяговых плеч

Принципиальная схема обслуживания составов по системе тяговых плеч показана на рисунке 4.8.

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 (см. рисунок 3.4) 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 (рисунок 4.9). Составы формируют только из груженых или порожних судов либо формируют смешанные составы – включающие как груженные, так и порожние суда.

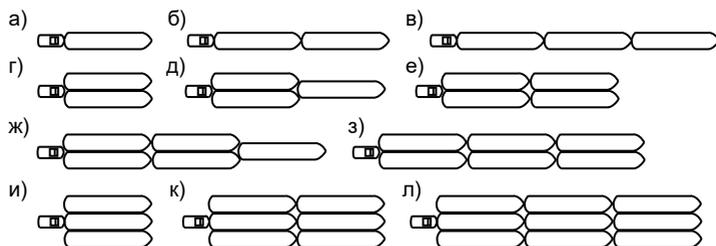


Рисунок 4.9 – Схемы счала толкаемых составов:

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

Сформированные составы должны отвечать следующим основным требованиям:

- грузовая масса состава 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 коммуникационных сооружений.

По аналогии формируются и буксируемые составы с обозначением их соответственно Б+1, Б+1+1, Б+1+1+1 и так далее.

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);
- тип 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 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

$$\Pi_{вп} = \frac{24\tau}{t_{oy}}, \tag{4.10}$$

где  $\tau$  – коэффициент использования времени на пропуск судов и составов за сутки;

$t_{oy}$  – средний период графика движения флота, ч.

Периодом графика называется время между последующими отправлениями судов или составов в одном направлении. Данное время можно определить из зависимости

$$t_{oy} = \frac{L_c + l_{и}}{U}, \tag{4.11}$$

где  $L_c$  – длина расчетного судна или состава, км;

$l_{и}$  – 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 4.10):

$$l_{рсч} = l_{oy} + (L_c + l_{и}), \tag{4.12}$$

где  $l_{oy}$  – протяженность однопутного участка водного пути, км, и время, в течение которого участок занят судном (составом):

$$t_x = \frac{l_{рсч}}{U}. \tag{4.13}$$

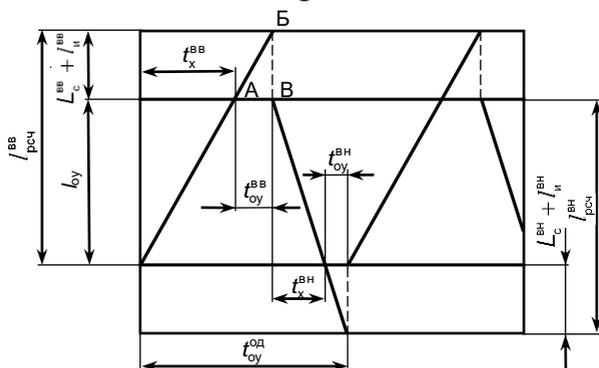


Рисунок 4.10 – Определение периода графика движения флота на однопутном участке при организации одиночного пропуска судов

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 (формула (4.12), рисунок 4.11), точка В – момент времени начала пропуска по участку судна, следующего вниз.

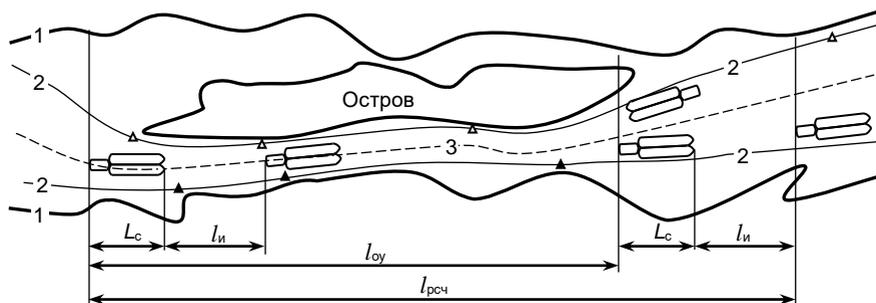


Рисунок 4.11 – Схема пропуска судов по однопутному участку водного пути:  
1 – пойма реки; 2 – кромка судового хода; 3 – ось судового хода

Дальнейшее построение графика продолжается по полной аналогии для судна, следующего вниз и так далее до истечения суток.

Как видно из рисунка 4.11, период графика движения флота на однопутном участке может быть определен из зависимости

$$t_{oy}^{од} = t_x^{вв} + t_{oy}^{вв} + t_x^{вн} + t_{oy}^{вн}, \quad (4.14)$$

где  $t_x^{вв}$ ,  $t_x^{вн}$ ,  $t_{oy}^{вв}$ ,  $t_{oy}^{вн}$  – 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 определяется по формуле

$$t_x^{вв(вн)} = \frac{l_{oy}^{вв(вн)}}{U^{вв(вн)}}. \quad (4.15)$$

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 4.12 приведена схема серийного пропуска судов по однопутному участку водного пути.

При серийном пропуске судов, как видно из рисунка, период графика определяется по формуле

$$t_{oy}^{сер} = t_x^{ВВ} + t_x^{ВН} + n(t_{oy}^{ВВ} + t_{oy}^{ВН}), \tag{4.16}$$

где  $n$  – количество судов в серии.

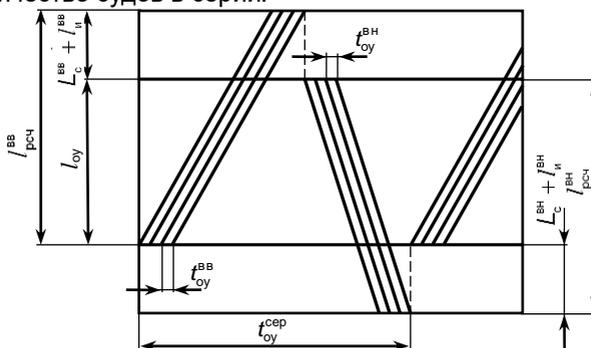


Рисунок 4.12 – Схема серийного пропуска судов по однопутному участку (серия – 4 судна)

Анализируя приведенные зависимости, можно видеть, что число судов, которое может проследовать через однопутный участок при одиночном пропуске судов меньше, чем при серийном (рисунок 4.13).

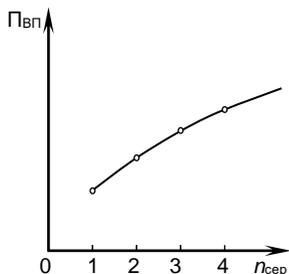


Рисунок 4.13 – Зависимость пропускной способности участка от количества судов в серии

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, однако стохастичность транспортного процесса не всегда это позволяет. 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 уровней 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 однониточном шлюзе (рисунок 4.14) 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 так далее. 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.

Процесс двустороннего шлюзования из верхнего бьефа в нижний начинается с момента пересечения носовой частью судна створа I. Путь ввода судна в камеру  $l_{вв}$  измеряют от места стоянки у створа I до места стоянки в камере (створ III), а путь вывода  $l_{выв}$  – от створа III до положения, соответствующего моменту проследования кормой судна створа V.

Путь ввода (вывода) при двустороннем пропуске определяется по формуле

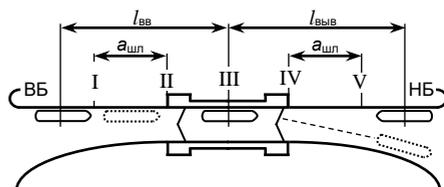


Рисунок 4.14 – Схема однокамерного однониточного шлюза со шлюзуемым судном

$$l_{\text{вв(выв)}}^{\text{дв}} = \frac{1}{2}(L_{\text{кам}} + L_{\text{с}}) + a_{\text{шл}}, \quad (4.17)$$

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 путь ввода определяется положением судна у швартового пала перед створом II или IV и положением судна в камере (створ III). Путь вывода измеряют от створа III до положения судна в момент преследования 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 пути 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 4.15) зависит от типа судна, нагрузки на единицу мощности толкача (для состава), маневренных качеств судна и мастерства судоводителей. 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.

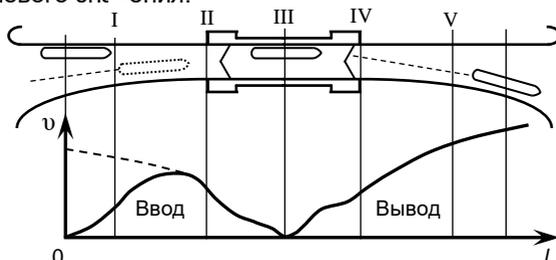


Рисунок 4.15 – Изменение скорости ввода (вывода) судна в камеру (из камеры) шлюза в процессе шлюзования

После ввода судна в камеру происходят следующие технические операции в камере с определенными затратами времени: швартовка судна  $t_{шв}$ , закрытие ворот  $t_3$ , 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:

$$t_{шл.од.дв} = t_{вв} + t_{шв} + t_3 + t_{оп(нап)} + t_{от} + t_{отш} + t_{выв} \quad (4.20)$$

Продолжительность технических операций в камере следующая: швартовка судна – 2,5 минут; 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 4.16).

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,

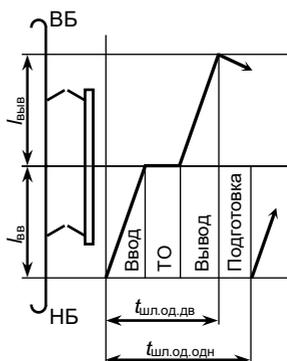


Рисунок 4.16 – Схема шлюзования судна в однокамерном шлюзе

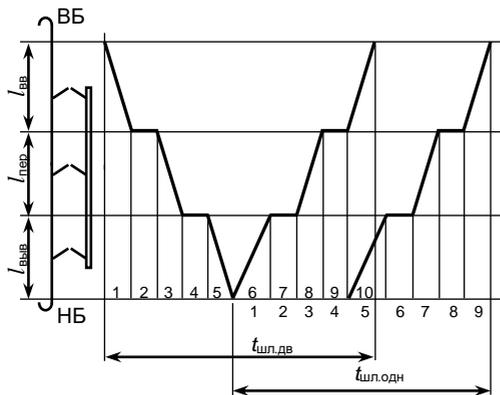


Рисунок 4.17 – Схема шлюзования судна в двухкамерном шлюзе:

$l_{пер}$  – путь перехода судна между камерами

из которого прошлюзовалось предыдущее судно. Операции по подготовке камеры складываются из закрытия ворот, наполнения (опорожнения) камеры и открытия ворот. С учетом продолжительности

технических операций на 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.

Процесс шлюзования в двухкамерном шлюзе (частный случай многокамерного шлюза) изображен на рисунке 4.17.

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 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.

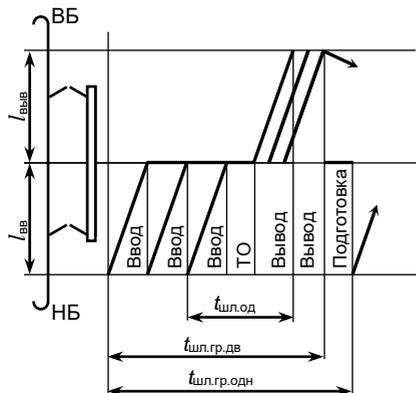


Рисунок 4.18 – Схема шлюзования группы судов в однокамерном шлюзе

Как было сказано в 4.7.1, на пропускную способность участка пути благоприятно сказывается использование серийного (группового) пропуска судов. Данное заключение распространяется и на шлюзованные системы (рисунок 4.18).

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 составляет

$$t_{шл.гр.дв} = t_{шл.од.дв} + \sum_{i=1}^{n_{шл}-1} t_{вв\ i} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n_{шл}-1} t_{выв\ i}, \quad (4.21)$$

где  $n_{шл}$  – 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 судоходным путям, либо необходимостью соблюдения расписания движения пассажирскими судами.

Пропускную способность шлюза можно определить по формуле

$$\Pi_{\text{шл}} = m_{\text{шл.сут}} \overline{t_{\text{расч}}} \overline{G}_k, \quad (4.23)$$

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 может быть определено:

$$m_{\text{шл.сут}} = \frac{1440\beta}{\overline{t_{\text{шл.гр}}}}, \quad (4.24)$$

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, минут:

$$\overline{t_{\text{шл.гр}}} = \varphi_{\text{одн}} \overline{t_{\text{шл.гр.од}}} + \varphi_{\text{дв}} \overline{t_{\text{шл.гр.дв}}}, \quad (4.25)$$

где  $\varphi_{\text{одн}}$ ,  $\varphi_{\text{дв}}$  – доля односторонних и двухсторонних шлюзований.

Разница между рабочим временем камеры и временем занятости камеры пропуском судов определяет суточный резерв пропускной способности шлюза:

$$\Pi_{\text{рез.сут}} = \frac{(1440\beta - \sum \overline{t_{\text{шл.сут}}}) \overline{G}_k}{\overline{t_{\text{шл.гр}}}}, \quad (4.26)$$

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, внедрении организации перевозок в большегрузных составах и увеличении тем самым средней загрузки камеры, либо совершенствовании технологии судопропуска и сокращении 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 выражает максимальное количество груза, перегружаемого за сутки причальными погрузочно-разгрузочными механизмами в определенных технологических условиях (род груза, схема механизации, система организации погрузочно-разгрузочных работ):

$$\Pi_{\text{пр}} = 24 p_{\text{э}} n_{\text{у}} \alpha k_{\text{шв}}, \quad (4.27)$$

где  $p_{\text{э}}$  – эксплуатационная производительность погрузочно-разгрузочной машины, т/ч;

$n_{\text{у}}$  – количество погрузочно-разгрузочных машин на причале;

$\alpha$  – коэффициент снижения производительности работы нескольких погрузочно-разгрузочных машин на одном причале;

$k_{\text{шв}}$  – коэффициент снижения пропускной способности, учитывающий затраты времени на швартовые операции, осуществляемые на причале:

$$k_{\text{шв}} = \frac{t_{3(p)}}{t_{3(p)} + t_{\text{шв}}}, \quad (4.28)$$

где  $t_{\text{шв}}$  – продолжительность швартовых операций.

Эксплуатационная производительность погрузочно-разгрузочной машины – это количество погруженного или выгруженного ей 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

$$\rho_a = \rho_r \frac{t_{\text{пр}}^{\text{см}} - t_{\text{пер}}^{\text{см}}}{t_{\text{см}}}, \quad (4.29)$$

где  $\rho_r$  – техническая производительность погрузочно-разгрузочной машины, т/ч;

$t_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч;  
 $t_{\text{пр}}^{\text{см}}, t_{\text{пер}}^{\text{см}}$  – 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 определяется по формуле

$$\rho_r = \frac{3600G}{T_{\text{ц}}}, \quad (4.30)$$

где  $G$  – масса груза, перегружаемого за один цикл, т;

$T_{\text{ц}}$  – 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  $T_{\text{ц}}$  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 4.19).

Машины непрерывного действия перемещают груз непрерывным потоком без остановок для захвата и освобождения.

