УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОЛГО-ДОНСКОЙ МАГИСТРАЛИ

Материалы к проекту 1927—28 года

656.6
3-43

627.9
3.437

ВЫПУСК IV

Инж. В. В. ЗВОНКОВ

7675

ОРГАНИЗАЦИЯ СУДОХОДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

РАСЧЕТЫ

32795
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ
18733
10601

БИБЛИОТЕКА
Новосибирского института
инженеров водного транспорта

ТРАНСПЕЧАТЬ НКПС
МОСКВА 1929

5-я тип. Транспечати НКПС
Москва, Каланчевская улица,
Каланчевский тупик, дом № 3/5.
Главлит № А 38783. Тир. 1500.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Стр.

Предисловие 5

От автора 7

Основные задачи проекта „Организации судоходного предприятия" . 9

Глава I. **Эксплоатационно-экономические условия плавания** . . . 11

Общие замечания. Продолжительность навигации. Глубина, ширина реки и габариты судов. Скорость течения реки. Эксплоатационные расходы по содержанию судов. Определение размера движения. Технические возможности комбинирования встречных потоков груза.

Глава II. **Определение экономической скорости хода буксирного воза** 29

Практические скорости хода. Аналитический метод нахождения экономических скоростей хода буксирного воза. Экономическая скорость при буксировке нескольких барж. Влияние цены перевозимого товара на скорость хода судов.

Глава III. **Определение наивыгоднейшей грузоподъемности несамоходных судов** 41

Влияние норм грузовых работ и простойности баржи на ее грузоподъемность. Наивыгоднейшая грузоподъемность барж при буксировке нескольких барж. Влияние партионности груза на величину грузоподъемности судна. Определение наивыгоднейшего габарита шлюза.

Глава IV. **Выбор габарита несамоходных судов** 55

Основные технические задания на постройку несамоходной баржи.

Глава V. **Определение буксироспособности паротеплоходов** 61

Неравномерно-ускоренное движение. Равномерно-установившееся движение. Сопротивление движению барж. Сопротивление корпуса буксира. Сопротивление судов при движении в мелководных плесах и каналах. Влияние уклона реки на сопротивление судов. Формулы мощности машины и буксироспособности пароходов. Сопротивление при буксировании нескольких барж. Номограмма буксироспособности паротеплохода.

Стр.

Глава VI. **Определение габарита паротеплоходов** 90

Габарит буксирного паротеплохода. Габарит, мощность и грузоподъемность товаро-пассажирских паротеплоходов. Номенклатура основных заданий на постройку буксирных и товаро-пассажирских паротеплоходов.

Глава VII. **Расчет потребного количества флота** 105

Расчет количества буксирного паротеплового и несамоходного флота. Количество линий и судов для грузов большой скорости.

Глава VIII. **Графики движения судов** 117

Глава IX. **Себестоимость перевозок** 122

Себестоимость перевозок для буксирного движения. Себестоимость перевозок для товаро-пассажирского движения. Расчет себестоимости перевозки леса в плотах. Себестоимость эксплоатации пути.

Глава X. **Фрахты и фрахтовая политика** 134

Общие замечания. Характеристика речных фрахтов в дореволюционное время. Хлебные фрахты. Солевые фрахты. Фрахты на чугун и железо не в деле. Нефтяные фрахты. Лесные фрахты. Современные тарифы малой скорости. Сравнение систем построения довоенных фрахтов и современных тарифов. Проектирование новых фрахтов для судоходного предприятия. Дополнительный сбор за путь. Сравнение проектируемых фрахтов с волжскими довоенными и современными. Пассажирские и грузовые тарифы большой скорости.

Глава XI. **Организационная схема управления предприятием** . . . 177

ПРЕДИСЛОВИЕ

Одним из основных вопросов проекта Волго-Донской магистрали являлось установление себестоимостей перевозок и фрахтов, обеспечивающих ежегодное покрытие расходов по эксплоатации флота, содержанию в порядке пути, по амортизационным отчислениям, а также по покрытию процентов на капитал, вложенный в строительство магистрали и во флот, обслуживающий ее грузооборот. Применение ныне существующих волжских фрахтов явилось бы неправильным, ибо улучшение судоходных глубин на Волге от Нижнего-Новгорода до Астрахани, введение нового среднего пробега, в связи с удлинением волжского пути до Ростова, резкие изменения в строении грузовых потоков Волги, вносимые появлением угля, металла и других грузов Донбасса и Урала, а также ряд улучшений, связанных с введением новых судов, должны оказать значительное влияние на снижение ныне существующих фрахтов и их иное распределение по расстояниям.

Для выявления и возможного учета указанных изменений был предпринят ряд исследований, выполненных по поручению Волго-Донского строительства и посвященных расчетам по организации судоходного предприятия на проектируемой водной магистрали.

В этих исследованиях В. В. Звонковым были установлены эксплоатационные характеристики Волго-Донского судоходного предприятия и разрешены вопросы, касающиеся определения экономической скорости хода судов, наивыгоднейших габаритов судов, их грузоподъемности и мощности, расчетов себестоимости перевозок и фрахтов, а также выработана схема движения судов по Волго-Донскому пути.

Выполненная В. В. Звонковым работа составила один из отделов экономической части Волго-Донского проекта 1927/28 года, выполнявшейся под общим руководством В. А. Семенцова при консультации Л. Л. Никитина.

Данная работа имеет совершенно особое значение вследствие того, что ее автор, В. В. Звонков, при подробном анализе наивыгоднейших себестоимостей водных перевозок для частного случая производства их на Волго-Донской магистрали, применил ряд аналитических методов, представляющих значительный методологический и практический интерес как для проектировки новых водных путей, так и для текущей эксплоатационной деятельности судоходных предприятий.

На эту сторону работы В. В. Звонкова указал председатель Правительственной экспертизы проф. П. С. Осадчий в своей статье: „Наука в плановой работе социалистического строительства“ (журнал „Научное слово“ № 1 1928 г.). Ряд исследовательских и экспертных организаций, подвергавших подробному рассмотрению и изучению вопрос о фрахтах будущего Волго-Донского водного пути, также неоднократно отмечали научную ценность произведенного исследования и рекомендовали настоящий труд к опубликованию в печати.

В целях большего выявления общей схемы расчета и придания более широкого значения работа В. В. Звонкова печатается в несколько измененном и сокращенном виде, уделяя вопросам Волго-Донского пути внимание лишь в меру необходимости иллюстрации применения общего метода на частном примере.

Надлежит отметить, что из цикла общих вопросов судоходного предприятия в работе В. В. Звонкова в меньшей мере получили свое освещение и разрешение задачи погрузки и выгрузки отдельных категорий массовых грузов. Указанные вопросы организации перевалки подверглись Волго-Донским строительством дополнительной проработке, освещаемой другими частями проекта, полностью подготовляемого в настоящее время к выпуску в печати.

Управление строительства
Волго-Донской магистрали.

Март 1929 г

ОТ АВТОРА

„Расчеты по организации судоходного предприятия“, являясь частью проекта строительства Волго-Донской магистрали, имеют целью определение эксплоатационных характеристик будущего Волго-Донского судоходного предприятия. При разрешении этой задачи автор стремился выработать такие общие методы математического ее решения, которые дали бы возможность применения их при проектировании других гидротехнических сооружений, а также в некоторых случаях существующей эксплоатации речного флота.

Общая трудность решения эксплоатационных задач аналитическим путем в данном случае усугублялась отсутствием в литературе и в практике ряда готовых методов расчета и норм для них; следствием указанного, не претендуя на исчерпывающую полноту, пришлось изложить не только окончательные решения но также доказательства самих методов расчета.

Данные в экономической части работы: размеры движения, расценка труда, строительная стоимость судов и т. д., получены нами, как задание, от Управления строительства Волго-Донской магистрали.

Считаем долгом выразить нашу благодарность Управлению Волго-Донского строительства, давшего возможность для постановки, проработки и осуществления мер к опубликованию нашего труда.

В части расчетов фрахтов значительную помощь оказал экономист Н. Н. Павлов, которого весьма благодарим за понесенный труд.

В. В. Звонков.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ СУДОХОДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.

Всякому проекту гидротехнического сооружения или проекту типового судна при рациональной организации дела должны предшествовать доказательства, обосновывающие эксплоатационно-экономическую целесообразность данного строительства.

Однако прошлая практика не всегда следовала этому важному правилу; очень часто сооружения, а в особенности судостроение, производились без заранее произведенных эксплоатационных расчетов, оправдывающих принятые типы сооружений или будущие формы организации судоходства. Следствием этого нередки были неувязки в эксплоатации предприятия в целом и данного сооружения в частности, объясняемые исключительно отрывом технических расчетов от будущих форм организации судоходства в новых условиях плавания, которые создаются после осуществления строительства.