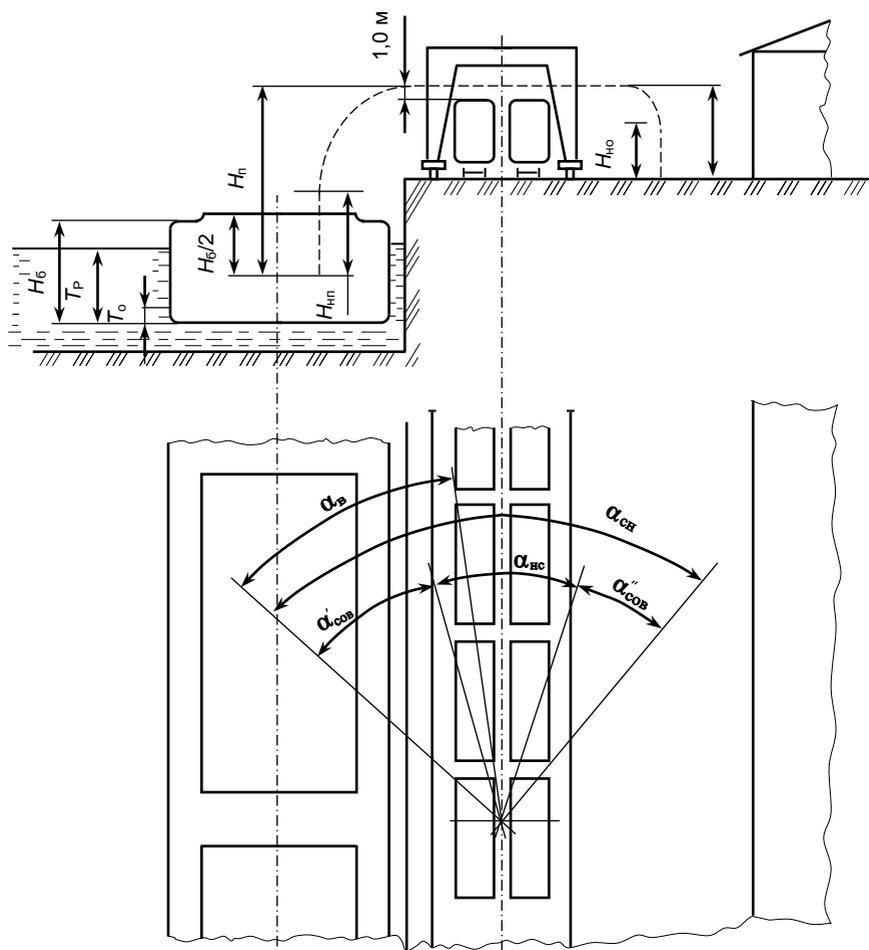


Рисунок 4.19 – Схема перемещения груза краном:

$H_n$  – полная высота подъема груза;  $H_o$  – полная высота опускания груза;  $H_{np}$  – высота подъема груза, не совмещенного с поворотом;  $H_{ню}$  – высота опускания, не совмещенного с поворотом;  $H_b$  – высота борта судна;  $T_p$  – осадка груженого судна;  $T_o$  – осадка судна в порожнем состоянии;  $\alpha_b$  – угол поворота стрелы крана при работе по варианту «судно – вагон»;  $\alpha_{nc}$  – 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

Техническую производительность перегрузочных машин непрерывного действия можно определить по формуле

$$p_t = 3,6q_{nm}v, \quad (4.31)$$

где  $q_{nm}$  – масса груза на 1 м погонной длины несущего органа машины (конвейера, нории) или на 1 м погонной 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 определяется по формуле

$$P_{ж-д} = n_b q n_{пв} n_{пут}, \quad (4.32)$$

где  $n_b$  – количество вагонов в одной подаче;

$q$  – норма загрузки вагона, т;

$n_{пв}$  – 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.

Количество подач вагонов к причалу определяется из зависимости

$$n_{\text{пв}} = \frac{24}{t_{\text{пр}} + t_{\text{под}} + t_{\text{уб}}}, \quad (4.34)$$

где  $t_{\text{пр}}$  – 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 определена по формуле

$$П_{\text{скл}} = \frac{E}{t_{\text{сп}}}, \quad (4.35)$$

где  $E$  – вместимость склада, т;

$t_{\text{сп}}$  – средний срок хранения груза на складе, определяется, исходя из установленных сроков хранения каждого груза  $t_i$  и количества этих грузов, проходящих через склад  $G_i$ :

$$t_{\text{сп}} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i t_i}{\sum_{i=1}^n G_i}. \quad (4.36)$$

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 нормы 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.

Повысить пропускную способность порта можно также, увеличивая долю прямого варианта погрузочно-разгрузочных работ. В данном случае, ключевым фактором становится повышение качества взаимодействия видов транспорта в порту.





### 5.1 Технические нормы и методы их разработки

**Т**ехнической 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 темпы роста планируемой деятельности реальными данными).

Техническое нормирование, регламентируя, в некотором смысле, деятельность коллективов людей, помимо технической составляющей имеет и психологическую, сложно формализованную составляющую. Например, необоснованное занижение технической нормы времени выполнения экипажем некоторой операции негативно сказывается на качестве его работы (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 (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 техническую норму принимается не математическое ожидание исследуемой величины, а несколько большее или меньшее ее значение.

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 (подразд. 2.1). 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, эта проблема наиболее актуальна. Поэтому задача управления судоходством и состоит в создании и обеспечении тех условий, для которых установлены технические нормы.

На речном транспорте в области эксплуатации транспортного флота устанавливаются: нормы загрузки (нагрузки) для грузовых судов; нормы грузоподъемности составов и объема плотов для буксирных судов; нормы скорости для самоходных судов, составов и плотов; нормы времени на выполнение отдельных транспортных операций для всех видов флота.

Технические нормы по эксплуатации флота должны разрабатываться эксплуатационным аппаратом пароходств, 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 обоснования. Наиболее распространен аналитический метод, позволяющий математически строго, по формулам рассчитать соответствующую норму. Аналитические выражения для расчета норм выводятся на основе изучения зависимостей нормируемой величины от различных факторов.

Эти выражения 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 так далее. Недостатком опытно-статистического метода является то, что в качестве исходной информации о нормируемой величине используются данные о завершеном транспортном процессе. Поэтому применение данного метода допустимо в том случае, если 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 натуральных 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 натуральных 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). 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

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 выражает качество организации работы флота и портов.

## 5.2 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 грузоподъемности судна и по гарантированной глубине водного пути:

$$Q_{\text{г}} = \min(Q_{\text{г}}^{\text{Б}}; Q_{\text{г}}^{\text{Г}}), \quad (5.1)$$

где  $Q_{\text{г}}^{\text{Б}}$  – максимальное количество заданного груза, которое может быть размещено в грузовых помещениях и на палубе судна, т;

$Q_{\text{г}}^{\text{Г}}$  – максимальное количество груза, при котором судно может безопасно двигаться по участку водного пути с заданной гарантированной глубиной, то есть при выполнении неравенства

$$T_{\text{г}} \leq H_{\text{г}} - \Delta h, \quad (5.2)$$

где  $T_{\text{г}}$  – эксплуатационная осадка судна, м;

$H_{\text{г}}$  – минимальная гарантированная глубина судового хода на всем протяжении водного пути, м;

$\Delta h$  – норма минимального запаса воды под днищем судна.

Тогда, зная величину осадки судна в груженом состоянии  $T_{\text{г}}$ , значение  $Q_{\text{г}}^{\text{Г}}$  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  $Q_{\text{г}}^{\text{Р}}$ , то есть

$$Q_{\text{г}}^{\text{Г}} = Q_{\text{г}}^{\text{Р}}; \quad (5.3)$$

– если неравенство (5.2) не выполняется, то максимальное количество груза, при котором судно может безопасно двигаться по данному участку водного пути определяется формулой

$$Q_{\text{г}}^{\text{Г}} = \frac{Q_{\text{г}}^{\text{Р}}}{(T_{\text{г}} - T_{\text{о}})} (T_{\text{г}} - T_{\text{о}}), \quad (5.4)$$

где  $T_{\text{о}}$  – осадка судна в порожнем состоянии, м.

Максимальное количество груза, которое может быть размещено на судне  $Q_{\text{г}}^{\text{Б}}$ , можно определить, например, путем сравнения удельной грузоподъемности судна  $w_{\text{с}}$  и удельного погрузочного объема груза  $w_{\text{гр}}$ .

Удельная грузоподъемность судна определяет объем его грузовых помещений, предназначенный для размещения одной тонны грузоподъемности, и рассчитывается по формуле (2.9) (см. рисунок 4.2). Удельный погрузочный объем груза – объем, который занимает одна тонна данного груза. Таким образом, чем груз легче, тем большее

значение принимает его удельный погрузочный объем, например, удельный погрузочный объем древесных опилок составляет 4,10 м<sup>3</sup>/т, а кирпича – 0,44 м<sup>3</sup>/т.

Грузовместимость судна аналитически можно определить по формуле

$$V_c = k_T V_{TP} + k_n S_n \overline{h_{скл}}, \quad (5.5)$$

где  $k_T$  – коэффициент использования объема трюмов;

$V_{TP}$  – 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>;

$\overline{h_{скл}}$  – средняя высота складирования груза на палубе, определяемая с учетом допустимой удельной нагрузки на палубу, устойчивости 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 слагаемый формулы (5.5) принимает нулевое значение. Если же судно является, например, теплоходом-площадкой, то, соответственно, нулевое значение принимает первый слагаемый.

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 5.1) 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  $w_c < w_{TP}$ , то данный груз является «легким» (то есть при загрузке судна таким грузом он займет всю грузовой вместимости судна, но при этом грузоподъемность судна будет использована не полностью, рисунок 5.2, б), если  $w_c > w_{TP}$ , то груз является «тяжелым» (при загрузке им судна его грузоподъемность будет использоваться полностью, а грузовой вместимости – не полностью, рисунок 5.2, в), если же  $w_c = w_{TP}$ , то данный груз является «нормальным» для данного судна (при загрузке им судна и грузоподъемность, и грузовой вместимости судна используются полностью, рисунок 5.2, г).

Установив значения  $w_c$  и  $w_{TP}$ , значение параметра  $Q_s^B$  может быть определено следующим образом:

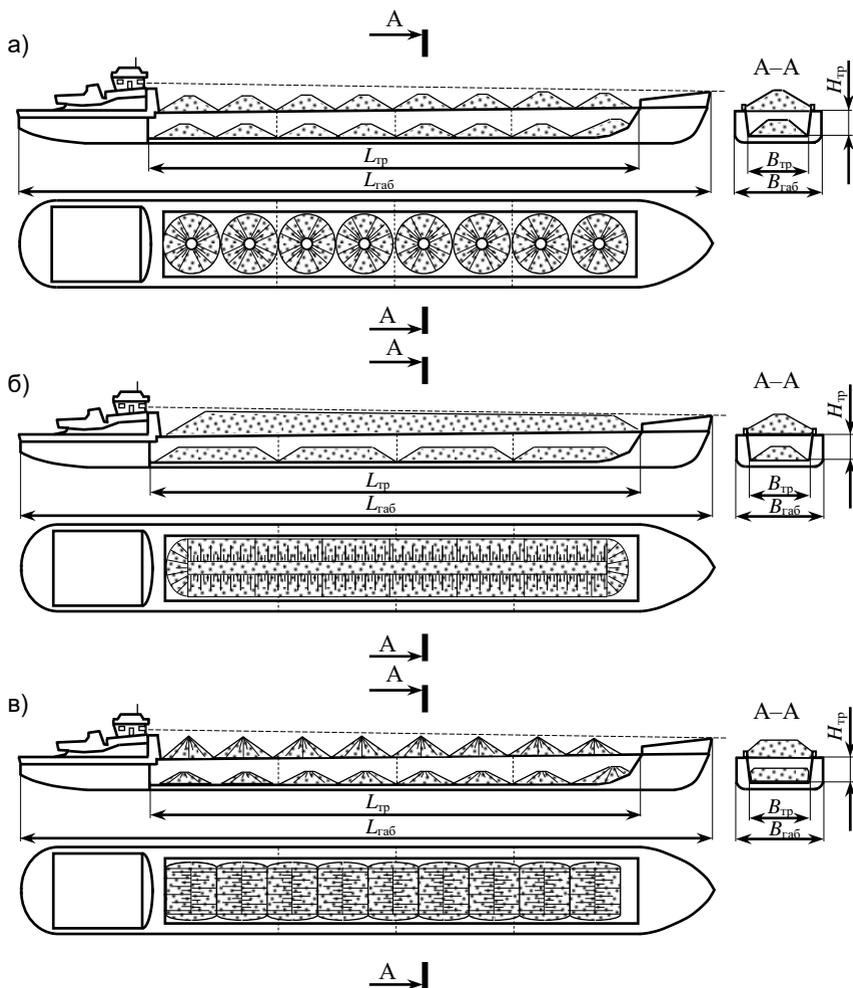
– если  $w_c < w_{TP}$ , то судно не может быть загружено таким «легким» грузом на полную грузоподъемность, так как ограничивающим фактором

оказывается его грузместимость. В этом случае максимальное количество заданного груза, которое может быть размещено в грузовых помещениях и на палубе судна, определяется по формуле

$$Q_9^B = \frac{V_c}{w_{rp}}; \quad (5.6)$$

– если  $w_c \geq w_{rp}$ , то таким «тяжелым» грузом судно может быть загружено на полную грузоподъемность, то есть

$$Q_9^B = Q_p. \quad (5.7)$$



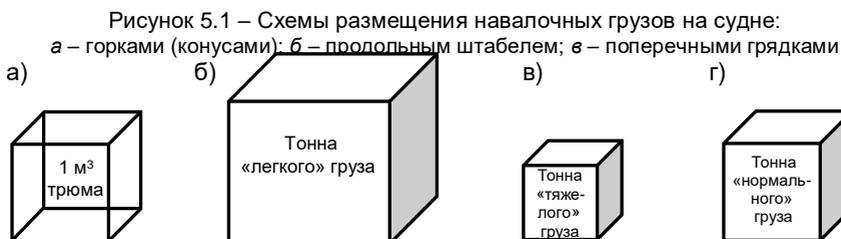


Рисунок 5.2 – Графическая интерпретация соотношения удельной грузоподъемности судна и удельного погрузочного объема груза:  
 а – удельная грузоподъемность судна; б – удельный погрузочный объем «легкого» груза; в – удельный погрузочный объем «тяжелого» груза; г – удельный погрузочный объем «нормального» груза

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 А соответствует полное использование грузоподъемности и грузовместимости судна, точке А<sub>1</sub> – полное использование грузовой вместимости судна и частичное грузоподъемности, точке А<sub>2</sub> – полное использование грузоподъемности и частичное грузовой вместимости.