Следствием той же причины явилась крайне вредная разнотипность судов в прошлой и настоящей практике речного судоходства. Можно смело сказать, что из нескольких тысяч паротепловых и несамоходных судов, плавающих в речных бассейнах, не найдется и десятка из них абсолютно одинаковых. Конечно, такое положение крайне усложняет и удорожает эксплоатацию флота. Сейчас перед эксплоатацией и техникой речного судоходства стоит новая задача правильного выбора стандарта орудия производства, т. е. того наивыгоднейшего типа судна, который с наименьшей себестоимостью перевозок будет эксплоатироваться в данном предприятии. Совершенно очевидно, что разрешение этих важных вопросов попутно должно разрешить ряд текущих эксплоатационных проблем, касающихся экономической скорости хода судов, себестоимости перевозки в различных условиях плавания и т. д. При указанной постановке вопроса предлагаемые методы разрешения задачи должны удовлетворять следующим главнейшим целям:

1. Методология определения экономической целесообразности строительства судоходных гидротехнических сооружений и, в частности, определение их судоходных габаритов.

2. Определение наивыгоднейших типов судов для вновь организуемого предприятия или развития существующего.

3. Решение задач для текущей эксплоатации существующих судоходных предприятий.

В соответствии с указанными положениями, для возможности обеспечения исполнения этих задач в любых условиях работы, предлагаемые нами расчеты даны не только для частного случая организации судоходного предприятия на Волго-Донской магистрали в абсолютных значениях, но также по возможности в общем математическом выражении.

Порядок идей расчета принят по следующей схеме:

1. Выяснение эксплоатационно-экономических условий плавания в районе проектируемого судоходного предприятия.
2. Методы определения экономической скорости хода судов.
3. Определение наивыгоднейшей грузоподъемности несамоходных барж и их габаритов.
4. Определение буксироспособности паротеплоходов и их габаритов.
5. Методы определения количества потребного для эксплоатации флота.
6. Определение себестоимости перевозок и основных принципов фрахтовой политики.

В вопросе нахождения наивыгоднейших грузоподъемности и основных размеров несамоходных судов, а также наивыгоднейших мощности механизмов и основных размеров паротеплоходов, работа имеет в виду нахождение лишь тех основных технических заданий, которые обычно определяются судоходными предприятиями для судостроительных заводов при заказе на вновь строящиеся суда,—оставляя в стороне вопросы судостроительной техники, т. е. расчеты по конструкции судов и их механизмов.

ГЛАВА I

ЭКСПЛОАТАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЛАВАНИЯ.

Общие замечания.

Эксплоатационные расчеты, касающиеся определения наивыгоднейшего типа судна, экономической скорости его хода и себестоимости перевозок и т. д., требуют предварительного четкого выявления следующих наиболее важных элементов предстоящего расчета:

1. Продолжительность навигации, длительность темного ночного времени и туманов.
2. Глубина, ширина и закругления пути, определяющие предельные габариты судов.
3. Скорость течения реки.
4. Годовые эксплоатационные расходы по содержанию судов.
5. Размер движения по родам груза, районам плавания, скоростям движения, календарному поступлению и направлению груза.

Из указанных основных заданий путем специальных расчетов определяются: экономическая скорость хода судов и наивыгоднейшая грузоподъемность непаровых судов для различных линий и рода груза, а затем уже по найденным элементам производится подбор буксиров и стандартных буксирных возов и, наконец, определяется себестоимость и фрахты на перевозки.

Продолжительность навигации.

В терминологии „продолжительность навигации“ следует различать следующие понятия:

1. *Физическая продолжительность навигации* — время с момента очистки реки от льда до появления „сала“, получаемая в результате наблюдений в данном пункте реки или плеса.

2. *Фактическая продолжительность навигации*—время с момента выхода первого судна в плавание до момента постановки последнего судна на зимовку. Фактическая продолжительность навигации иногда может быть больше физической, если работа судна начинается ранее полной очистки реки от льда и продолжается при наличии „сала“.

3. *Эксплоатационная продолжительность навигации* — является временем фактической навигации за вычетом времени нахождения судна в резерве (без паров и команды).

Продолжительность навигации различна не только на протяжении данной реки, но также различна для ее отдельных пунктов в разные навигации. Поэтому в расчетах обычно берут среднюю физическую продолжительность навигации данного плеса, выведенную из данных прошлых многолетних наблюдений.

Длительность навигации на себестоимость перевозки и на расчеты потребного количества для перевозки флота имеет, конечно, весьма значительное влияние, подробно освещенное в нашем труде: „Эксплоатация водных путей".

Для расчетов по организации Волго-Донского судоходства длительность навигации принята на основании многолетних наблюдений продолжительности навигации на рр. Волге и Дону ниже канала:

Пункты наблюдения	Период наблюдения	Вскрытие	Продолжит. в днях		Замерзание	Период навигации	
			Ледоход	Ледостав		Между вскрыт. и замерзанием	Фактическая судоходн. навигация до появлен. сала
Ростов	1836—1917	19/III	12	15	13/XII	269	242
Астрахань . .	1804—1917	21/III	8	11	15/XII	268	249
Калач	1865—1919	28/III	8	15	7/XII	253	230
Сталинград . .	1836—1917	7/IV	16	23	15/XII	253	214

Из приведенной таблицы видно, что средняя продолжительность навигации ниже канала на Дону определяется в 230—242 дня и на Волге — в 214 — 249 дней. Судя по вскрытиям рек на водоразделе канала, нужно ожидать, что на самом канале навигация может начинаться ранее вскрытия Дона; поэтому общую длительность навигации ниже канала следует считать в 214 — 240 дней.

Однако в эксплоатационных расчетах для плавания судов на Дону и Волге ниже канала длительность навигации принята осторожно в 196 дней.

На участках р. Волги выше Сталинграда продолжительность навигации по данным многолетних наблюдений (за 1877—1926 гг.) определяется:

Пункты наблюдений и расстояние между ними в км	Навигация со дня очистки от льда до появления „сала"		
	Наибольшая	Наименьшая	Средняя
Рыбинск . .	232	170	198
175 . . .	8/IV—26/XI—913	3/X—20/X—98	22/IV—6/XI
Кострома . .	232	174	196
179 . . .	14/IV—2/XII—78	30/IV—21/X—98	23/IV—5/XI

Пункты наблюдений и расстояние между ними в *км*	Навигация со дня очистки от льда до появления „сала“		
	Наибольшая	Наименьшая	Средняя
Юрьевец. . . 146 . . .	242 17/IV—15/XII—78	169 4/V—20/X—98	196 25/IV—7/XI
Н.-Новгород. . 180 . . .	222 18/IV—26/XI—78	169 4/V—20/X—98	193 26/IV—5/XI
Васильсурск. . 324 . . .	233 18/IV—7/XII—78	168 5/V—20/X—98	196 25/IV—7/XI
Богородское. . 390 . . .	229 18/IV—3/XII—78	167 5/V—19/X—98	196 25/IV—7/XI
Самара . . . 436 . . .	231 21/IV—8/XI —78	166 9/V—22/X—98	197 28/IV—11/XI
Саратов. . .	237 21/IV—14/XII—78	163 4/V—14/X—82	202 27/IV—15/XI

Так как районами отправления массового груза, следующего по Волго-Донскому каналу, будут районы ниже Богородска и Самары, то расчетную эксплоатационную длительность навигации для рейсов выше канала принимаем также в 196 дней; в действительности навигация продолжается и при наличии „сала“, т. е. фактическая длительность навигации будет больше средней намеченной.

Глубина, ширина реки и габариты судов.

Глубина, ширина и кривизна судоходной полосы ограничивают осадку и размеры судна в плане и тем самым в значительной степени влияют на выбор типа судна. При анализе влияния глубин пути на осадку судов с эксплоатационной точки зрения нас должно интересовать наиболее мелководное место реки (перекат) данного плеса реки, которое нормирует глубину всего плеса и предопределяет максимальную осадку.

Обозначим:

H — глубину самого мелководного переката участка реки,

h_0 — необходимый запас глубины под днищем судна, обычно находящийся в пределах 0,08 — 0,1 *м*.

Тогда максимальная осадка судов в наблюдаемое время не может быть более $h = H - h_0$.

Совершенно очевидно, что глубины плесов и соответственные им расчетные осадки судов должны быть взяты из многолетних

наблюдений и должны характеризовать состояние глубин в календарном отношении, так как последнее обстоятельство при соответственном календарном распределении грузооборота может иметь огромное влияние на количество потребного флота и величину себестоимости перевозки.

Ниже в расчетах количества потребного флота (гл. VII) указано влияние изменения глубин на полезную грузоподъемность судов и их количество, потребное для организации перевозки.

В частном случае для Волго-Донской магистрали глубина и длительность ее состояния для отдельных участков определяется в следующих величинах:

1. На участке устье р. Камы — Астрахань по средним данным за период 1909 — 1917 гг.