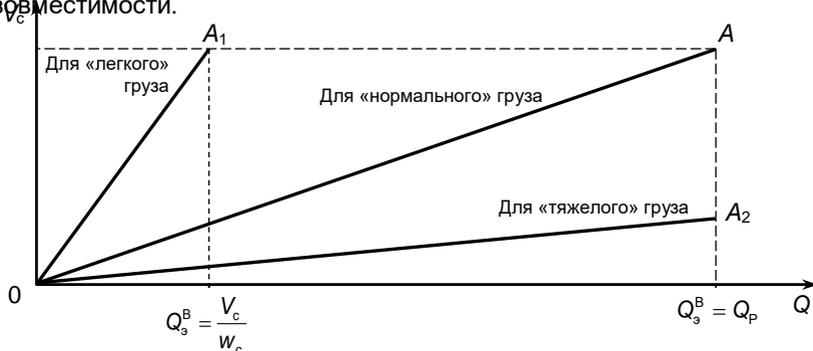


Рисунок 5.3 – Эпюры загрузки судна одним типом груза

Задача оптимальной загрузки грузового судна несколькими грузами является решенной, если судно загружено до значения регистрационной грузоподъемности при полном использовании грузовой вместимости, 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.

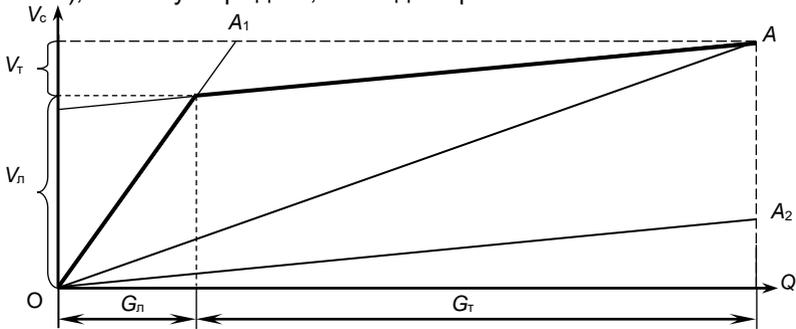


Рисунок 5.4 – Эпюра загрузки судна двумя видами груза (легким и тяжелым)

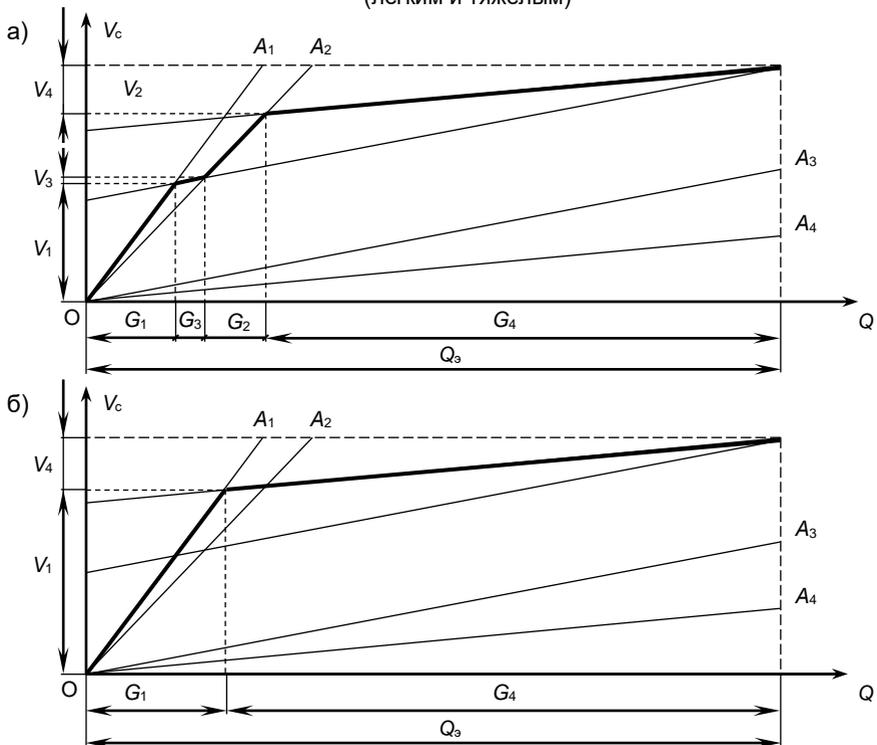


Рисунок 5.5 – Варианты эпюр загрузки типового судна:

а – типовое 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  $V_1, V_2, V_3, V_4$  ( $V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = V_6$ );  
 б – типовое судно загружено двумя грузами из четырех массой и грузоподъемностью  $G_1, G_4$  ( $G_1 + G_4 = Q_3$ ) и  $V_1, V_4$  ( $V_1 + V_4 = V_6$ )

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 им объеме  $V_n$  и  $V_T$  м<sup>3</sup> 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.

При загрузке судна разнообразными грузами, отдельными их партиями или вагонными отправлениями, причем назначением в различные пункты, рекомендуется составлять грузовой план судна (рисунок 5.6). Грузовым планом судна называется схематический чертеж продольного разреза и плана судна, в грузовых помещениях которого показано размещение отдельных партий груза (условно обозначаются цифрами, как показано на рисунке 5.6).

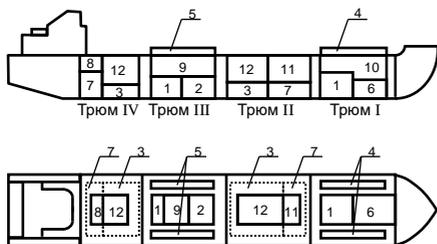


Рисунок 5.6 – Грузовой план судна

При составлении грузового плана учитываются расположение и объем трюмов судна и 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 грузоподъемности 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.

### **5.3 Техническое нормирование скорости и продолжительности движения флота**

Техническая норма продолжительности движения судна по участку водного пути относительно постоянными условиями судоходства определяется по формуле

$$t_x = \frac{L}{U}, \quad (5.8)$$

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, может быть определена по формуле

$$U = v \pm w, \quad (5.9)$$

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.

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 5.7) или по формулам линейной интерполяции:

$$v = v_{гр} + \frac{v_0 - v_{гр}}{T_0 - T_p} (T_p - T_э), \quad (5.10)$$

$$v = v_0 + \frac{v_{гр} - v_0}{Q_p} Q_э, \quad (5.11)$$

где  $v_{гр}$ ,  $v_0$  – соответственно скорость судна в груженом и в 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.

Расчетная скорость состава зависит, прежде всего, от сопротивления воды его движению и тяговых характеристик буксира-толкача, а сопротивление воды, в свою очередь, зависит 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.

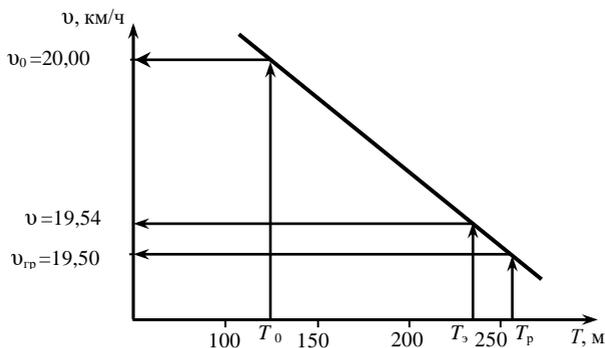


Рисунок 5.7 – Определение расчетной скорости судна (состава) при различной его загрузке

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 транспортного судна, выделяют три режима: ускоренное ( $F_d > \sum R$ ), установившееся ( $F_d = \sum R$ ) и замедленное ( $F_d < \sum R$ ) (рисунок 5.8).

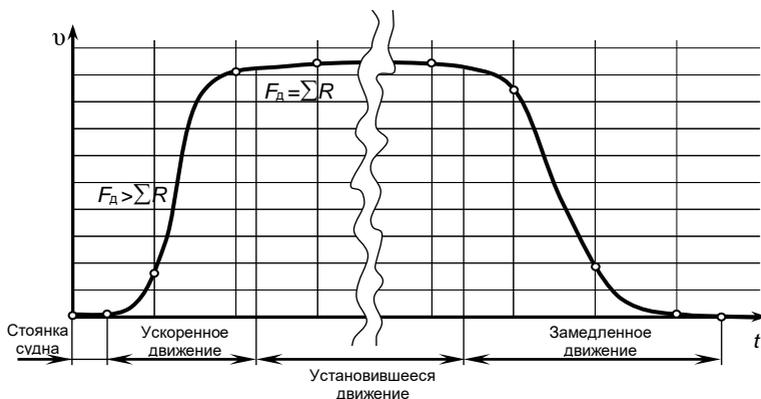


Рисунок 5.8 – Режимы движения состава (судна)

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 2.10). 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  $f$  (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 5.9).

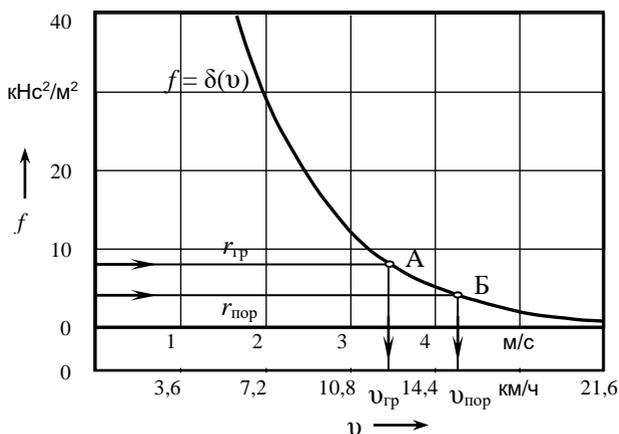


Рисунок 5.9 – Графическое решение задачи определения расчетной скорости движения состава

На рисунке 5.9 графически представлено пересечение приведенной силы тяги  $f$  на галке с горизонтальными прямыми приведенного сопротивления состава  $r$  с грузом (точка А) и в порожнем состоянии (точка Б). Проецирование этих точек на ось абсцисс позволяют определить расчетную скорость состава соответственно с грузом  $v_{гр}$  и в порожнем состоянии  $v_0$ .

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,  $\text{кНс}^2/\text{м}^2$ , по формуле

$$r = k_{\text{сч}} \sum_{i=1}^n r_{\text{н/с } i}, \quad (5.12)$$

где  $n$  – количество судов в составе;

$r_{\text{н/с } i}$  – приведенное сопротивление воды движению  $i$ -й баржи,  $\text{кНс}^2/\text{м}^2$ ;

$k_{\text{сч}}$  – 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 4.9) и вида транспортирования (толканием или буксированием) устанавливается по данным таблицы 5.2.

**Таблица 5.2 – 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 несамоходных 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 5.3, либо увеличить грузовую массу состава путем выбора барж с большей регистрационной грузоподъемностью.

**Таблица 5.3 – Рекомендуемые значения мощности буксиров-толкачей, используемых для движения составов с заданной грузовой массой**

Грузовая масса состава, т	Мощность буксира-толкача, кВт	Грузовая масса состава, т	Мощность буксира-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

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.

## **5.4 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

$$t_{з(р)} = \frac{Q_з}{B_{н(в)}}, \quad (5.13)$$

где  $Q_з$  – эксплуатационная грузоподъемность судна (техническая норма загрузки), т;

$B_{н(в)}$  – 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

$$t_{з(р)}^c = \sum_{i=1}^n t_{з(р)i}, \quad (5.14)$$

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 находится по формуле

$$t_{з(р)}^c = \max\{t_{з(р)1}; t_{з(р)2}; t_{з(р)3}; \dots; t_{з(р)n}\}. \quad (5.15)$$

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:

$$t_{з(р)} = \frac{Q_з}{\rho_з}, \quad (5.16)$$

где  $\rho_з$  – эксплуатационная производительность погрузочно-разгрузочной машины, т/ч.

Методика расчета эксплуатационной производительности погрузочно-разгрузочной машины рассмотрена в 4.7.3.

Техническая норма времени на паузку (частичную отгрузку груза из судна) определяется по формуле

$$t_{\text{пзк}} = \frac{Q_3 - Q_3^{\text{пзк}}}{B_{\text{пзк}}} = \frac{100 (T_3 - T_3^{\text{пзк}})}{B_{\text{пзк}}} q, \quad (5.17)$$

где  $Q_3^{\text{пзк}}$ ,  $T_3^{\text{пзк}}$  – эксплуатационная грузоподъемность и осадка судна после паузки, т;

$B_{\text{пзк}}$  – 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, а 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 при проведении эксплуатационных расчетов данной погрешностью пренебречь.

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, выражающих 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 (рисунок 5.10).

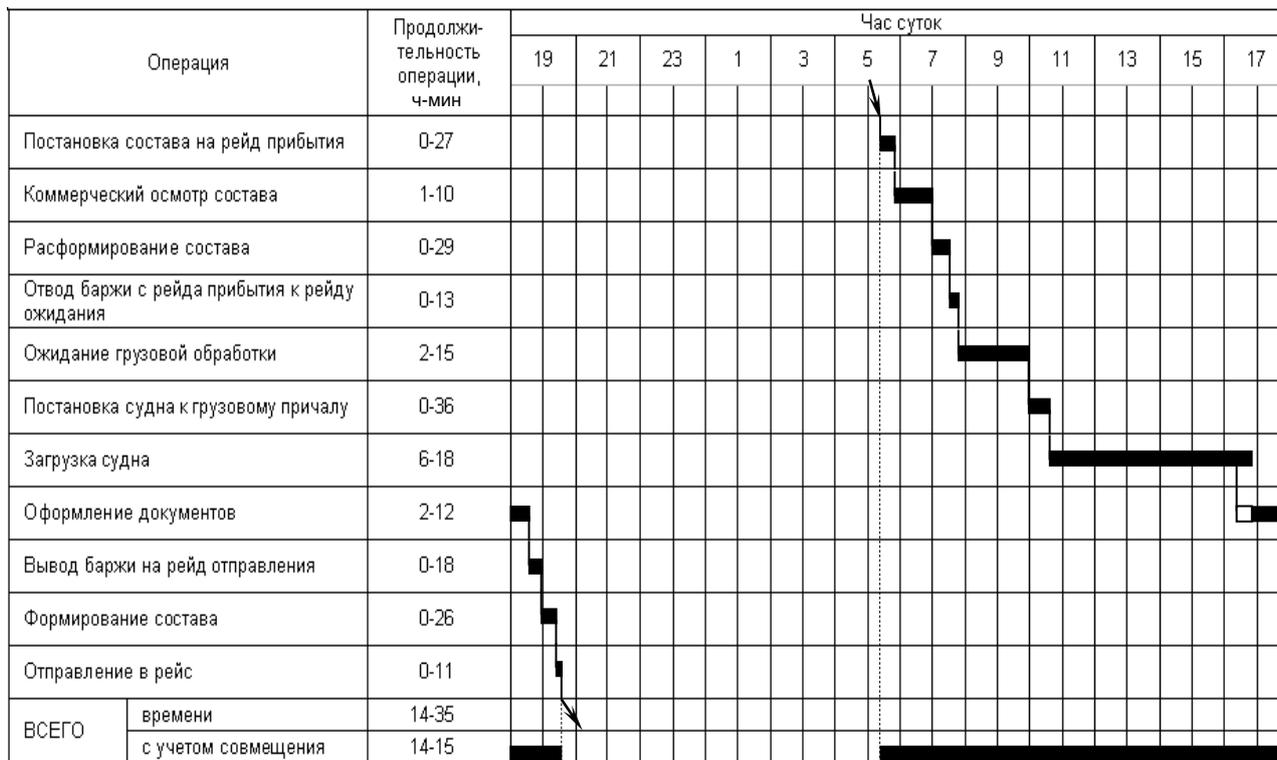


Рисунок 5.10 – Пример технологической карты обработки несамоходного судна, не закрепленного за тягой в порту

Несмотря на то что нормы времени на отдельные технологические операции относительно невелики, при планировании их требуется относительно учитывать. Анализ удельного веса затрат времени на выполнение технологических операций показывает, что по самоходному сухогрузному флоту время ожидания грузовых работ в 1,12–1,15 раза больше времени, затраченного непосредственно на грузовую обработку; по самоходному 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:

$$t_{\text{ож}} = \gamma t_{\text{обсл}}, \quad (5.18)$$

где  $\gamma$  – коэффициент относительного ожидания обслуживания;

$t_{\text{обсл}}$  – продолжительность обслуживания транспортного флота (загрузка, разгрузка, шлюзование, накопление состава и т. д.).