Глубина в метрах	Число дней в плесах		
	Богородск—Саратов	Саратов—Сталинград	Сталинград—Астрахань
Более 3,2	114	125	138
3,2—3,0	6	8	8
3,0—2,8	4	14	13
2,8-2,6	11	14	14
2,6—2,4	11	11	12
2,4—2,3	13	22	21
2,3—2,1	21	8	14
2,1—1,9	9	2	4
1,9—1,7	5	3	1
Продолж. навигации	194	207	225

Расчеты указывают, что, при условии своевременной разработки перекатов землечерпанием до проектной глубины в 2,5 *м*, в течение преобладающегося большинства навигаций на плесе Волги от устья Камы до Астрахани, могут быть выдержаны глубины в 2,85 *м* и что лишь в редкие годы мелководья эти глубины могут снизиться до наименьшего предела в 2,5 *м* на короткий срок навигации. Заготовительная стоимость дополнительных землечерпательных снарядов в этом случае выразится в 1 915 тыс. руб. [1],

[1] Записка „Условия установления на нижнем плесе р. Волге транзитной глубины в 2,85 *м* при осуществлении постройки Волго-Донского канала“ инж. А. Ф. Мокеева.

а расходы по эксплоатации дополнительных снарядов определяются ежегодно в 658 тыс. руб.

При затратах указанных средств количество навигаций, в которые глубины будут выдержаны до 2,5 — 2,85 *м*, а также число дней стояния этих глубин определятся из таблицы:

Плес	Процентное количество навигац. за период в 50 лет с глубиной			Количество дней в мелководные навигации с глубиной	
	До 2,85 *м*	До 2,68 *м*	До 2,5 *м*	От 2,85 *м* до 2,50 *м*	От 2,68 *м* до 2,5 *м*
Устье Камы—Марксшт.	70,6	84,3	100	29	21
Марксшт.—Сталинград.	89,4	98	100	16	22
Сталингр.—Астрахань	95,6	100	—	3	—

2. На участке Сарепта—Кумовская—Ростов, согласно заданий для основных размеров шлюзов магистрали, глубина на королях установлена в 3,6 *м*, что обеспечивает плавание на 2,85 *м*.

3. На второстепенных участках: а) Сев. Донец имеет шлюзы размерами: длина 111 *м*, ширина 17 *м*, глубина на короле 2,35 *м*, что обеспечивает плавание судов, соответствующих размеру шлюза на 2 *м* осадки, б) низовые плесы р. Камы и средн. плес Волги до Козьмодемьянска допускают осадку в значительный период навигации в 1,8 *м* и выше.

На основании приведенных данных о глубине судоходных путей Волго-Донской магистрали можно сделать следующие выводы о расчетных осадках судов:

1. Нефтеналивные суда, следующие в направлении Астрахань—Сарепта—Ростов, следует принимать с расчетной осадкой 2,85 *м*.

2. Сухогрузные суда, следующие с хлебом с пристаней Волги до Ростова, а также с лесом на Ростов и обратно из Ростова с грузом цемента, железных изделий, угля из Мелиховской и пр., следует в соответствии с конфигурацией грузовых потоков рассчитывать:

а) на преимущественную осадку в 2,85 *м* для пристаней Нижней Волги (устье Камы—Сарепта);

б) на осадку в 1,8 — 2 *м*, как исключительную, для судов, которые могут быть отправляемы с пристаней Средней Волги (Н.-Новгород—устье Камы) или р. Камы.

3. Угольные суда, идущие с Сев. Донца на Волгу или обратно, следует рассчитывать на осадку в 2 *м*.

Максимальные габариты судна в плане определяются в значительной степени шириной судоходной полосы и радиусом закругле-

ния ее в периоды мелководья. Поэтому получаемые по расчету размеры судов должны быть поверены по планам данной реки на возможность вписывания судов и удобного их маневрирования в наиболее трудных местах для судоходства.

Скорость течения реки.

Вопрос о скоростях течения рек довольно подробно разработан в курсах гидрометрии, а также в материалах по исследованию русских рек, но, к сожалению, исчисленные в этих работах скорости течения нельзя использовать для эксплоатационного расчета. Указанные гидрометрические скорости течения взяты для определенных точек живого сечения реки или подсчитаны суммарно для всего сечения реки; для эксплоатационных же расчетов интересна средняя скорость того потока струй течения реки, которая пересекается поперечным сечением судна за весь путь его следования.

Эта условная средняя скорость течения, названная нами „эксплоатационной скоростью течения", является функцией следующих главнейших факторов: высоты горизонта воды, формы живого сечения реки и соответственного направления фарватера реки, а также топографии продольного уклона дна реки.

Весьма сложное взаимодействие указанных факторов, конечно, в каждом сечении реки на пути следования судна создает различные эксплоатационные скорости течения. Поэтому в эксплоатационных расчетах вопрос может итти только о нахождении условной, расчетной скорости течения, конечно различной в различные периоды навигации.

Наиболее идеальным способом нахождения эксплоатационной скорости течения явился бы способ определения скорости в разное время навигации путем вертушки, установленной на бугшприте находящегося в пути парохода. Поверочным расчетом эксплоатационной скорости может служить способ нахождения скорости по выверенным для данных судов формулам сопротивления судов движению в воде, когда сопротивление их определено заранее динамометром, а абсолютная скорость хода точно выверена по берегу.

Гидрометрические исследования скорости течения в волжских условиях показывают, что пределы колебания скоростей течения находятся в следующих средних размерах:

а) для свободного плеса во время весеннего горизонта вод 1,5—2 *м/сек.* и выше;

б) для свободного плеса при меженнем горизонте 0,25 0,4 *м/сек*;

в) для перекатов с быстрым течением 1,5—2 *м/сек.*;

г) для перекатов с более покойным течением 0,5—1 *м/сек.*:

Для перехода от относительной скорости хода судов (в покойной воде) к абсолютной скорости хода (в реке) могут служить формулы:

$$U_1 = V + a_1 C$$
$$U_2 = V - a_2 C$$

Знак + относится к случаю хода вниз по течению, а знак (—) к случаю хода вверх против течения.

V — относительная скорость хода судна (в покойной воде);

U_1; U_2—абсолютная „ „ „ (в реке) соответственно для хода вниз или вверх;

C — эксплоатационная скорость течения реки;

a_1 a_2 — поправочные коэфициенты скорости течения соответственно для хода вниз или вверх.

Наиболее достоверным материалом, для целей установления средних эксплоатационных скоростей течения, являются динамометрические испытания волжских пароходов 1923 1926 гг., когда на довольно продолжительном пути следования парохода скорость течения определялась специальной вертушкой скоростей.

На основании главным образом последних данных, а также поправочных коэфициентов a_1 и a_2, представляется возможным установить следующие расчетные скорости течения в плесах:

Сарепта — Астрахань 0,8 — 0,9 *м/сек.*; устье Камы—Сарепта 0,9—1,1 *м*; р. Дон в шлюзованной части 0,3—0,4 *м*, где левый предел относится для хода вниз, а правый—для хода вверх против течения.

Эксплоатационные расходы по содержанию судов.

Для удобства рассмотрения статей расходного бюджета судоходного предприятия классифицируем расходы согласно номенклатуры:

I. Расходы по капиталу, куда входят: а) амортизация, б) страхование и в) капитализация имущества.

II. Расходы по судоремонту, ремонтным средствам и зимнему содержанию судов.

III. Расходы по эксплоатации судов, слагающиеся из: а) стоимости топлива, б) стоимости смазочных, обтирочных материалов и прочих навигационных материалов и в) содержания команд.

IV. Пристанские расходы, куда входит содержание пристаней и берегового штата, их обслуживающего.

V. Административные и прочие расходы, слагающиеся из: а) расходов на правления и управления, б) налогов и сборов и в) прочих мелких расходов.

Элементы расходов по амортизации, страхованию, капитализации и судоремонту обычно устанавливаются, исходя из первоначальной строительной стоимости флота, которая для частного случая Волго-Донской магистрали принята согласно указаний Промсекции Госплана (для 1935 г.) в следующих размерах, по сравнению с довоенной и современной (по 1927 г.) стоимостями флота, принятыми в материалах к проекту Волго-Донской магистрали — „Наивыгоднейшие типы и размеры судов с расчетом себестоимости перевозок по Волго-Донскому водному пути“ инж. П. Е. Кульгана.

БИБЛИОТЕКА
Новосибирского института
инженеров водного транспорта

Строительная стоимость 1 индикаторной силы парового и 1 эффективной силы теплового буксира в рублях

Мощность двигателя в инд. силах	Паровой флот			Тепловой флот		
	Довоенн. цены	Соврем. цены	Цена к 1935 г.	Довоенн. цены	Соврем. цены	Цена к 1935 г.
200	200	600	474	260	780	612
300	195	588	465	255	765	604
400	192	576	455	250	750	592
500	189	567	448	246	735	581
600	185	555	438	240	720	569
800	177	531	420	230	690	545
1 000	170	521	412	221	660	521
1 200	162	486	384	211	630	498

Строительная стоимость 1 *т* строительной грузоподъемности железных барж

Наименование и грузоподъемность барж	Основные размеры в *м*			Цены за 1 *т* грузоподъемн. в рублях		
	Длина	Ширина	Высота борта	Довоенн.	Современ.	К 1935 г
Железн. наливные						
6 000	140	18	3,15	22,75	50	39,5
4 200	120	15	3,15	24,75	58	45,8
3 200	100	14	3,15	26,10	68	53,7
Железн. сухогрузные						
4 300	116	16	3,56	24,65	57	45,0
3 400	98	15,5	3,56	25,75	66	52,1
2 500	85	14	3,56	27,25	80	63,2

Строительная стоимость 1 *т* строительной грузоподъемности деревянных барж

Наименование и грузоподъемность барж	Основные размеры в *м*			Цены за 1 *т* грузоподъемн. в рублях		
	Длина	Ширина	Высота борта	Довоенн.	Современн.	К 1935 г.
Дерев. сухогрузн. закрытые						
3 700	110	17	3,85	4,5	17,75	13,5
2 800	97	15	3,85	5,0	19,0	15,0
2 100	85	13	3,85	5,25	19,9	15,75
1 700	72	13	3,85	5,3	20,3	17,23
Дерев. сухогрузн. открытые						
2 800	97	15	3,85	4,75	17,7	14,25
2 100	85	13	3,85	4,95	19,0	14,85
1 700	72	13	3,85	5,00	19,2	16,25

В дальнейших расчетах, при промежуточных значениях мощности и грузоподъемности судов, строительная стоимость их взята по интерполяции.

Рассмотрим более подробно основания для установления коммерческо-эксплоатационных измерителей, приведенных выше статьей расходного бюджета судоходного предприятия, при чем абсолютные нормы измерителей примем согласно данных Госплана, установленных для Волго-Донской магистрали:

1. *Расходы по амортизации* находятся в зависимости от строительной стоимости судов и принятого срока их службы с учетом последнего капитального ремонта и выражаются следующей общего вида формулой:

$$K_1 = \frac{b_1 S}{100},$$

где S — строительная стоимость данного типа судна, b_1 — проценты амортизации от строительной стоимости, принятые для частного случая Волго-Донской магистрали для:

Пароходов	4%
Теплоходов	5 „
Железных барж	3 „
Деревянных барж	8,5%

2. *Расходы по страхованию* принимаются в установленных процентах от застрахованных сумм; для предварительных калькуляций Волго-Донской магистрали эти расходы считались по формуле:

$$K_2 = \frac{b_2 S}{100},$$

где b_2—проценты страхования строительной стоимости, судов приняты для:

Паротеплоходов	1%
Железных барж.	0,75%
Деревянных барж	1%

3. *Расходы по капитализации* или проценты на затраченный капитал устанавливаются с балансовой стоимости имущества, но для проектных калькуляций их считают по формуле:

$$K_3 = \frac{b_3 S}{100},$$

где b_3— проценты капитализации от строительной стоимости имущества, принятые для Волго-Донской магистрали для всех видов имущества в 6%.

4. *Расходы по судоремонту и содержанию ремонтных средств* для проектных калькуляций можно считать пропорциональными для паровых судов индикаторной мощности и для непаровых судов величине произведения $L\ B\ H$, т. е. для:

паровых судов $K_4 = b_4\ N_i$;

непаровых $K_4 = q'_4\ L \times B \times H$,

где b_4 — стоимость судоремонта паротеплоходов, отнесенная к 1 индикаторной силе,

N_i — количество индикаторных сил машины,

b'_4 — стоимость судоремонта непаровых судов, отнесенная к 1 куб. единице объема,

L, B, H — соответственно длина, ширина и высота борта баржи.

В расчетах Волго-Донской магистрали расходы по судоремонту были приняты для паротеплоходов в 3—4% от строительной стоимости их, при чем левый предел относится к судам большой мощности, а правый — к судам малой мощности; расходы по ремонту железных барж приняты в 1% а деревянных—в 2,5% от первоначальной их стоимости.

5. *Расходы по топливу* находятся в зависимости от распределения навигационного времени на ходовое и простойное время, от норм расходования топлива и его расценки.

Стоимость всего расхода топлива выражается следующей формулой:

$$K_5 = b_5\ J\ (t_x\ q + t_0\ q_0),$$

где t_x, t_0 — соответственно число ходовых и простойных часов,

b_5 — стоимость топлива франко борт парохода,

q, q_0 — соответственно нормы расхода топлива на 1 индикаторную силу для хода и на стоянке.

Значения указанных норм для Волго-Донской магистрали приняты:

а) Мазут (паровой флот) 0,6 — 0,7 *кг* на 1 индикаторную силу в час хода и 0,065 — 0,08 *кг* на 1 индикаторную силу в час при стоянке под парами, при чем правые пределы норм относятся к малым и средним мощностям пароходств, а левые к большим мощностям.

б) Натурал (теплоходы) 0,185 *кг* на 1 эффективную силу в час в ходу и 0,02 *кг* на стоянке.

в) Уголь для донских пароходов 1,1 — 1,3 *кг* на 1 индикаторную силу в час в ходу и 0,15 — 0,03 *кг* на стоянке в зависимости от мощности флота.

г) Стоимость топлива:

	Соврем. цена	Довоенн. цена
Мазут	33 р. 55 к. (1 *т*)	25 р. — к. (1 *т*)
Уголь А. Ф.	17 „ 10 „	
Натурал	36 „ 90 „	26 „ 60 „

д) Использование навигационного времени паротепловыми судами принято: ходовых 150 суток, простой под парами 30 суток, остальное время навигации простой без паров.

6. *Расходы по смазочным и обтирочным* материалам для проектной калькуляции приняты для паровых судов в 8% и для тепловых судов — в 30% от стоимости топлива.

7. *Содержание судовых команд* принято на основании современных штатных расписаний и колдоговоров Волжского госпароходства с учетом динамики роста зарплаты, принятой по данным Госплана по пяти сложным процентам в течение пяти лет. Более подробные данные о штатах в довоенное и настоящее время приведены в нашем труде „Эксплоатация водных путей“.

8. *Пристанские расходы* приняты в размере 5% от предыдущих расходов (без капитализации).

9. *Административные расходы* приняты в размере 3,2% от предыдущих расходов (без капитализации).

При указанных выше нормах и расценках общее годовое эксплоатационное содержание 1 индикаторной силы и 1 *т* строительной грузоподъемности судов определяется в следующих размерах (для 1935 г.).

Годовое содержание буксирны (пароходов на I индикаторную силу

Элементы расхода \ Мощность в индикат. силах	200	300	400	500	600
Амортизация	18,90	18,60	18,20	17,90	17,50
Страхование	4,70	4,60	4,55	4,50	4,40
Капитализация	28,50	27,90	27,30	26,85	26,25
Ремонт	18,90	18,60	13,65	13,40	13,15
Топливо	82,30	82,30	79,40	76,80	76,70
Смазка и обтирка	6,60	6,60	6,40	6,15	6,10
Команда	96,50	64,30	49,10	49,90	41,60
Содержание пристаней	11,87	10,20	9,00	8,97	8,40
Администр. расходы	5,92	5,12	4,50	4,47	4,20
Итого	274,19	238,22	222,10	208,44	198,30

Годовое содержание буксирных теплоходов на I эффективную силу

Амортизация	30,80	30,20	29,60	29,00	28,44
Страхование	6,16	6,04	5,92	5,80	5,60
Капитализация	36,96	36,24	35,52	34,80	34,14
Ремонт	24,64	24,16	17,77	17,42	17,06
Топливо	27,65	27,65	27,65	27,65	27,65
Смазка и обтирка	8,28	8,28	8,28	8,28	8,28
Команда	94,70	68,10	51,90	42,90	43,60
Содержание пристаней	9,60	8,22	7,05	6,55	6,53
Администр. расходы	4,80	4,10	3,52	3,27	3,26
Итого	243,59	212,99	187,21	157,67	174,65

Годовое содержание железных барж на 1 *т* грузоподъемности

Элементы расхода \ Грузоподъемность в *т*	6 000	4 200	3 200	4 300	3 400	2 500
	Наливные			Сухогрузные		
Амортизация	1,17	1,38	1,62	1,34	1,56	1,89
Страхование	0,29	0,34	0,40	0,32	0,39	0,47
Капитализация	2,34	2,76	3,24	2,70	3,12	3,78
Ремонт	0,39	0,46	0,54	0,44	0,52	0,63
Команда	1,22	1,49	1,78	1,61	1,78	2,08
Содержание пристаней	0,15	0,18	0,22	0,16	0,21	0,25
Администр. расходы	0,075	0,09	0,11	0,07	0,10	0,12
Итого	5,63	6,70	7,91	6,64	7,68	9,22

Годовое содержание деревянных барж на 1 *т* грузоподъемности

Элементы расхода \ Грузоподъемность в *т*	3 700	2 800	2 100	2 800	2 100	1 700
	Закрытые			Открытые		
Амортизация	1,08	1,24	1,30	1,16	1,23	1,32
Страхование	0,13	0,15	0,16	0,14	0,15	0,16
Капитализация	0,81	0,90	0,93	0,84	0,87	0,96
Ремонт	0,32	0,37	0,40	0,35	0,37	0,40
Команда	1,86	2,12	2,40	2,12	2,49	3,06
Содержание пристаней	0,17	0,19	0,22	0,19	0,21	0,24
Администр. расходы	0,08	0,09	0,11	0,09	0,10	0,12
Итого	4,45	5,06	5,61	4,89	5,42	6,26

Определение размера движения.