В практической реализации нормирования с применением формулы (89) 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:

$$\gamma = \frac{\varphi}{1 - \varphi}; \quad (5.19)$$

– для двух причалов

$$\gamma = \frac{\varphi^2}{1 - \varphi^2}; \quad (5.20)$$

– для трех причалов

$$\gamma = \frac{3\varphi^3}{2 + 2\varphi - \varphi^2 - 3\varphi^3}. \quad (5.21)$$

где  $\varphi$  – коэффициент использования пропускной способности причала по времени.

На рисунке 5.11 показана зависимость относительного времени ожидания перегрузочных работ от коэффициента использования пропускной способности причала и длины очереди  $m$ .

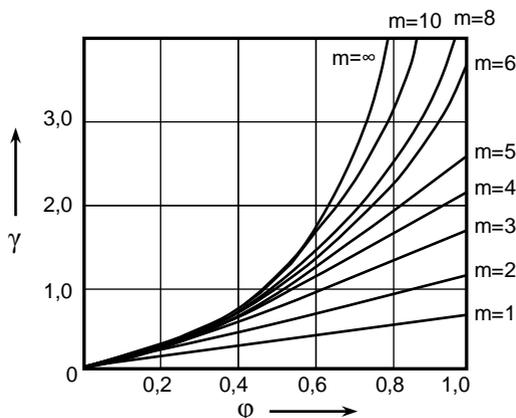


Рисунок 5.11 – Зависимость относительного времени ожидания перегрузочных работ от коэффициента использования пропускной способности причала и длины очереди

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.

## 5.5 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, технические нормы требуется постоянно корректировать. Строительство новых и реконструкция действующих причалов и портов, появление новых типов судов и грузопотоков, изменение путевых условий требуют 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, выполняемого диспетчерским аппаратом, планы-приказы с отметками о фактическом исполнении заданий и так далее. Кроме того, для данной задачи могут проводиться хронометражные наблюдения.

Основным способом анализа выполнения норм является сравнение фактически достигнутых норм с плановыми. Уровень выполнения нормы

$$\alpha = \frac{100x_{\text{ф}}}{x_{\text{пл}}}, \quad (5.22)$$

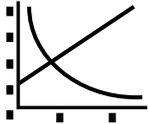
где  $x_{\text{ф}}$  – фактическое значение нормы, полученное в результате анализа;  $x_{\text{пл}}$  – плановая норма.

В качестве фактического значения нормы обычно принимают среднестатистическое значение, очищенное от заведомо нереальных, частных случаев, резко отличающихся от массовых значений исследуемой нормы:

$$x_{\text{ф}} = \frac{1}{n_{\text{сл}}} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (5.23)$$

где  $n_{\text{сл}}$  – число учтенных случаев наблюдений норм;  $x_i$  – единичные значения норм.

Рекомендуемая норма необязательно 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.



$$p_B = p_{\text{ит}} \times t_{\text{хг}}$$

## 6

# ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА

### 6.1 Общая характеристика системы эксплуатационных показателей работы транспортного флота

**Э**ксплуатационные показатели работы флота, используемые для планирования, учета, анализа и оценки эффективности работы транспортного 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 скорости движения состава самоходных судов, как рассматривалось в предыдущем разделе, рассчитывается исходя из уравнения установившегося движения:

$$F_d = \sum R, \quad (6.1)$$

где  $F_d$  – движущая сила,  $\text{кНс}^2/\text{м}^2$ ;

$\sum R$  – сопротивление воды движению судна,  $\text{кНс}^2/\text{м}^2$ .

Однако судовождение в реальных условиях характеризуется постоянным изменением значений составляющих формулы (96), вызванным гидрологическими, метеорологическими, человеческими факторами, форс-мажорными обстоятельствами и прочими. То есть фактическое значение скорости на данном участке может быть как больше, так и меньше технической нормы.

Следует иметь в виду, что эксплуатационные показатели работы грузовых судов относят к одной тонне грузоподъемности (тоннажа), буксирных – к одному киловатту мощности, пассажирских – к одному пассажирскому месту. При этом значения мощности, грузоподъемности и пассажировместимости принимаются регистрационные, то есть зафиксированные в паспорте судна при его регистрации. Это позволяет использовать эксплуатационные показатели для сравнительной оценки работы судов различных типов: с разной грузоподъемностью, мощностью или пассажироместимостью.

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.

## 6.2 Расчет эксплуатационных показателей работы флота

Для грузового флота установлен показатель нагрузка по отправлению, характеризующий степень использования грузоподъемности судов в груженных рейсах, т. е. сколько тонн груза в среднем приходится на одну тонну тоннажа судов, загруженных в пункте отправления:

$$p'_{\text{от}} = \frac{\sum G}{\sum Q_p}, \quad (6.2)$$

---

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.

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

$$\rho' = \frac{\sum G l}{\sum Q_p l_r}, \quad (6.3)$$

где  $\sum G l$  – 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 одинаковы, например, при расчетах эксплуатационных показателей для одной грузовой линии. В других случаях равенства показателей нагрузки наблюдаться не будет.

При  $\rho'_{от} > \rho'$  тоннаж с меньшей нагрузкой отправляется на большее расстояние или с большей нагрузкой на ближнее расстояние, или в пути производится паузка (отгрузка).

При  $\rho'_{от} < \rho'$  тоннаж с большей нагрузкой отправляется на дальнее расстояние или с меньшей нагрузкой на ближнее расстояние, или в пути производится догрузка.

Для тяговых средств нагрузка по отправлению определяет массу груза, приходящегося на единицу мощности буксира-толкача в момент отправления состава из пункта отправления:

$$\rho_{от} = \frac{\sum G}{\sum N_p}, \quad (6.4)$$

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, паузки

и других операций, вызывающих изменение загрузки состава во время рейса:

$$\rho = \frac{\sum GI}{\sum N_p I_r}, \quad (6.5)$$

где  $\sum N_p I_r$  – затраты киловатт-километров на пробег тяги с гружеными составами, кВт·км.

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:

$$\rho_{\text{пас от}} = \frac{\sum Y}{\sum M}, \quad (6.6)$$

$$\rho_{\text{пас}} = \frac{\sum YI}{\sum M_{\text{пас}}}, \quad (6.7)$$

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;

$\sum YI$  – пассажирооборот, пас.-км;

$\sum M_{\text{пас}}$  – затраты флота (пас. место-км) 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

$$\varepsilon' = \frac{\sum GI}{\sum Q_p I_r + \sum Q_p I_{\text{пор}}}, \quad (6.8)$$

где  $\sum Q_p I_{\text{пор}}$  – затраты тоннаже-километров на порожний пробег флота, км.

Коэффициент использования грузоподъемности и нагрузка по пробегу взаимозависимы. Отношение этих показателей определяет долю пробега одной тонны тоннажа с грузом от общего пробега с грузом и в порожнем состоянии – коэффициент груженого пробега:

$$k'_r = \frac{\varepsilon'}{\rho'}. \quad (6.9)$$

Тогда коэффициент порожнего пробега находится по формуле

$$k'_{\text{пор}} = 1 - k'_r. \quad (6.10)$$

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 по формулам:

$$u' = \frac{\sum Q_p I_{г.г.}}{\sum Q_p t_{х.г.}}, \quad (6.11)$$

$$u = \frac{\sum N_p I_{г.г.}}{\sum N_p t_{х.г.}}, \quad (6.12)$$

$$u_{пас} = \frac{\sum M I_{пас}}{\sum M t_{х.пас}}, \quad (6.13)$$

где  $\sum Q_p t_{х.г.}$ ,  $\sum N_p t_{х.г.}$ ,  $\sum M t_{х.пас}$ , – затраты соответственно тоннаже-суток и киловатт-суток на грузовую перевозку, тоннаже-сутки, кВт-сутки, пассажирское место-суток на перевозку пассажиров, пас. место-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.

Основным показателем использования флота по времени является средний оборот тоннажа, равный отношению тоннаже-суток судов, находящихся в эксплуатации, к тоннаже-рейсам груженых судов:

$$t'_{об} = \frac{\sum Q_p t'_{г.г.}}{\sum m'_{г.г.} Q_p}, \quad (6.14)$$

$$t_{об} = \frac{\sum N_p t'_{г.г.}}{\sum m'_{г.г.} N_p}. \quad (6.15)$$

Для пассажирского флота, работающего по расписанию, данный показатель не рассчитывается, временным показателем для него является круговой рейс.

Как видно из формул (109) и (110), 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:

$$\bar{t}'_i = \frac{\sum Q_p t_i}{\sum m'_{гр} Q_p}. \quad (6.16)$$

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(киловатт, пассажирское место)-суткам судов в эксплуатации:

$$\tau'_{x,г} = \frac{\sum Q_p t_{x,г}}{\sum Q_p t_э}, \quad (6.17)$$

$$\tau_{x,г} = \frac{\sum N_p t_{x,г}}{\sum N_p t_э}, \quad (6.18)$$

$$\tau_{x,пас} = \frac{\sum M_p t_{x,пас}}{\sum M_p t_э}. \quad (6.19)$$

Одним из важных эксплуатационных показателей для грузового флота является средний пробег за оборот (имеется в виду средний пробег одной тонны тоннажа) с грузом и в порожнем состоянии:

$$\bar{l}'_г = \frac{\sum Q_p l_г}{\sum m'_{гр} Q_p}, \quad (6.20)$$

$$\bar{l}'_{пор} = \frac{\sum Q_p l_{пор}}{\sum m'_{гр} Q_p}. \quad (6.21)$$

Аналогично данные показатели рассчитываются и по буксирным судам:

$$\bar{l}'_г = \frac{\sum N_p l_г}{\sum m'_{гр} N_p}, \quad (6.22)$$

$$\bar{l}'_{пор} = \frac{\sum N_p l_{пор}}{\sum m'_{гр} N_p}. \quad (6.23)$$

Использование 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:

$$p'_B = \frac{\sum Gl}{\sum Q_p t_s}, \quad (6.24)$$

$$p_B = \frac{\sum Gl}{\sum N_p t_s}, \quad (6.25)$$

$$p_B^{nac} = \frac{\sum Yl}{\sum Mt_s}, \quad (6.26)$$

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:

$$p'_B = p' \tau'_{x.f.} u', \quad (6.27)$$

$$p_B = p \tau_{x.f.} u, \quad (6.28)$$

$$p_B^{nac} = p^{nac} \tau_{x.nac} u^{nac}. \quad (6.29)$$

Если в формулах (6.27)–(6.29) 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:

$$p_B = p \frac{\overline{l_{r.об}}}{\overline{t_{об}}}. \quad (6.30)$$

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 (6.24)–(6.30) расхождение в результатах расчетов не должно превышать точности вычислений.

### 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 6.1).

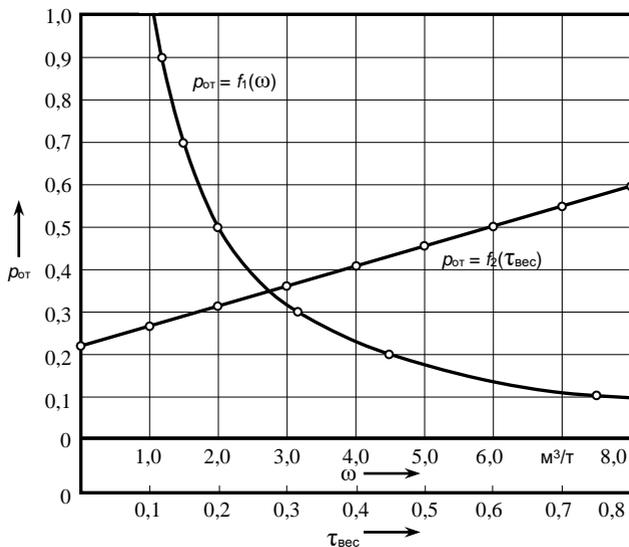


Рисунок 6.1 – Зависимость эксплуатационного показателя нагрузки по отправлению от условий работы флота: удельного погрузочного объема груза  $\omega$  и удельной продолжительности весеннего периода навигации  $\tau_{вес}$

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 пробеги, то сокращается доля ходового времени с грузом, а с ней и валовая производительность работы флота. На рисунке 6.2 показана зависимость коэффициента использования грузоподъемности (формула (6.8)) от неравномерности грузов по направлениям.

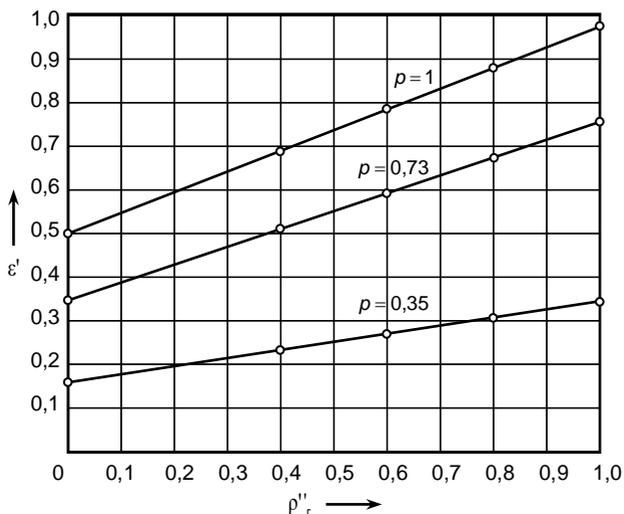


Рисунок 6.2 – Зависимость коэффициента использования грузоподъемности от неравномерности перевозок грузов по направлениям для различных значений показателя нагрузки по пробегу

Для установления зависимости коэффициента использования времени на ход с грузом одиночного грузового судна от различных факторов на рисунке 6.3 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.

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 (6.27)–(6.29), 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.