Эксплоатационные расчеты, связанные с определением потребного количества флота, себестоимости и фрахтов, предъявляют к экономической части проекта судоходного предприятия выявление следующих главнейших элементов:

а) распределения грузооборота по родам груза, районам плавания и направлению движения,

б) средних пробегов грузов,

в) календарного распределения отдельных родов груза.

Точное определение указанных элементов представляется задачей довольно трудной и сложной. Обычно для вновь проектируемого судоходного предприятия эти данные определяются экономическим исследованием производящих и потребляющих районов тяготения. В последнем случае экономические исследования производятся по следующей основной схеме:

1. Ориентировочно намечаются производящие и потребляющие районы тяготения груза, исходя из общих перспектив развития данной отрасли промышленности и сообразуясь с направлением существующих и предполагаемых к постройке путей сообщений.

2. Для намеченных районов определяются точные границы зон тяготения, при которых стоимость перевозки равноценна как по проектируемому пути, так по конкурирующим уже существующим путям.

3. В производящих районах определяют запасы данного груза и товарные излишки, которые могут быть отправлены в потребляющие районы.

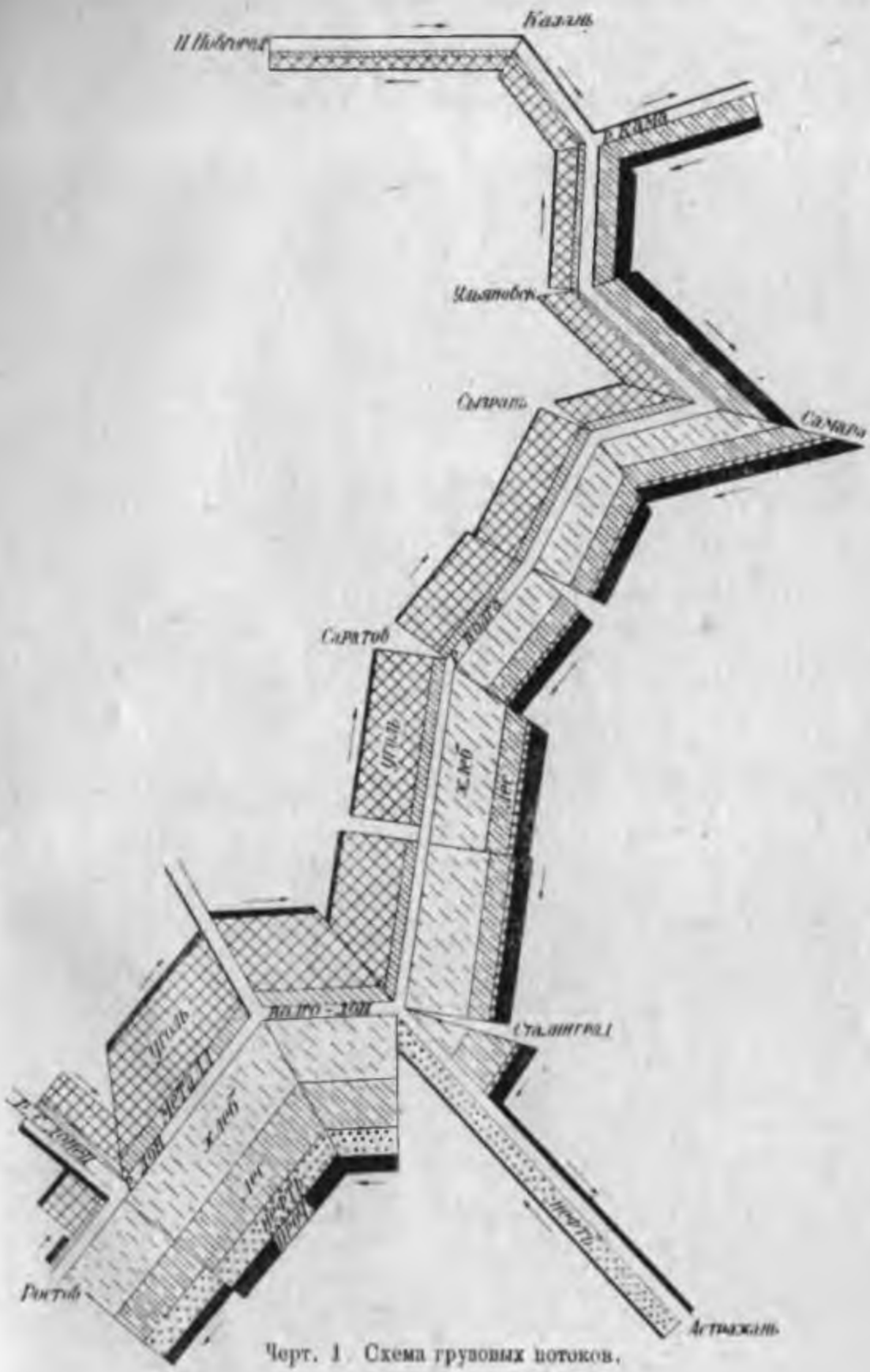
4. В потребляющих районах выясняют потребителей данного товара и нормы его потребления, а также сезонность спроса.

5. На основе определившихся материалов строят дислокацию грузовых потоков по направлению и календарному распределению по типу графиков №№ 1 и 2.

Идея определения грузораздельных границ тяготения грузов, для которых стоимость доставки груза равноценна для проектируемого пути и существующих конкурирующих направлений, видна из следующего примера. Между железнодорожной линией AB и рекой AC (см. график № 3) лежит производящая зона; в точке пересечения железнодорожной линии и реки A находится потребляющий пункт; найти грузораздельную границу.

Обозначим:

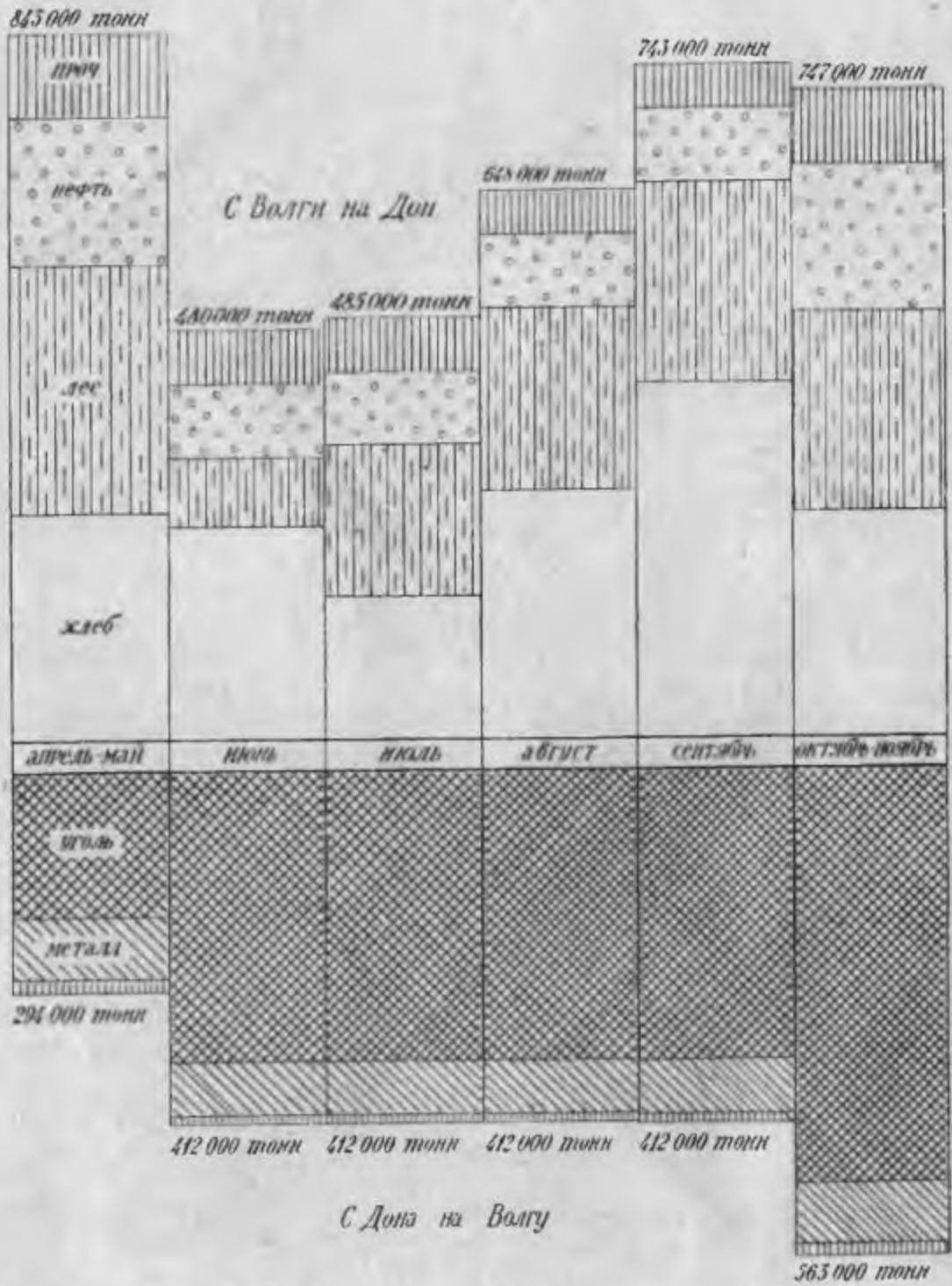
L_1—длину железнодорожной линии AB,
L_2—длину реки AC,
L_3—расстояние BC между станцией и пристанью,
P_1 тариф за тонно-километровую перевозку по жел. дорогам,
P_2 фрахт за тонно-километровую перевозку по реке,
P_3—тариф за тонно-километровую перевозку гужом.