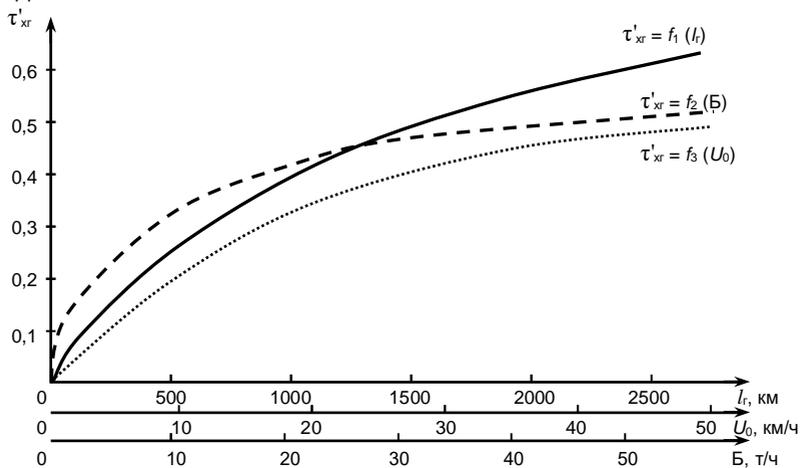


Рисунок 6.3 – Зависимость коэффициента использования времени на ход с грузом от различных факторов

Если формулу (6.29) 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, перевозка которых 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:

$$s = \frac{\text{Э}}{\sum G_1}, \quad (6.31)$$

$$s = \frac{\text{Э}}{\sum G}. \quad (6.32)$$

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 производственную. 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 распределяемые. К прямым относятся расходы, которые непосредственно связаны с выполнением транспортной работы, к распределяемым – 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, общие и административно-управленческие, прочие.

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:

$$A_m = \frac{\Phi_6 N_6}{100}, \quad (6.33)$$

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 (при восьмичасовых вахтах), 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 буксира-толкача 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

$$C_{Tx} = g_T \cdot \Pi_T, \quad (6.34)$$

– на стоянке

$$C_{Tct} = 0,05 g_T \cdot \Pi_T; \quad (6.35)$$

$$C_M = g_M \cdot \Pi_M, \quad (6.36)$$

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 прочие. 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 пароходства 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:

$$\bar{d} = \frac{\sum D}{\sum Gt}. \quad (6.37)$$

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:

$$\Pi = \sum D - \sum \mathcal{E}. \quad (6.38)$$

Экономический показатель работы флота – рентабельность, рассчитывается по формуле

$$\rho = \frac{\sum D - \sum \mathcal{E}}{\sum \mathcal{E}} = \frac{\Pi}{\sum \mathcal{E}}. \quad (6.39)$$

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:

$$D = (1 + \rho)\mathcal{E} = (1 + \rho)s \sum Gt. \quad (6.40)$$

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 стороны – 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 границей тарифной ставки.

Например, можно выделить диапазон значений тарифной ставки  $T_c$ , в котором может быть достигнут экономически приемлемый компромисс, определяемый неравенством

$$\frac{C_2 - \Delta_y - (C_1 + \Delta_0 - s)(1 + t_{\text{пер}}\beta)}{2 + (1 + t_{\text{пер}}\beta)} \geq T_c \geq \frac{C_2 - \Delta_y - (C_1 + \Delta_0) \left( 1 + \frac{t_{\text{пер}}\rho_{\text{гр}}}{360} \right) + s\rho_{\text{гр}} \left( \frac{1}{\rho_{\text{пер}}} + \frac{t_{\text{пер}}}{360} \right)}{1 + \rho_{\text{гр}} \left( \frac{1}{\rho_{\text{пер}}} + \frac{t_{\text{пер}}}{360} \right)}, \quad (6.41)$$

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 (6.41) являются элементом «коммерческой тайны» перевозчика или грузовладельца, а следовательно, могут быть недоступны для исследователя. Поэтому для определения в условиях конкуренции 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 (6.40), при рентабельности перевозки водным транспортом, равной нулю, тарифная ставка будет равняться себестоимости  $s$  (рисунок 6.4). 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 6.4.

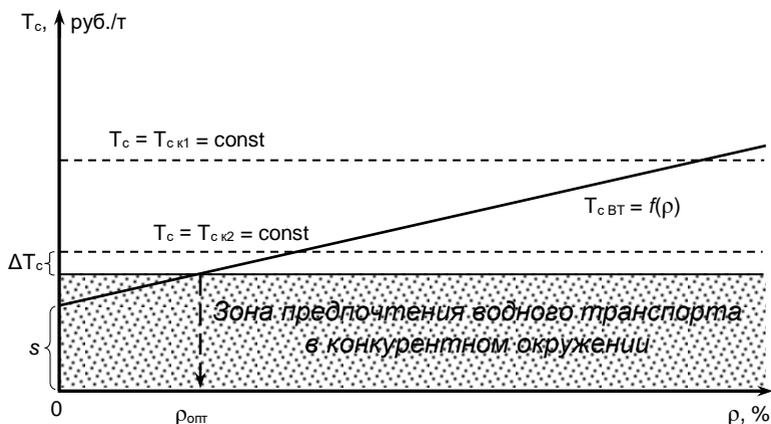


Рисунок 6.4 – Определение оптимального уровня планируемой рентабельности перевозок водным транспортом в условиях конкуренции

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, определяется «зона предпочтения» грузовладельцем перевозки с использованием услуг судоходной компании (см. рисунок 6.4). Абсцисса точки пересечения графика функции  $T_{с\text{ВТ}} = f(\rho)$  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.

Еще одним важным экономическим показателем работы флота является показатель, характеризующий эффективность труда плавсостава и береговых работников – производительность труда в денежном либо в натуральном выражении:

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{\sum Gl}{(n_{\text{эк}}\Phi + n_{\text{бер}})t_3}; \quad (6.42)$$

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{\bar{d}\sum Gl}{(n_{\text{эк}}\Phi + n_{\text{бер}})t_3}. \quad (6.43)$$

где  $n_{\text{эк}}$ ,  $n_{\text{бер}}$  – численность плавсостава и береговых работников, человек;  
 $\Phi$  – потребность во флоте, судов.

Как видно из зависимостей (6.42), (6.43), 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 сокращение штата работников.

## 6.5 Взаимосвязь эксплуатационных и экономических показателей работы флота

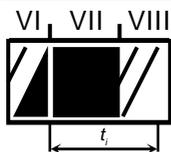
Как было сказано в подразд. 6.1, эксплуатационные и экономические показатели работы транспортного флота тесно взаимосвязаны, что позволяет объединять их в одну систему – систему эксплуатационно-экономических показателей.

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 фондотдачу.

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 пароходствах 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, от эффективного использования 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 предопределяет 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 самоходных 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, а также со смежными видами транспорта.

Судоходные компании при организации перевозочного процесса оперируют огромным числом факторов, которые так или иначе влияют на конечные результаты деятельности. Поэтому разработка навигационного плана, который должен учитывать это многообразие, является сложной многовариантной задачей со значительным числом исходных данных.

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.

### **7.1.2 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 при этом достичь максимального значения критерия эффективности работы флота. Таким критерием может быть любой показатель, определяющий материальные или трудовые затраты на перевозку: доходы, прибыль, провозная способность флота, производительность труда, рентабельность, эксплуатационные расходы или себестоимость. В 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 туристическим и скоростным линиям.

Разработке плана освоения грузопотоков предшествует анализ исходных данных и, прежде всего, корреспонденции грузопотоков, характеристик флота и условий пути.

Рассмотрим один из вариантов комплексной экономико-математической модели обоснования плана освоения перевозок с участием смежных видов транспорта.

Пусть имеются следующие 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 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  $d \in D_j$ ;
  - $M_f$  – 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;
  - $P_k$  – 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;
  - $L_{ijf}$  – 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;
  - $\Phi_{fq}$  – наличие подвижного состава  $q$ -го типа  $f$ -го вида транспорта, который может быть использован для работы в рассматриваемой транспортной сети, единиц.
- В качестве искомой переменной используется:
- $X_{ijd}$  – 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:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J_i} \sum_{d \in D_j} (T_{ijd} - S_{ijd}) X_{ijd} \rightarrow \max, \quad (7.1)$$

при учете следующих ограничений:

1) по количеству предъявленного к перевозке груза:

$$\sum_{j \in J_i} \sum_{d \in D_j} X_{ijd} = G_i; \quad (7.2)$$

2) по пропускной способности транспортных узлов:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in E_k} \sum_{d \in D_j} X_{ijd} \leq P_k; \quad (7.3)$$

3) по пропускной способности пути:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in R_h} \sum_{d \in D_j} X_{ijd} \leq P_h; \quad (7.4)$$

4) по провозной способности отдельных видов транспорта:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in M} \sum_{d \in D_j} X_{ijd} L_{ijf} \leq Z_f; \quad (7.5)$$

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:

$$X_{ijd} \geq 0, \quad i \in I, \quad j \in J_i, \quad d \in D_{ij}. \quad (7.7)$$

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 использования 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 других), следует использовать трюмные суда с люковыми закрытиями;

– грузы, требующие повышенных скоростей доставки, рекомендуется 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 др.

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 осуществляется с учетом взаимного сочетания грузопотоков прямого и обратного направлений по физико-химическим свойствам, по времени предъявления грузов к перевозке, с учетом отсутствия встречных порожних пробегов, соразмерности судопотоков прямого и обратного направлений (подразд. 4.3).

3 По всем сформированным грузовым кольцам рассчитываются характеристики грузовых линий (подразд. 4.4) и потребность во флоте с учетом планового резерва:

$$\Phi_{\text{нп}} = r \dot{t}_{\text{кр}} (1 + k_{\text{рез}}), \quad (7.8)$$

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 об утверждении разработанного плана или о необходимости его дальнейшего совершенствования.

Применение такого алгоритма позволяет в оперативном режиме найти субоптимальное решение данной экономико-математической задачи.

### 7.1.3 План портового и путевого обслуживания грузового флота

План портового и путевого обслуживания судов, как составная часть навигационного плана, выражает сводный оптимальный режим обслуживания флота в портах и в пути следования с целью обеспечения максимального увеличения провозной способности 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 и после начала грузовой обработки;

- нормы времени следования судов и составов по каждому судоходному участку и направлению движения (вверх, вниз);
- время пропуска судов и составов через шлюзы;
- время проследования лимитирующих участков пути (с односторонним движением).

По пунктам перестроения и смены составами толкачей (буксиров) в плане фиксируется время обслуживания 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 (подразд. 4.7), работающего на грузовых линиях, принятых 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 ввиду 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 работающих по расписанию линиях 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.

#### **7.1.4 План тягового обслуживания**

План тягового обслуживания представляет собой навигационный план обеспечения несамоходных грузовых судов, плотов и других плавучих объектов тяговыми средствами.

Основное преимущество эксплуатации несамоходного флота по сравнению с самоходным заключается в возможности отделения тяговых средств от несамоходных 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 (подразд. 4.6). Однако многообразие факторов, влияющих на эффективность применения того или иного способа тягового обслуживания и 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 несамоходных судов и плотов обосновываются 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 3.6, 3.7), 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 неравенством:

$$(\mathcal{E}_6 + \mathcal{E}_T)t_{\text{обр}} < (\mathcal{E}_6 t'_{\text{обр}1} + \mathcal{E}_T t'_{\text{обр}2} + \mathcal{E}_{\text{рейд}} t'_{\text{рейд}}), \quad (7.9)$$

где  $\mathcal{E}_6$ ,  $\mathcal{E}_T$ ,  $\mathcal{E}_{\text{рейд}}$  – стоимость содержания барж, тяговых средств и рейдовых судов за сутки эксплуатационного периода;

- $t_{обр}$  – время обработки состава при постоянном закреплении тяговых средств за составом;
- $t'_{обр 1}$  – время обработки барж состава при закреплении тяги за ним на отдельные рейсы;
- $t'_{обр 2}$  – время стоянок толкача (буксира), вызванных обработкой несамоходного флота при закреплении тяги за ним на отдельные рейсы;
- $t'_{рейд}$  – затраты времени рейдовым судном на обслуживание барж состава, не закрепленного за тягой.

Как видно из формулы (7.8), при равенстве левой и правой части предпочтение отдается способу с постоянным закреплением тяги за тоннажем, так как в этом случае существенно упрощается организация перевозочного процесса.

Постоянное закрепление 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 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 несамоходных 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 и мощность толкача-буксира, временные характеристики работы флота, их потребность и производительность), а также объем выполняемой транспортной работы по каждому способу тягового обслуживания.

### 7.1.5 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 том числе не связанные с перевозками. В данном плане определены 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 из себя 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 успех 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.

При разработке технического плана количественные показатели перевозок грузов выступают 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 из себя плановую документацию, регламентирующую значение среднесуточной потребности во флоте для осуществления перевозок.

Технический план разрабатывают 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 путевых 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 обуславливается 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 на начало планового периода, т тоннажа;

$\sum Q_{pn} t_n$  – пополнение флота в течение планового периода, тоннаже-сут.;

$\Sigma Q_{\text{пут}} t_y$  – 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 путевых 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 максимальный экономический эффект. Данная задача, в силу ее специфики, является многовариантной и решается с применением экономико-математических методов оптимального планирования [19]. По результатам ее решения разрабатывается отчетная плановая документация и конкретные мероприятия, обеспечивающие выполнение технического 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 7.1).

На рисунке 7.1 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,

$$G_{l_{\text{пер}}} = \frac{1}{24} \cdot \frac{t_x \overline{G}_{\text{сут}}}{2}, \quad (7.11)$$

где  $t_x$  – ходовое время, сут;

$\overline{G}_{\text{сут}}$  – среднесуточный грузооборот, т·км/сут, определяемый по формуле

$$\overline{G}_{\text{сут}} = \frac{G_{\text{расч}}}{t_{\text{расч}}} l_r, \quad (7.12)$$

где  $G_{\text{расч}}$  – расчетный размер грузопотока в плановом месяце, т;  
 $t_{\text{расч}}$  – расчетный рабочий период планового месяца, сут;  
 $l_r$  – средняя дальность перевозок грузов, км.



Рисунок 7.1 – Схема образования «переходящих остатков транспортной работы»

Помимо наличия «переходящих остатков транспортной работы» в плановый месяц «переходят» и затраты флота, который осваивает данный грузооборот. Это также накладывает специфику на процесс взаимоувязки составляющих элементов 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 с целью 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 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 (поименно), 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 плана 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 устанавливается 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 перевезенных 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.

Учет выполнения производственно-финансового плана осуществляет, как правило, командный состав судна на основе норм графика, диспетчерских распоряжений и иных документов. Результаты учета оформляются в виде месячного отчета о выполнении судового плана и отправляются в соответствующую службу или отдел судоходной компании, где эти результаты систематизируются по группам судов и анализируются.

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 и выражаться 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.

Для 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 из себя 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.

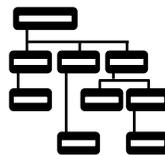
Выходные формы планов вышеперечисленных типов устанавливаются и разрабатываются судоходными компаниями с учетом специфики их работы.

---

## 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 другими).

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 обеспечивает 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 единичным 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 обладает 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 флотом и портов, в конкретных условиях их работы.