Черт. 1. Схема грузовых потоков.

Тогда геометрическое место точек N равенства стоимости доставок груза по жел. дороге и реке определится из уравнения:

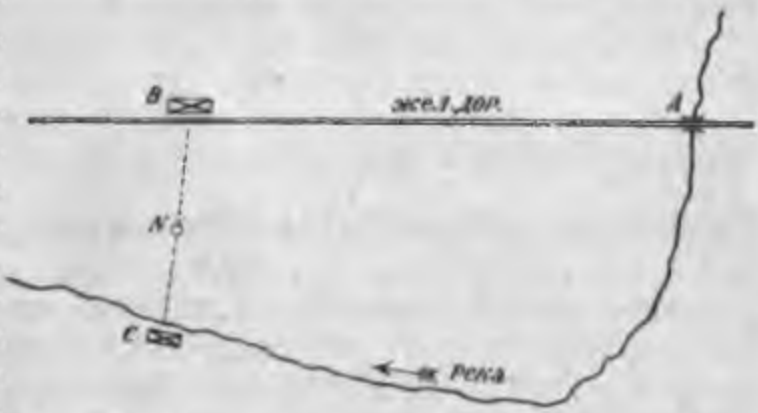
$$P_3 NB + P_1 L_1 = P_3 NC + P_2 L_2;$$
$$P_3 (NB - NC) = P_2 L_2 - P_1 L_1;$$
$$NB = \frac{P_2 L_2 - P_1 L_1 + P_3 L_3}{2 P_3}$$



Черт. 2. Схема календарного распределения грузооборота.

Приведенное уравнение нами упрощено за счет сокращения некоторых элементов, входящих в общую стоимость доставки груза.

В действительности же в наиболее невыгодном случае, когда пункты производства и потребления не совпадают с пунктами отправления и прибытия груза на данном проектируемом пути или жел. дороге, расходы будут состоять из следующих главнейших элементов:



Черт. 3. Схема определения грузораздельных границ.

1. Погрузка в пункте производства.
2. Провозная плата за гуж до станции или пристани отправления.
3. Перегрузочные операции в пункте отправления жел. дороги или реки.
4. Тариф или фрахт на расстояние следования груза соответственно жел. дорогой или водой.
5. Перегрузочные операции в конечном пункте прибытия жел. дороги или реки.
6. Провозная плата за гуж до пункта потребления.
7. Выгрузка в пункте потребления.
8. Различные дополнительные расходы в пути следования, вызываемые доставкой груза.

Абсолютный размер грузооборота Волго-Донской магистрали по малой скорости по отдельным грузам, направлению их движения и среднему пробегу экономической частью Управл. строительства определился в размерах.

С Волги на Дон			С Дона на Волгу		
Наименование груза	В тыс. *т*	Ср. проб. *км*	Наименование груза	В тыс. *т*	Ср. проб. *км*
Хлеб	1 639,3	1 370	Уголь	1 967	1 415
Лес	1 250	1 050			
Нефтепродукты .	656	1 142	Металл и его продукция. . .	465	1 816
Уральские грузы (колчедан, асбест, калийные соли)	326	2 393	Сахар	54	2 231
Металл и его продукция. . . .	35	1 816	Цемент.	20	1 472
Бумага.	30	2 513			
Пром. грузы . .	30	2 513	Итого .	2 506	—
Рыба	30	1 091			
Итого .	3 996,3	—			

Кроме того в товаро-пассажирском движении большой скорости предположена перевозка генеральных грузов и багажа в количестве 520 000 *т* и 600 000 пассажиров.

Направление расчетных грузовых потоков, пробеги груза, а также календарное распределение грузооборота указаны на карте грузовых потоков (черт. 1) и графике календарного распределения грузооборота (черт. 2).

Технические возможности комбинирования встречных потоков груза.

Движенческие комбинации в использовании судов для обратного направления определяются двумя главнейшими моментами:

а) специализацией тоннажа, допускающего к перевозке только определенные виды товара,

б) условиями распределения грузооборота по направлению и времени движения.

Специализация тоннажа предопределяет следующее его использование в условиях намеченных грузовых потоков Волго-Донской магистрали:

а) *Хлебные* закрытые, железные и деревянные баржи предназначены для перевозки хлеба с Волги в Ростов; часть хлебного тоннажа—около 30% от хлебного грузооборота—может быть использована в обратном направлении для перевозки сахара и железных изделий из Ростова и Каменской в разные пристани Волги.

б) *Наливные железные баржи* предназначены для перевозки нефтепродуктов из Астрахани и Самары в Ростов и донские пристани.

в) *Навалочные открытые* железные и деревянные баржи предназначаются для перевозки угля из Сев. Донца и Дона (Мелиховская станица) в разные пристани Волги; значительная часть провозной способности указанных барж — до 80% — будет использована для перевозки леса и уральских грузов с Волги и Камы в Ростов и Каменскую.

Более подробные данные о распределении тоннажа и его использовании приведены ниже в расчете потребного количества флота.

г) *Товаро-пассажирские* суда предназначены для перевозки ценных грузов: пушнины, сушеных фруктов, мануфактуры и пр., а также для перевозки пассажиров.

По технике тяги буксирное движение на Волго-Донской магистрали делится на три операции в участках:

1. Р. Волга — баржа данных размеров буксируется волжским буксиром.

2. Канал — баржа буксируется специальной тягой канала.

3. Р. Дон — баржа буксируется донским буксиром.

Следовательно, баржа имеет сквозной рейс: Волга—Канал—Дон, а буксировка баржи осуществляется переменной тягой; при этом донские буксирные пароходы работают только в р. Дону, а волжские паротеплоходы—только в р. Волге.

ГЛАВА II

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ ХОДА БУКСИРНОГО ВОЗА.

Нахождение наивыгоднейшей скорости хода буксирного воза имеет крайне важное значение, если вспомнить, что сопротивление судна движению воды примерно пропорционально 3-й степени мощности буксирного паротеплохода.

Это важное обстоятельство к выбору скоростей хода в эксплоатации флота заставляет подходить крайне осторожно; в дальнейшем вопрос о выборе наивыгоднейшей скорости анализируем в вариантах: а) практически применяемых в настоящее и довоенное время скоростей хода на Волжской магистрали для транзитного флота, б) скоростей хода, получаемых аналитическим методом, и в) скоростей хода, получаемых графическим способом.

Практические скорости хода.

Крайнее разнообразие типов волжских судов, отсутствие принципа стандартизации буксирного воза, обычно индивидуальный подбор буксирного паротеплохода к разнообразно комбинируемым непаровым судам в составе буксирного воза, и различия в условиях плавания на отдельных участках реки, конечно, создали крайне разнообразные скорости хода. Однако волжская практика давала следующие примерные средние технические скорости вверх против течения груженых судов в километрах в сутки по довоенному времени:

Нефтефлот	весной	80—115 *км*
„	межень	90—135 „
Сухогрузн. баржи	весной	80 — 90 „
„ „	межень	90—110 „

Отдельные пароходства допускали иногда и более значительные скорости хода не только для случайных рейсов, но и в среднем для всей навигации. Характерным случаем увеличенной скорости хода явилась работа буксирных пароходов бывш. о-ва „Волга“, занимавшихся транспортированием нефтепродуктов из Астрахани на верховье пристани Поволжья. Приведем скорости хода против течения, а также ряд наиболее характерных эксплоатационных измерителей трех типичных пароходов названного о-ва „Волга“.

Наименование и сила парохода	Годы работы	Исполнено *т/км* в навиг.	Суток хода с грузом против течения	*Т/км* на 1 инд. силу в одни ходовые с грузом сутки	Техническая скорость против течения *км* в сутки.
„Братство“ 750 инд. сил	1916	123 322	117	1 400	148
	1915	124 632	118,5	1 400	159
	1913	110 337	104	1 410	127
„Соперник“ 640 „	1916	105 900	112	1 470	126
	1915	115 950	120	1 500	124
	1913	98 940	114	1 360	127
„Мария“ 600 „	1916	73 882	102	1 210	141
	1915	79 200	107	1 230	122
	1913	89 845	121	1 240	133

Современная практика волжского судоходства также имеет тенденцию к увеличению скорости хода, например: 1. Нефтеналивной флот имел скорость вверх в 1924 г. 105,5 *км* в сутки; в 1925 г.—109 *км*; в 1926 г.—115 *км*; в 1927 г.—116 *км* в сутки. 2. Сухогр. буксирный флот с грузом в 1924 г. вверх—102,7 *км*, вниз—227 *км* в сутки; в 1925 г. вверх—108 *км*, вниз—238 *км* в сутки. 3. Плоты за тягой вниз в 1924 г.—110 *км*, в 1925 г.—123 *км* и в 1926 г.—123 *км*.