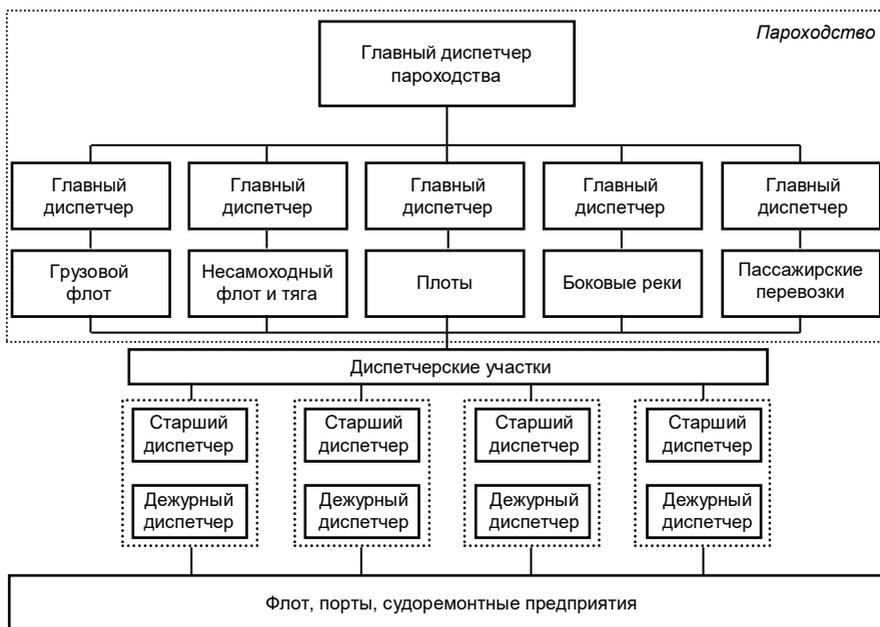


Рисунок 8.1 – Схема диспетчерского управления работой флота и портов

В своей оперативной работе диспетчерский аппарат работает с многочисленной документацией: правовой, плановой, нормативной и технической.

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.

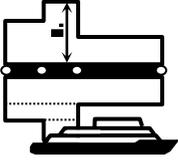
К плановой документации относятся планы всех уровней (навигационный, технические и оперативные), которыми диспетчер должен руководствоваться при выполнении возложенных на него функций.

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 значение 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, о его техническом состоянии, о характере выполняемой работы, об аварийных ситуациях и о прочих режимах работы судна.



---

# 9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ И ПАССАЖИРОВ

---

## 9.1 Особенности организации пассажирских перевозок

**П**ринципиальным 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 судоходная 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 его 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 стран-участников СНГ водный транспорт является единственным видом транспорта. В данном случае, помимо обеспечения сервиса, на водный транспорт возлагается и социальная функция. Кроме того, все большее значение в экономике, в том числе и Республики Беларусь, уделяется туристским и экскурсионно-прогулочным перевозкам, доля которых с каждым годом растет.

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.

Классификация транспортных пассажирских линий рассматривалась в подразд. 3.2.

Главной задачей организации пассажирских перевозок на водном транспорте 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 пассажирских потоков, характеристики участка водного пути и условий плавания по нему, наличие и характеристики пассажирского флота.

На рисунке 9.1 приведена дислокация пассажирских потоков на участке водного пути А–Д (как говорилось в подразд. 3.4, при планировании пассажирских перевозок принимается равенство размеров пассажиропотоков в прямом и обратном направлениях).

Все пассажирские потоки, представленные на

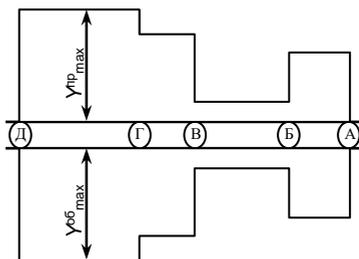


Рисунок 9.1 – Дислокация пассажиропотоков

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) пассажироместимость 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, не будет выбрана пассажиром, скорее всего он предпочтет другой вид транспорта с целью осуществления 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.

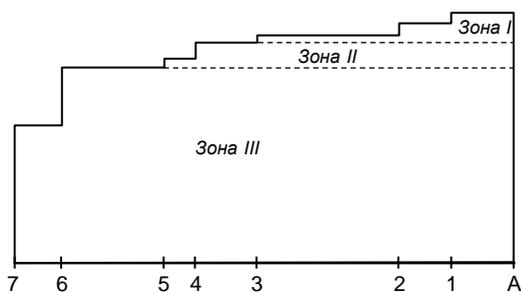


Рисунок 9.2 – Дислокация пассажирских потоков в пригородном сообщении

Для диаграммы пассажирских потоков в пригородном сообщении обычно имеет вид многоступенчатой фигуры (рисунок 9.2). 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 9.2, 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 третьей 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 судоходной компании, так как наиболее полно используется пассажироместимость судов на линиях в каждой зоне.

Еще одной из особенностей организации перевозок пассажиров водным транспортом является то, что 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 пассажиров, 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 вокзалах включает в себя комплекс мероприятий, направленных на предоставление наибольшего количества услуг пассажирам, пользующимся речным транспортом: предоставление широкой номенклатуры информации (о движении транспортных единиц, о работе вокзальных служб, о работе городских служб и 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 широкого комплекса платных услуг (организация питания, парикмахерских, ремонтных услуг, продажа сувениров, газет, журналов, обеспечение почтовых услуг и прочих).

С целью обеспечения той или иной заявки пассажира на обслуживание, причем с минимальными потерями его времени, требуется достаточное количество обслуживающих устройств. При этом

следует учитывать, что чрезмерно большое их количество негативно сказывается на экономической эффективности работы вокзала. Оптимальное количество обслуживающих устройств на вокзале может быть обосновано посредством математического аппарата теории массового обслуживания, но в первом приближении число обслуживающих устройств речного или морского вокзала может быть рассчитано следующим образом.

Количество стационарных касс для продажи билетов:

$$n_{\text{БК}} = \frac{\overline{Y}_{\text{ТР}}}{t_{\text{раб БК}} \Pi_{\text{БК}}}, \quad (9.1)$$

где  $\overline{Y}_{\text{ТР}}$  – среднесуточный пассажиропоток вокзала, пас./сут;

$t_{\text{раб БК}}$  – продолжительность работы касс в течение суток, ч;

$\Pi_{\text{БК}}$  – часовая норма продажи билетов одним кассиром, билетов/ч.

Число автоматов по продаже билетов в пригородном сообщении:

$$n_{\text{Б АВТ}} = \frac{Y_{\text{приг}}^{\text{max}}}{t_{\text{раб авт}} \Pi_{\text{авт}}}, \quad (9.2)$$

где  $Y_{\text{приг}}^{\text{max}}$  – максимальный пригородный пассажиропоток (с учетом суточной и часовой неравномерности), пас./сут;

$t_{\text{раб авт}}$  – продолжительность работы автоматов в течение суток, ч;

$\Pi_{\text{авт}}$  – часовая производительность автомата, билетов/ч.

Количество окон стационарной камеры хранения ручного багажа:

$$n_{\text{К ХР}} = \frac{Y_{\text{К ХР}}^{\text{max}}}{t_{\text{раб к хр}} \Pi_{\text{К ХР}}}, \quad (9.3)$$

где  $Y_{\text{К ХР}}^{\text{max}}$  – максимальное количество пассажиров, пользующихся камерой хранения (с учетом часовой и суточной неравномерности), пас./сут;

$t_{\text{раб авт}}$  – продолжительность работы автоматов в течение суток, ч/сут;

$\Pi_{\text{авт}}$  – часовая производительность автомата, билетов/ч.

Число автоматических камер хранения ручной клади:

$$n_{\text{К ХР АВТ}} = \frac{Y_{\text{К ХР АВТ}}^{\text{max}} t_{\text{ХР}}}{24}, \quad (9.4)$$

где  $Y_{\text{К ХР АВТ}}^{\text{max}}$  – среднесуточное количество пассажиров (с учетом часовой и суточной неравномерности), пользующихся автоматическими камерами хранения, пас./сут;

$t_{\text{ХР}}$  – средний срок хранения ручной клади, ч.

Особенности развития пассажирских перевозок на водном транспорте, наблюдаемые в настоящее время, определяют основное влияние организации привлечения пассажиров на проблему обеспечения их сервиса. Важнейшие составляющие такой организации – развитие рекламной деятельности, работа со сторонними организациями по повышению спроса на перевозки и услуги пассажирского транспорта.

## 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 транспортных средств.

К крупнотоннажным самоходным судам относятся суда, грузоподъемность которых выше средней по пароходству, 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 9.1 и 9.2.

**Таблица 9.1 – 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
Класс Речного Регистра		«О-пр»
Назначение		Перевозка генеральных, насыпных контейнерных грузов
Габаритные размеры, м	длина	73,80
	ширина	10,20
	высота	12,30

Окончание таблицы 9.1

Характеристика		Значение (тип)
Осадка, м	в груженом состоянии	1,87
	в порожнем состоянии	0,79
Регистрационная 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 9.2 – Технические характеристики баржи проекта 775Д

Наименование характеристики		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
Осадка, м	в груженом состоянии	1,87
	в порожнем состоянии	0,52
Регистрационная грузоподъемность, т		900
Размеры грузового бункера, м	длина	61,25
	ширина	7,30
	высота	1,90

Состав класса «О-пр» 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 [18]. Основной областью использования построенного состава являются перевозки экспортно-импортных грузов Республики Беларусь по днепровскому водному пути 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 составам 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 9.3).

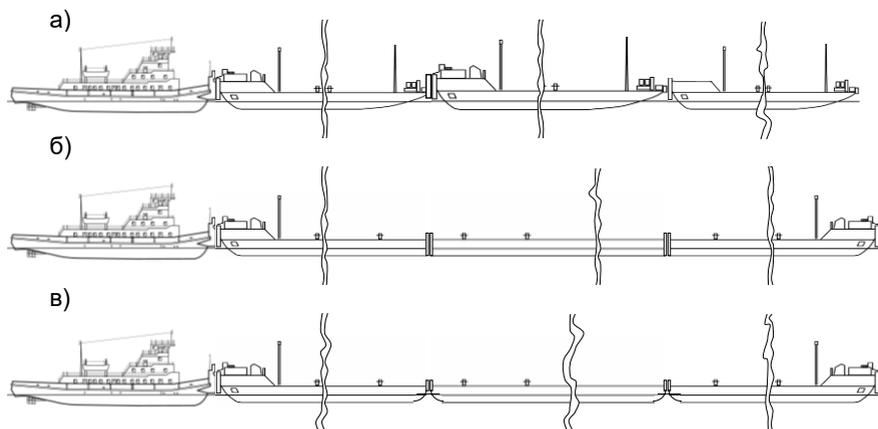


Рисунок 9.3 – Принципиальные схемы большегрузных составов:  
а – баржевые; б – секционные; в – полусекционные

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. 4.6); 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 кильватерных и бортовых устройств. Сопротивление воды движению секционного состава по сравнению с баржевым примерно на 10–25 % ниже, а скорость, соответственно, при использовании одного и того же толкача на 6–15 % выше. При этом такие составы лучше управляются, дешевле в строительстве и в

эксплуатации, а при одинаковых габаритах с баржевыми составами секционные имеют большую грузоподъемность, в среднем на 10–15 %.

Наряду с преимуществами, эксплуатация секционных составов имеет и недостатки, основные из которых: 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 % 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 груза, запланированного 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 пункте 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 (разд. 6). Однако, с другой

стороны, рост грузоподъемности состава неизбежно сопровождается увеличением его габаритных размеров и не может быть беспредельным. Основными

ог-

раничивающими 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**

Основной особенностью организации перевозок леса является возможность осуществления ее без использования грузового тоннажа – в плотах.

Плот представляет собой плавучее средство 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 имеют ряд недостатков, которые, несмотря на их низкую себестоимость, приводят к сокращению использования плотов в эксплуатационной практике.

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 сплочочных 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 сплочочных единиц, представляющих из себя группу бревен, располагающихся в определенном порядке и скрепленных вместе при помощи такелажа (см. рисунок 3.2). По форме сплочочные единицы разделяют на плоские, цилиндрические и сигарообразные. К плоским относятся сплочочные 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 9.4.

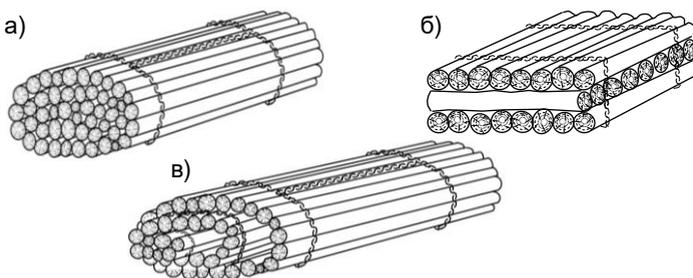


Рисунок 9.4 – Схематическое изображение форм сплочочных единиц:

а – цилиндрическая; б – плоская; в – сигарообразная

Наиболее распространенной формой сплочочных единиц является цилиндрическая форма, а вождение плотов из сигарообразных сплочочных единиц практикуется, в основном, на озерах и водохранилищах.

К сплочной единице предъявляются определенные требования: плавучесть, прочность, простота формирования, возможность осуществления работ по формированию сплочных единиц в воде и на берегу и некоторые другие.

Одним из важных недостатков плотовых перевозок являются значительные затраты на формирование сплочных единиц. В настоящее время в регионах, где данный вид перевозок распространен, данные работы автоматизированы. Технологический процесс их выполнения зависит от периода года. Летняя сплотка (процесс формирования сплочных единиц) осуществляется на специальных рейдах. Рейды оборудуются соответствующими механизмами и устройствами для производства работ по сортировке древесины и формированию ее в сплочные единицы (рисунок 9.5).

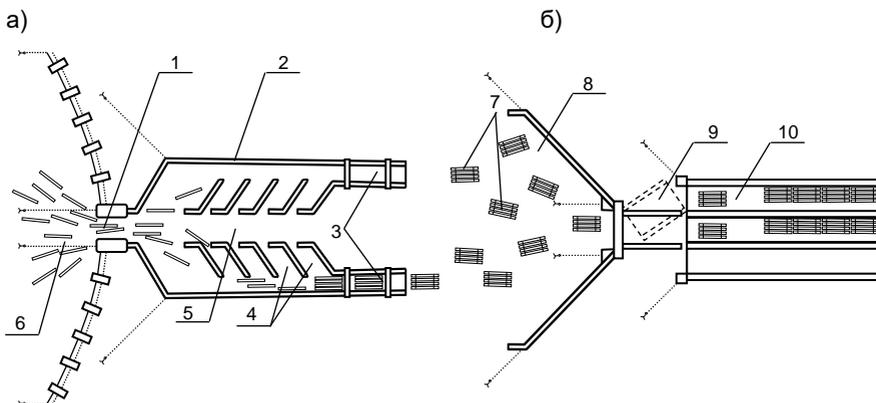


Рисунок 9.5 – Схемы рейдов автоматизированного формирования плотов:  
 а – сортировочная сетка веерного типа; б – сортировочная сетка коридорного типа

Процесс сплотки можно охарактеризовать следующим образом. Древесина, перемещаемая по воде из специальной области рейда, называемой за панью 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 сплочную машину 3, где окончательно формируются сплочные единицы.