Приведенные данные указывают, что судоходная практика допускала довольно значительную амплитуду колебания пределов технической скорости хода, на основе которой крайне трудно установить действительно экономическую скорость хода.

Аналитический метод нахождения экономических скоростей хода буксирного воза.

В специальной технической литературе, к сожалению, нет достаточно точных и удобных методов расчета экономических скоростей аналитическим способом. Ниже мы даем схему аналитического расчета, который, по возможности, учитывает все наиболее важнейшие элементы, влияющие на величину скорости хода и соответствующие себестоимости перевозок.

Обозначим:

a—годовую стоимость содержания баржи;

b—годовую стоимость содержания 1 инд. силы парохода;

N_i—мощность буксирного парохода;

Q—грузоподъемность баржи, буксируемой пароходом мощностью N_i;

P—количество тонн груза;

l—средний пробег груза;

T—длительность навигации;

$t_б$; $t_п$ время оборота соответственно баржи и парохода для данного пробега l;

$M_б$; $M_п$—соответств. количество баржей и пароходов, потребных для совершения перевозки;

γ—коэфициент неравномерности грузооборота, равный отношению наибольшого грузооборота в данный период времени (напр. месяц) к средненавигационному равномерному грузообороту за тот же период времени;

λ—коэфициент резервного флота.

Годовая стоимость содержания буксирного флота для совершения перевозки—P на пробег—l определится формулой:

$$S_o = a\ M_б + b\ N_i\ M_п \ldots\ldots\ldots\ldots (1).$$

В формуле (1) сделаем следующие подстановки:

1. Число барж, потребное для совершения перевозки P при постоянной осадке, определится из выражения:

$$M_б = \lambda\gamma \frac{P\ t_б}{QT} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2),$$

при чем грузооборот должен быть взят наибольший в одну сторону, при котором получается наибольшая потребность флота.

Соответственно число буксирных пароходов:

$$M_п = \lambda\gamma \frac{P\ t_п}{QT} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3).$$

Если буксирный воз состоит из двух или трех барж, то соответственное количество буксиров определится:

$$M_п = \lambda\gamma \frac{P\ t_п}{2QT}, \text{ или } M_п = \lambda\gamma \frac{P\ t_п}{3QT} \ldots\ldots\ldots\ldots (4).$$

При условии равномерного грузооборота $\gamma = 1$ и коэфициенте резервного флота $\lambda = 1$ указанные формулы принимают более простой вид:

$$M_б = \frac{P\ t_б}{QT}\ ;\ M_п = \frac{P\ t_п}{QT} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5).$$

2. Время оборота баржи и парохода соответственно определится:

$$t_б = \frac{l}{U_в} + \frac{l}{U_п} + t_п + t_o \ldots\ldots\ldots\ldots (6),$$

$$t_п = \frac{l}{U_в} + \frac{l}{U_п} + t_o' \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7),$$

где $U_в$, $U_н$—соответственно действительная скорость хода буксирного воза вверх и вниз по течению;

$t_н$—время, потребное на погрузку и выгрузку и равное $\frac{2Q}{A}$ при одностороннем грузовом движении и $\frac{4Q}{A}$ при двустороннем грузовом направлении при норме погрузки и выгрузки A тонн в сутки;

t_o, t_o'—соответственно время прочих простоев за один оборот баржи и парохода.

3. Мощность парохода при установившемся движении выражается формулой:

$$N_i = \frac{RV}{75\eta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9).$$

Здесь уместно оговориться, что нижеследующий расчет ведется в условиях нормальной и постоянной нагрузки машины; следовательно, не учитывается расход топлива в зависимости от различий в отсечке пара, как не имеющий значительного влияния на общую себестоимость перевозки.

В формуле (9): V—скорость хода в *м/сек.* в покойной воде;

η—коэфициент полезного действия парохода обычно в пределах рассматриваемых скоростей и мощностей пароходов, равный для груженых возов 0,35 и для порожних возов—0,32. При более точном исчислении следовало бы и для коэфициента полезного действия построить кривую зависимости: $\eta = f\ (N_i,\ V)$, но, как указывает практика, для упрощения расчетов можно довольствоваться и постоянными указанными выше величинами;

R—сопротивление баржи при данной скорости V.

Сопротивление груженых барж при размерах, которые мы исследуем, можно выразить довольно простой одночленной формулой [1], хотя и не вполне объемлющей сложность явлений сопротивления судов:

$$R = \varphi_o F V^{1,83} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10),$$

где F—площадь мидельшпангаута баржи в *кв. м.*

Коэфициент φ_o в зависимости от материала корпуса и осадки судов определяется из следующих данных:

	Жел. баржи	Дер. баржи
Осадка 1,80 *м*	20	25—26,5
„ 2,85 „	20—22	27—29,0

Следует указать, что приведенная одночленная формула верна лишь для соотношений в размерах барж, входящих в наше исследование; она дает удовлетворительные результаты, если их сравнивать с соответствующими баржами действительно под-

[1] Инж. П. Е. Кульган: „Общие соображения о наивыг. размерах судов".

вергавшихся испытанию динамометрических партий речных госпароходств.

Для порожних барж более верной формулой, также для данных размеров баржи, является:

$$R = 1{,}5\ fSV^{1,83},$$

где коэфициент f — для железных барж 0,153, а для деревянных барж — 0,23;

S — смоченная поверхность баржи, равная $L\ (2h_o + \beta_o B)$;

L — длина баржи;

B — ширина;

h_o — осадка порожнем;

β_o — коэфициент очертаний судна, принятый для деревянных сухогрузных барж — 0,9, для железных сухогрузных барж — 0,93, для железных нефтеналивных барж — 0,94.

Чтобы избежать отмеченных недостатков формулы (10) можно пользоваться формулой Геберса (Gebers), которую Тейберт (Teubert) в своем труде: „Die Binnenschiffart" находит весьма близкой к действительности:

$$R = (fS + \varphi F)\ V^{2,25} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

f — для железных судов — 0,14,

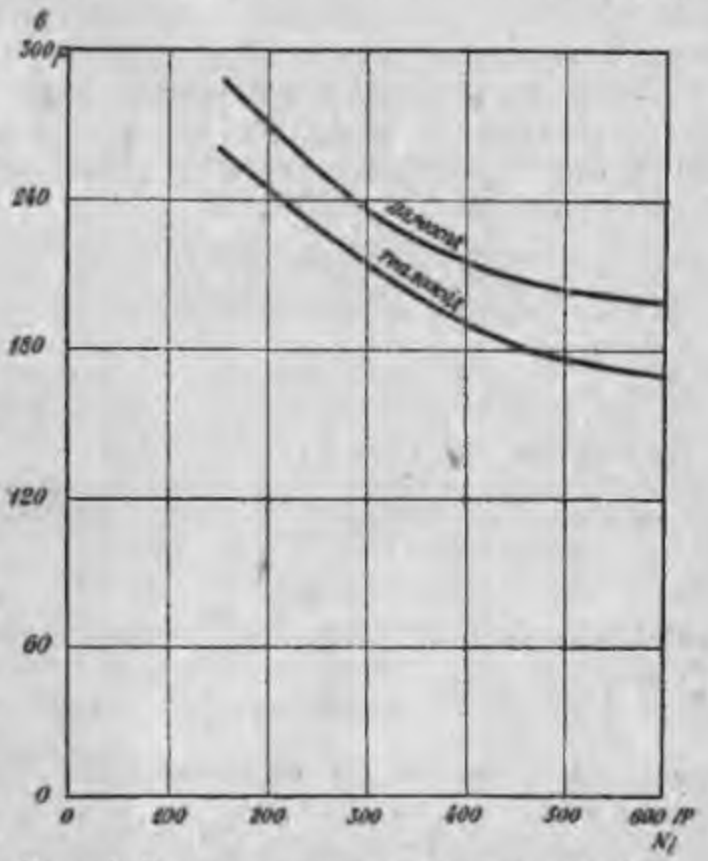
φ — для судов с острыми обводами — 1,7 и для судов с тупыми обводами — 3,5,

S — смоченная поверхность баржи,

F — площадь мидельшпангаута.

Более подробное развитие формулы Геберса дано ниже в гл. V: „Определение буксироспособности паротеплохода".

Совершенно очевидно, что исследование вопроса об определении экономических скоростей хода буксирных возов также легко произвести и с формулой Геберса (11).



Черт. 4. Годовая стоимость содержания силы буксирного паротеплохода.