Принцип работы сплочной машины (рисунок 9.6) состоит в следующем. Отсортированные бревна из дворников сортировочной сетки направляются в сплочный 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 сплочного коридора. Каждый мост снабжен вертикальными стойками 5 и 6. По мере заполнения сплочного коридора древесиной стойка 6, отведенная мостом 2 в переднюю часть коридора, опускается в рабочее

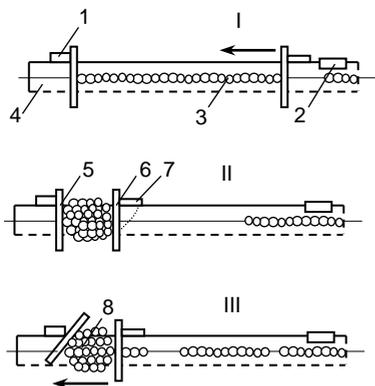


Рисунок 9.6 – Схема сплоточной машины

положение, и мост начинает двигаться вдоль сплоточного коридора, сжимая бревна в пучок (положение I и II). После обвязки пучка 8 стойка поднимается, пропуская готовую сплоточную единицу (положение III) к месту формирования плота. Во время выполнения последней операции сплоточный коридор заполняется следующей порцией древесины, подвижной мост с поднятой стойкой 6 возвращается в исходное положение, и цикл формирования пучка

повторяется.

Технология формирования плотов из сформированных сплоточных единиц определяется их типом, но основные работы выполняются, как правило, следующим образом. Сплоточные единицы 7 (см. рисунок 9.5) самосплавом поступают в формировочную сетку, которая представляет собой наплавное сооружение из бревен и состоит из входного приемника 8, сортировочной рамы 9 и дворишков 10. В дворишках 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. Секции по длине 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 для 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, времена отправления и прибытия плотов.

Плотовые потоки характеризуются теми же параметрами, что и судовые потоки, а для 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 межлетний 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 несамоходного флота и плотов.

Тяговую мощность, в первом приближении, можно установить из условия обеспечения управляемости плота при заданной скорости его движения

$$N_{\tau} = \frac{r_{\text{пл}} v_{\text{пл}}^3}{\eta_0}, \quad (9.5)$$

где  $r_{\text{пл}}$  – приведенное сопротивление воды движению плота,  $\text{кНс}^2/\text{м}^2$ ;

$v_{\text{пл}}$  – скорость движения плота,  $\text{м/с}$ ;

$\eta_0$  – пропульсивный КПД;

Техническая скорость движения плота может быть установлена по формуле, аналогичной формуле (5.9), применительно к движению вниз по течению реки:

$$U_{\text{пл}} = v_{\text{пл}} + w, \quad (9.6)$$

где  $w$  – приращения скорости движения плота, км/сут.

Скорость плота относительно воды определяется по формуле

$$v_{\text{пл}} = \sqrt{\frac{F_{\text{шв}}}{k_{\text{дв}} r_{\text{пл}}}}, \quad (9.7)$$

где  $F_{\text{шв}}$  – сила тяги буксировщика на швартовых, кН;

$k_{\text{дв}}$  – коэффициент влияния на сопротивление движению плота воды, отбрасываемой движителями буксировщика.

При организации проводки плотов требуется учитывать специфику пропуска плотов через судоходные шлюзы и лимитирующие участки. Из-за 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 бы позволили 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 определенных 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). В Республике Беларусь в настоящее время отсутствует нефтеналивной флот, поэтому перевозку нефтепродуктов могут организовывать только в затаренном виде либо в контейнерах-цистернах.

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 светлорыжевого 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. Это свойство негативно сказывается на процессе транспортировки, так как при скоплении 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, способствует коррозии корпуса судов, что особенно опасно при попадании остатков груза в подпалубное пространство.

В промышленности сырая нефть непосредственно не применяется, а используется как сырье, поэтому и доставляется средствами водного транспорта к местам потребления.

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, например, для ускорения выгрузки мазута осуществляют его подогрев.

По своему составу моторное топливо схоже с составом мазута, только обладает меньшей вязкостью. 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, общими требованиями 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 особенности производства погрузочно-разгрузочных работ (используя насосные установки), необходимость подогрева нефтепродуктов, выполнение противопожарных и санитарно-бытовых мероприятий, обеспечение 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 зачистой, системы подогрева нефтегруза, системы газоотвода и орошения, противопожарной системы.

Специфические особенности нефтегрузов и флота, в которых они перевозятся, оказывают влияние на все вопросы организации перевозочного процесса и оптимального планирования перевозками.

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 тоннажем.

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 9.3).

**Таблица 9.3 – 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"	То же	200
ОАО "Бельское речное пароходство"	"	190
ОАО "Вятское речное пароходство"	"	185
Группа компаний "Азово-Донское пароходство"	"	230
	Река-море	270
ОАО "Кубанское речное пароходство"	Внутренние водные пути	275
ОАО "Северное речное пароходство"	То же	174
ООО "Сухонская судоходная компания"	"	195
ОАО "Печорское речное пароходство"	"	146
ОАО "Западное пароходство"	"	230
	Река-море	270
ОАО "Иртышское пароходство"	Внутренние водные пути	177
	Обь-Тазовская губа	96
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
	То же	173
ОАО "Амурское речное пароходство"	Река-море	250
	Внутренние водные пути	219
РТУП «Белорусское речное пароходство»	Внутренние водные пути	219
АД «Болгарское речное пароходство»	То же	224

## Окончание таблицы 9.3

Судоходная компания	Регион судоходства	Средняя продолжительность физической навигации
Судоходное общество «ДДСГ-Карго ГмбХ» (Австрия)	Внутренние водные пути	226
АК «Дунавски Ллойд-Сисак» (Хорватия)	То же	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, поэтому продление навигационного периода является одним из мероприятий, повышающим 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 используются 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 таким расходам относятся расходы, связанные с приобретением и эксплуатацией физических средств продления навигации (ледоколов, ледокольных насадок и прочих), с 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 так далее.

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, создание 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 из-за 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 трасс 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 другие.

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 %.

## 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 следующие:

- 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 стропконтейнеров, 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; 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; 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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
	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
	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 двухстворные 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

грузоподъемностью 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 перевалок и вскрытия грузовой единицы.

Перевозка грузов в контейнерах помимо преимуществ имеет и некоторые недостатки, которые следует учитывать при обосновании схем их использования: значительная собственная масса контейнеров (до 20–25 % массы брутто); высокая стоимость контейнеров; необходимость возвращения порожних контейнеров; неполное использование грузоподъемности 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 (см. рисунок 3.3).

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, 1200 x 1000, 1600 x 1200 и 1800 x 1200 мм.

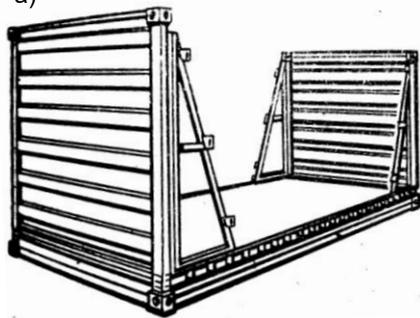
Перевозка грузов на плоских поддонах имеет и недостатки, основные из которых следующие:

– 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 вместимости складов используются не полностью;

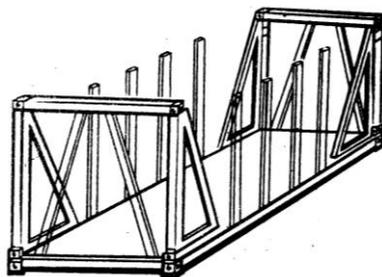
– большая часть штучных грузов, уложенных на поддоны, не может перевозиться в открытом подвижном составе вследствие их физико-химических свойств и требует закрытого хранения в портах;

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 торцевыми опорными стенками, со съёмными стойками, с бортами и откидной торцевой стенкой и несъёмными стенками в виде ящичного поддона и другие (рисунок 9.7).

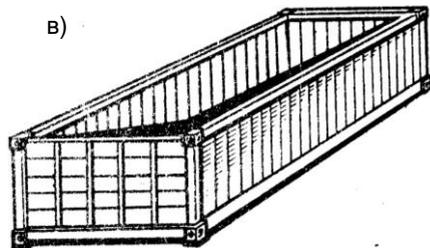
а)



б)



в)



г)

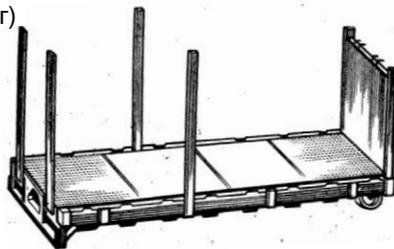


Рисунок 9.7 – Схемы флетов:

а – с торцевыми опорными стенками; б – со съёмными стойками;

в – с несъёмными в виде ящичного поддона;

г – со съёмными 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: формируются одинаковой массы и размеров, полнее используются грузоподъемность судна и вместимость складов, возврат пакетирующих средств по сравнению с поддонами значительно упрощается.

Весомую долю пакетных перевозок водным транспортом занимают перевозки лесных грузов: круглого леса, пиломатериалов и прочих видов продукции лесной промышленности (фанера, столбы, клепка, щепка, тарная доска и т. д.).

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 эксплуатационной работы контейнерных и пакетных перевозок грузов предопределяет актуальность решения таких вопросов организации перевозочного процесса, как распределение этих перевозок по видам флота, обоснование схемы линий, расстановка судов и составов по участкам работы, формирование требования для новых типов судов и др.

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.

Учитывая, что 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, транспортных организаций, операторов перевозок и экспедиторов, транспортно-логистических центров).

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Автономность плавания** 53
- Баржа** 41
- Буксировка состава** 61
- Буксировщик** 39
- Буксир-толкач** 39
- Бьеф** 22
- Валовая производительность** 135
- Вахтенный план** 164
- Водный путь** 16
- – внешний 19
  - – внутренний 19
  - – естественный 19
  - – искусственный 19
- Водоизмещение** 43
- в порожнем состоянии 43
  - полное 43
- Высота борта судна** 45
- Габариты судового хода** 21
- Главная река** 16
- График движения и обработки флота** 75
- Грузовая линия** 80
- Грузовместимость** 47
- удельная 48
- Грузовое кольцо** 82
- план судна 118
  - поток 63
- Грузооборот** 63
- Грузоподъемность**
- регистрационная 47
  - удельная 48
  - эксплуатационная 47
- Грузопоток** 63
- Двигатель** 14
- колесный 14
  - винтовой 14
  - водометный 14
  - крыльчатый 14
  - парусный 14
- Декадный план** 160
- Диаграмма календарного распределения перевозок** 63
- круговая 69
  - секторная 69
- Дизель-электроход** 14
- Дислокация грузопотоков** 66
- Диспетчерский аппарат** 166
- Длина судна габаритная** 45
- – конструктивная 45
- Документация нормативная** 169
- плановая 168
  - правовая 168
  - техническая 169
- Долина речная** 17
- Дорога внутрипортовая** 36
- подъездная 35
- Доставка** 59
- Доходная ставка** 143
- Доходы от перевозок** 142
- Задачи диспетчерского аппарата** 166
- Запань** 181
- Здание административно-хозяйственное** 36
- подсобно-вспомогательное 36
- Знак береговой** 21
- плавучий 21
- Интервал отправления флота** 85
- Исток** 17
- Камера гашения энергии** 23
- Картограмма перевозок** 69
- Комплекс путевых работ** 21
- Король шлюза** 23
- Корреспонденция грузопотоков (пассажиropотоков)** 65
- Козфициент груженого пробега** 133
- использования времени на ход с грузом 135
  - – грузоподъемности 133
  - неравномерности перевозок 64

- Коэффициент полноты ватерлинии 46  
– – вертикальной 46  
– – корпуса 46  
– – мидель-шпангоута 46  
– – продольной 46  
– порожнего пробега 133  
Круговой рейс 74
- Лед губчатый** 18  
**Ледокол** 190  
**Линия грузовая** 80  
– пассажирская 170  
– транспортная 171  
– туристская 171  
– экскурсионно-прогулочная 171
- Масса перевозимых грузов** 63  
**Машина без тягового органа** 31  
– вспомогательная 33  
– непрерывного действия 31  
– основная 32  
– периодического действия 30  
– с тяговым органом 31  
**Межень** 17  
**Метод нормирования аналитический** 111  
– – натуральных наблюдений 111  
– – опытно-статистический 111
- Навигационный план** 148  
**Нагрузка по отправлению** 132  
– по пробегу 132  
**Норма дифференцированная** 125  
– укрупненная 125
- Оперативное планирование работы флота** 165  
– регулирование работой флота 165  
**Оперативный анализ** 166  
– контроль 165  
– план работы флота 160  
– учет 166  
**Операция грузовая** 73  
– техническая 73  
– технологическая 73  
– ходовая 73
- Организация движения флота** 78  
– перевозок 78  
– перевозочного процесса 78  
**Осадка судна** 44  
**Остановочный пункт** 24
- Пароход** 14  
**Пассажировместимость** 47  
– удельная 48  
**Пассажирооборот** 63  
**Пассажирский поток (пассажирипоток)** 63  
**Перевозка внутригородская** 62  
– грузовая 60  
– местная 62  
– пассажирская 60  
– пригородная 62  
– скорая 62  
– скоростная 62  
– транзитная 62  
– экспрессная 62  
**Период графика** 96  
– отправления 84  
– эксплуатационный 84  
**План освоения грузопотоков** 149  
– портового обслуживания 153  
– тягового обслуживания 154  
– эксплуатационной деятельности 156  
**Плоскость диаметральной** 44  
– конструктивной ватерлинии 44  
– мидель-шпангоута 44  
– основная 44  
**Плот** 60  
**Поверхностный бассейн реки** 16  
**Пойма** 17  
**Половодье** 17  
**Полусекция** 178  
**Порог шлюза** 23  
**Порт** 24  
– водохранилищный 27  
– военный 25  
– временный 26  
– затонный (ковшовый) 26  
– лагунный 26

- Порт морской 26
  - островной 26
  - постоянный 26
  - промысловый 25
  - русловой 26
  - транспортный 25
  - устьевой 26
- Портовая акватория 27
  - набережная 27
  - – вертикальная 29
  - – двухъярусная 29
  - – откосная 29
  - – полувертикальная 29
  - – полуоткосная 29
  - территория 27
  - устройство 26
  - – берегоукрепительное 30
  - – гидротехническое 27
  - – оградительное 30
  - – отбойное 30
  - – перегрузочное 30
  - – складское 33
  - – транспортное 36
- Портовая операция 24
  - грузовая 25
  - коммерческая 25
  - пассажирская 25
  - техническая 25
- Потребность во флоте 86
- Пристань 24
- Приток 16
- Причальное сооружение 27
- Провозная способность флота 94
- Производительность машины 104
  - – техническая 105
  - – эксплуатационная 104
- труда 145
- Производственно-финансовый план работы судна 162
- Пропускная способность 94
  - – водного пути 94
  - – грузового причала 104
  - – порта 104
  - – склада 108
- – шлюза 99
- Путь внутрипортовый 35
  - маневровый 35
  - перегрузочный 35
  - подъездной 35
  - ходовой 34
- Размерения корпуса 45**
  - – габаритные 45
  - – главные 44
  - – конструктивные 45
  - – расчетные 45
- Расписание движения флота 84
- Рейд 27
  - навигационный 27
  - оперативный 27
  - перегрузочный 27
  - причальный 27
  - сортировочный 27
- Рейс 73
- Рейсовый план 163
- Река 16
- Рентабельность 143
- Речная система 17
- Русло 17
- Ручей 16
- Сало ледовое 18**
- Себестоимость 140
  - перевозок 140
  - продукции 140
- Секция 177
- Сила тяги (толкания) 50
  - абсолютная 50
  - приведенная 51
- Склад 33
  - базисный 35
  - закрытый 33
  - материально-технического снабжения 33
  - навесной 34
  - оперативный 34
  - открытый 34
  - силосный 34
  - специализированный 33

- Склад транзитный 35  
– универсальный 33  
– шатровый 33  
Скоростная характеристика судна 49  
Скорость судна 49  
– – в груженом состоянии 49  
– – в порожнем состоянии 49  
– – расчетная 119  
– – техническая 119  
Сопrotивление воды движению судна 50  
Состав баржевый 177  
– буксируемый 39  
– толкаемый 39  
– полусекционный 177  
– секционный 177  
Составопоток 84  
Сплотка 181  
Способ тягового обслуживания 89  
– – – с закреплением тяги за тоннажем на отдельные рейсы 89  
– – – с постоянным закреплением тяги за тоннажем 89  
Средний оборот тоннажа 134  
– пробег за оборот 135  
– густота перевозок 64  
– дальность перевозок 64  
– – поездки пассажира 136  
Стоимость судна 53  
– – балансовая 54  
– – строительная 53  
– – удельная 53  
Судно 7  
– буксирное 39  
– водоизмещающее 12  
– вспомогательное 11  
– глиссирующее 12  
– грузовое 40  
– на воздушной подушке 13  
– на подводных крыльях 13  
– наливное 11  
– самоходное 11  
– пассажирское 42  
– рефрижераторное 41  
– самоходное 11  
– специализированное 11  
– сухогрузное 11  
– техническое 11  
– транспортное 11  
– универсальное 11  
Судовой ход 21  
Судопоток 84  
Судоремонтное предприятие 7  
Судходная обстановка 21  
– – неосвещаемая 22  
– – освещаемая 21  
– – светоотражающая 22  
Судходные пути 32  
Судо-часовая норма 123  
Суточный план 161  
Таблица грузопотоков 66  
Тариф речного транспорта 143  
Теоретический чертеж корпуса судна 44  
Техническая норма 109  
– – загрузки судна 113  
– – продолжительности движения судна 118  
– – – технических операций 125  
– – – технологических операций 125  
– – разгрузки судна 124  
– – скорости судна 119  
– средства управления судходством 7  
– план работы флота 157  
– нормирование 109  
Технологический процесс работы судна 73  
Течение 17  
– циркуляционное 17  
Толкание состава 61  
Транспортный пакет 193  
Турбоход 14  
Тяговая характеристика судна 50  
– обслуживания тоннажа 89  
– коэффициент полезного действия 51

Удельный погрузочный объем  
груза 113  
Устье 16

**Ф**изическая навигация 187  
Флот 194  
Форма организации движения  
флота 79  
----- линейная 79  
----- рейсовая 79  
– счала состава 93  
Функции диспетчерского  
аппарата 186

**Ч**астота отправления флота 85  
Численность перевезенных  
пассажигов 63  
– экипажа 56

**Ш**ирина судна 44  
-- габаритная 45  
-- конструктивная 45  
Шуга ледовая 18

**Э**ксплуатационные расходы по  
содержанию судна 55

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Берлин, Н. П.** Погрузочно-разгрузочные, транспортирующие и вспомогательные машины и устройства / Н. П. Берлин. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 326 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.** Речной транспорт Оби / В. П. Зачесов, И. А. Рагулин. – Новосибирск : Советская Сибирь, 1997. – 312 с.

7 **Зачесов, В. П.** Технология и организация перевозок на речном транспорте / В. П. Зачесов, В. Г. Филоненко. – Новосибирск : Сибирское соглашение, 2005. – 400 с.

8 **Ирхин, А. П.** Управление флотом и портами / А. П. Ирхин, В. С. Суворов, В. К. Щепетов. – М. : Транспорт, 1986. – 392 с.

9 **Казаков, А. П.** Технология и организация перегрузочных работ на речном транспорте / А. П. Казаков. – М. : Транспорт, 1984. – 416 с.

10 **Казаков, Н. Н.** Техническая эксплуатация объектов водного транспорта / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 208 с.

11 **Казаков, Н. Н.** Техническая эксплуатация объектов водного транспорта и управление качеством / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 40 с.

12 **Казаков, Н. Н.** Техническое нормирование и анализ показателей работы транспортного флота / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 106 с.

13 **Малышкин, А. Г.** Организация и планирование работы речного флота / А. Г. Малышкин. – М. : Транспорт, 1985. – 215 с.

14 **Малышкин, А. Г.** Технология и организация нефтеперевозок на речном транспорте / А. Г. Малышкин, Н. П. Морозов. – М. : Транспорт, 1981. – 208 с.

15 Организация работы флота и портов / под ред. А. П. Ирхина. – М. : Транспорт, 1993. – 344 с.

16 **Пищик, Ф. П.** Организация пропуска судов и составов через судоходный шлюз / Ф. П. Пищик. – Гомель : БелГУТ, 2003. – 20 с.

17 **Подкопаев, В. А.** Водные транспортные пути / В. А. Подкопаев. –

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гомель : БелГУТ, 2004. – 163 с.

18 Программа развития внутреннего водного и морского транспорта Республики Беларусь до 2010 года. – Минск, 2002. – 78 с.

19 **Пьяных, С. М.** Экономика-математические методы оптимального планирования работы речного транспорта / С. М. Пьяных. – М. : Транспорт, 1988. – 153 с.

20 Справочник по серийным судам, эксплуатируемым в организациях внутреннего водного транспорта Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. – Гомель, 2004. – 48 с.

21 Справочник эксплуатационника речного транспорта / под ред. С. М. Пьяных. – М. : Транспорт, 1995. – 360 с.

22 **Трихунков, М. Ф.** Транспортное производство в условиях рынка: качество и эффективность / М. Ф. Трихунков. – М. : Транспорт, 1993. – 225 с.

23 **Уртминцев, Ю. Н.** Организация работы речного флота в условиях рынка: проблемы методологии / Ю. Н. Уртминцев. – Н. Новгород : ВГАВТ, 2003. – 252 с.

24 **Шатило, С. Н.** Основы теории и устройство судов внутреннего плавания / С. Н. Шатило. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 261 с.

25 **Штенцель, В. К.** Порты и портовые сооружения / В. К. Штенцель, М. А. Соколов. – М. : Транспорт, 1977. – 336 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

### Учебная программа по дисциплине «Технология и организация перевозочного процесса»

#### 1 Цель и задачи дисциплины

##### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины – формирование у студента целостного представления о технологии перевозочного процесса на водном транспорте, получение знаний о методах организации работы флота и портов, о системе планирования эксплуатационной деятельности подразделений водного транспорта на основе достижений науки, техники и передового опыта. Знание способов и методов организации перевозочного процесса в зависимости от условий, в которых он протекает, позволит изучавшему дисциплину специалисту принимать обоснованные решения в области экономики водного транспорта.

Объект изучения дисциплины – материально-техническая база водного транспорта.

Предмет изучения дисциплины – система организации перевозочного процесса на водном транспорте.

##### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- характеристики флота;
- методы технического нормирования элементов транспортного процесса;
- экономические и эксплуатационные показатели, их взаимосвязь и взаимозависимость от различных условий работы водного транспорта;

– методы организации и планирования работы флота;

– особенности организации перевозок пассажиров и различных грузов;

– методы определения и корректировки технических норм;

уметь:

– осуществлять техническое нормирование операций перевозочного процесса;

– рассчитывать эксплуатационно-экономические показатели работы флота;

– составлять оперативные и перспективные задачи в области эксплуатации флота, определять пути и методы их решения;

– осуществлять текущее и оперативное планирование работы флота во взаимодействии с работой портов и смежных видов транспорта;

– определять рациональные границы использования судов разных типов в зависимости от региона и времени работы флота;

## **2 Содержание дисциплины**

### **2.1 Лекции**

Технология работы транспортного флота. Основы организации и планирования работы флота и портов. Показатели перевозок грузов и пассажиров. Транспортный процесс. Технологические процессы работы транспортных судов. Организация перевозок и движения флота. Понятие и характеристики грузопотоков, сочетание их по направлениям, периодам предъявления грузов и родам грузов. Рациональные схемы грузопотоков. Формы организации движения транспортного флота. Классификация и характеристики грузовых линий.

Техническое нормирование работы транспортного флота и технических средств портов. Содержание и состав технических норм. Нормирование загрузки флота. Нормирование скорости и ходового времени судов и составов. Нормирование времени обработки судов в портах: грузовой обработки, технических и технологических операций.

Эксплуатационно-экономические показатели работы транспортного флота. Система эксплуатационных показателей. Расчет эксплуатационных показателей: нагрузки, скорости, времени, производительности. Экономические показатели работы флота.

### **2.2 Лабораторная работа**

Пропуск судов и составов через судоходный шлюз.

Организация движения и обработки флота.

### **2.3 Практическая работа**

Расчет показателей грузовых перевозок на водном транспорте.

Факторный анализ эксплуатационно-экономических показателей работы транспортного флота.

### **2.4 Самостоятельная управляемая работа студентов**

Планирование работы флота. Текущее и перспективное планирование. Навигационное планирование. Понятие о графике движения флота.

Производственно-финансовые планы транспортных судов. Содержание и показатели производственно-финансового плана. Рейсовое и вахтенное планирование работы судового экипажа.

Оперативное планирование и регулирование работы флота и портов. Назначение и содержание месячного технического плана и его увязка с навигационным планом.

Содержание и задачи диспетчерского управления. Организация работы диспетчерского аппарата. Значение и содержание календарного планирования транспортного процесса. Состав и взаимосвязь декадных и сменно-суточных диспетчерских планов.

### **2.5 Курсовой проект**

В курсовом проекте на тему «Организация перевозок и движения флота на участке водного пути», на основании исходных данных, требуется

выбрать вид и тип подвижного состава, соответствующего роду предъявленного к перевозке груза и региону плавания, сформировать грузовые кольца, разработать варианты схем графика движения флота, варианты расстановки флота по участкам работы и рассчитать эксплуатационно-экономические показатели.

Объем проекта: 1 чертеж (график движения флота) и пояснительная записка на 30–40 страницах.

### **3 Учебно-методические материалы по дисциплине**

#### **3.1 Список литературы**

**Берлин, Н. П.** Погрузочно-разгрузочные, транспортирующие и вспомогательные машины и устройства / Н. П. Берлин. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 326 с.

**Головнич, А. К.** Речные порты / А. К. Головнич. – Гомель : БелГУТ, 1997. – 101 с.

**Горюнов, Б. Ф.** Морские порты / Б. Ф. Горюнов, Ф. М. Шихнев, П. С. Никеров. – М. : Транспорт, 1979. – 368 с.

**Ерофеев, Н. И.** Технические средства комплексной механизации перегрузочных работ на морском транспорте / Н. И. Ерофеев. – М. : Транспорт, 1967. – 286 с.

**Захаров, В. Н.** Организация работы речного флота / В. Н. Захаров, В. П. Зачесов, А. Г. Малышкин. – М. : Транспорт, 1994. – 287 с.

**Зачесов, В. П.** Речной транспорт Оби / В. П. Зачесов, И. А. Рагулин. – Новосибирск : Советская Сибирь, 1997. – 312 с.

**Зачесов, В. П.** Технология и организация перевозок на речном транспорте / В. П. Зачесов, В. Г. Филоненко. – Новосибирск : Сибирское соглашение, 2005. – 400 с.

**Ирхин, А. П.** Управление флотом и портами / А. П. Ирхин, В. С. Суворов, В. К. Щепетов. – М. : Транспорт, 1986. – 392 с.

**Казаков, А. П.** Технология и организация перегрузочных работ на речном транспорте / А. П. Казаков. – М. : Транспорт, 1984. – 416 с.

**Казаков, Н. Н.** Техническая эксплуатация объектов водного транспорта / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 208 с.

**Казаков, Н. Н.** Техническая эксплуатация объектов водного транспорта и управление качеством / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 40 с.

**Казаков, Н. Н.** Техническое нормирование и анализ показателей работы транспортного флота / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 106 с.

**Малышкин, А. Г.** Организация и планирование работы речного флота / А. Г. Малышкин. – М. : Транспорт, 1985. – 215 с.

**Малышкин, А. Г.** Технология и организация нефтеперевозок на речном транспорте / А. Г. Малышкин, Н. П. Морозов. – М. : Транспорт, 1981. – 208 с.

Организация работы флота и портов / под ред. А. П. Ирхина. – М. : Транспорт, 1993. – 344 с.

**Пищик, Ф. П.** Организация пропуска судов и составов через судоходный шлюз / Ф. П. Пищик. – Гомель : БелГУТ, 2003. – 20 с.

**Подкопаев, В. А.** Водные транспортные пути / В. А. Подкопаев. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 163 с.

Программа развития внутреннего водного и морского транспорта Республики Беларусь до 2010 года. – Минск, 2002. – 78 с.

**Пьяных, С. М.** Экономико-математические методы оптимального планирования работы речного транспорта / С. М. Пьяных. – М. : Транспорт, 1988. – 153 с.

Справочник по серийным судам, эксплуатируемым в организациях внутреннего водного транспорта Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. – Гомель, 2004. – 48 с.

Справочник эксплуатационника речного транспорта / под ред. С. М. Пьяных. – М. : Транспорт, 1995. – 360 с.

**Трихунков, М. Ф.** Транспортное производство в условиях рынка: качество и эффективность / М. Ф. Трихунков. – М. : Транспорт, 1993. – 225 с.

**Уртминцев, Ю. Н.** Организация работы речного флота в условиях рынка: проблемы методологии / Ю. Н. Уртминцев. – Н. Новгород : ВГАВТ, 2003. – 252 с.

**Шатило, С. Н.** Основы теории и устройство судов внутреннего плавания / С. Н. Шатило. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 261 с.

**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**  
Учебное пособие

Редактор *М. П. Дежко*  
Технический редактор *В. Н. Кучерова*  
Корректор *Т. М. Ризевская*

Подписано в печать 04.10.2009 г. Формат 60 × 84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 12,09 Уч.-изд. л. 12,70. Тираж 200 экз.  
Зак. №                      Изд. № 56

Издатель и полиграфическое исполнение  
Белорусский государственный университет транспорта:  
ЛИ № 02330/0552508 от 09.07.2009 г.  
ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009 г.  
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.