4. Член b, как указывают практические и расчетные данные, является функцией мощности парохода. На графике № 4 показана зависимость стоимости годового содержания

1 инд. силы парохода и 1 эффект. силы теплохода от их мощности. Изображенная кривая представляет вид гиперболы: $b = \frac{S}{N_i^n}$, где S — некоторая постоянная величина для судов данного вида, не зависящая от N_i. Конкретное значение указанной формулы, при ценах, принятых в настоящем расчете, удовлетворяет следующим выражениям:

1) для парохода:

$$b = \frac{S_1}{N_i^{0,35}} = 990\ N_i^{-0,25} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12);$$

2) для теплохода:

$$b = \frac{S_1'}{N_i^{0,25}} = 1\,550\ N_i^{-0,35} \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

Подставляя в приведенную формулу (1):

$$S_c = a\ M_б + b\ N_i\ M_м \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

найденные значения и произведя деление обеих частей уравнения на работу при одностороннем движении на Pl и при двустороннем равномерном грузовом на $2\ Pl$, производимую рассчитанным флотом, будем иметь, после соответствующих преобразований, себестоимость 1 *т/км* перевозок в зависимости только от одной переменной величины скорости V.

Формула себестоимости перевозки имеет следующий конечный вид, состоящий из пяти элементов себестоимости, характеризующих по отдельности рабочие процессы буксирного флота при двусторонних груженых направлениях:

$$X = \underbrace{\frac{2a}{AlT}}_{\text{баржи под перегрузкой,}} + \underbrace{\frac{a + S_1\ K\ F^{0,75}\ V^{2,12}}{2 \times 86.400\ QT\ (V + C)}}_{\text{ход буксирного воза вниз по течению,}} +$$

$$+ \underbrace{\frac{a + S_1\ K\ F^{0,75}\ V^{2,12}}{2 \times 86.400\ QT\ (V - C)}}_{\text{ход буксирного воза вверх против течения}} + \underbrace{\frac{S_1\ K\ F^{0,75}\ V^{2,12}\ t_0'}{2QlT}}_{\text{простои парохода}} + \underbrace{\frac{a\ t_0}{2QlT}}_{\text{простои барж}} \ldots (14),$$

где: C — скорость течения реки, K — некоторая постоянная величина, определенная для тяги пароходом из выражения: $K = \sqrt[4]{\left(\frac{\varphi_0}{75\ \eta}\right)^3}$, легко выведенная при преобразовании формулы (14) и равная для железных барж 0,87 и для деревянных барж—1,04.

В приведенной формуле (14) член V, выражающий скорость, является переменной величиной, не зависящей от других членов; следовательно, если допустить, что все прочие члены постоянны, то в приведенных формулах первая производимая $\frac{\partial X}{\partial V}$, приравненная

нулю, будет давать уравнение, из которого можно вывести минимум X, т. е. найти соответственно экономическую скорость хода.

В формуле (14) первый и последний члены являются постоянными величинами, независящими от V; поэтому их производная обращается в нуль. Для упрощения расчетов сделаем предположение, что t_o'—время прочих простоев парохода—также равно нулю; тогда оставшиеся два члена представляют собой части себестоимости перевозки соответственно за ход вверх и вниз по течению. Очевидно, что при постоянной грузоподъемности баржи и одной и той же скорости хода в покойной воде, но вследствие разного влияния скорости течения, потребная мощность тяги для случая хода вверх против течения будет значительно больше, чем вниз; поэтому расчет мощности и, следовательно, расчет экономической скорости нужно вести для случая хода вверх против течения.

Из формулы (14) явствует, что часть себестоимости, падающая за время хода вверх против течения, выражается:

$$X_o = \frac{a + S_1 K F^{0,75} V^{2,12}}{2 \times 86.400 QT (V - C)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (15).$$

Найдем первую производную $\frac{\partial X}{\partial V}$ для этого выражения и приравняем его нулю; тогда из полученного уравнения легко определить искомую экономическую скорость хода вверх против течения. В конечном выводе получаем следующую основную формулу для определения экономической скорости буксирного воза:

$$V^{2,12} - 1,89\, C\, V^{1,12} - \frac{a}{1,12\, S_1 K F^{0,75}} = O \ldots\ldots (16).$$

Для упрощения расчетов можно без значительной погрешности формулы (12), (13) представить в виде:

а) для пароходов $b = 1\,330\, N_i^{-0,3}$ ..... (12а),

б) для теплоходов $b = 1\,150\, N_{эф}^{0,3}$ ..... (13а);

тогда формула (15) будет иметь вид:

$$X = \frac{a + S_1 K F^{0,7} V^2}{2 \times 86.400 QT (V - C)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (15а).$$

Диференцируя последнее уравнение и приравнивая результаты нулю, получим *более простое выражение для нахождения наивыгоднейшей скорости*:

$$V^2 - 2C\, V - \frac{a}{S_1 K F^{0,7}} = O \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (16а).$$

$$V = C + \sqrt{C^2 + \frac{a}{S_1 K F^{0,7}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (17).$$

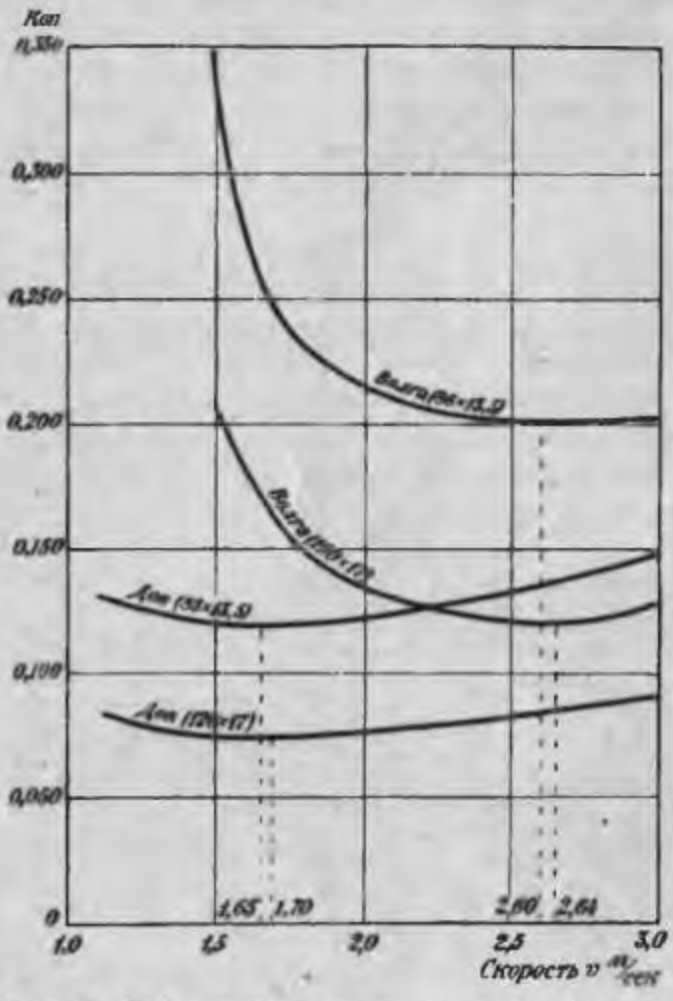
Решим приведенное уравнение (16) для наиболее характерных типовых барж и участков магистрали; этим, следовательно, мы найдем экономические скорости буксирного воза для случая хода вверх против течения:

1. Найти экономическую скорость хода для железной сухогрузной баржи $L = 85$ *м*, $B = 14$ *м*; $h = 2{,}85$ *м*, при движении вверх на участке Сарепта—Казань со скоростью течения $C = 1{,}1$ *м/сек*.

Решаем уравнение (16):

$$V^{2,12} - 1{,}89 \quad V^{1,12} \quad C - \frac{a}{1{,}12 \times 860\, F^{0,75}} = O,$$

при соответственных подстановках членов, входящих в эту формулу: $a = 23\,050$ руб.; $F = 39{,}5$ *м*²; получаем $V = 2{,}60$ *м/сек*. Следовательно, действительная техническая скорость буксирного воза вверх определится: $U_в = 2{,}60 - 1{,}1 = 1{,}50$ *м/сек*., или в сутки 130 *км*.



Черт. 5. Себестоимость перевозок в зависимости от скорости хода буксирного воза с железными баржами.

Для той же баржи на шлюзованном Дону, при ходе вверх при $C = 0{,}4$ *м/сек*., экономическая скорость хода в покойной воде $V = 1{,}65$ *м/сек*., а действительная скорость хода $U = 1{,}65 - 0{,}4 = 1{,}25$ *м/сек*. или 108 *км* в сутки.

Экономическую скорость для хода вниз по течению не приходится искать, так как пароход мощностью, определенной для соответствующей экономической скорости хода вверх, очевидно будет работать и вниз по течению, а следовательно, скорости вниз по течению будут:

для Волги $2{,}60 + 0{,}9 = 3{,}50$ *м/сек*., или 300 *км* в сутки;
„ Дона $1{,}65 + 0{,}3 = 1{,}95$ „ „ „ 168 „ „ „

2. Найти экономическую скорость хода для железной сухогрузной баржи $L = 120$ *м*; $B = 17$ *м*, $h = 2{,}85$ *м* при движении вверх на участке Сарепта — Казань со скоростью течения 1,1 *м/сек*.

Решаем уравнение (16) для значений: $a = 29\,520$ руб., $F = 48$ $м^2$; получаем $v = 2{,}64$ *м/сек*. Следовательно, действительная экономическая скорость хода буксирного воза вверх определяется:

$$U_e = 2{,}64 - 1{,}1 = 1{,}54 \text{ м/сек., или 133 км в сутки.}$$

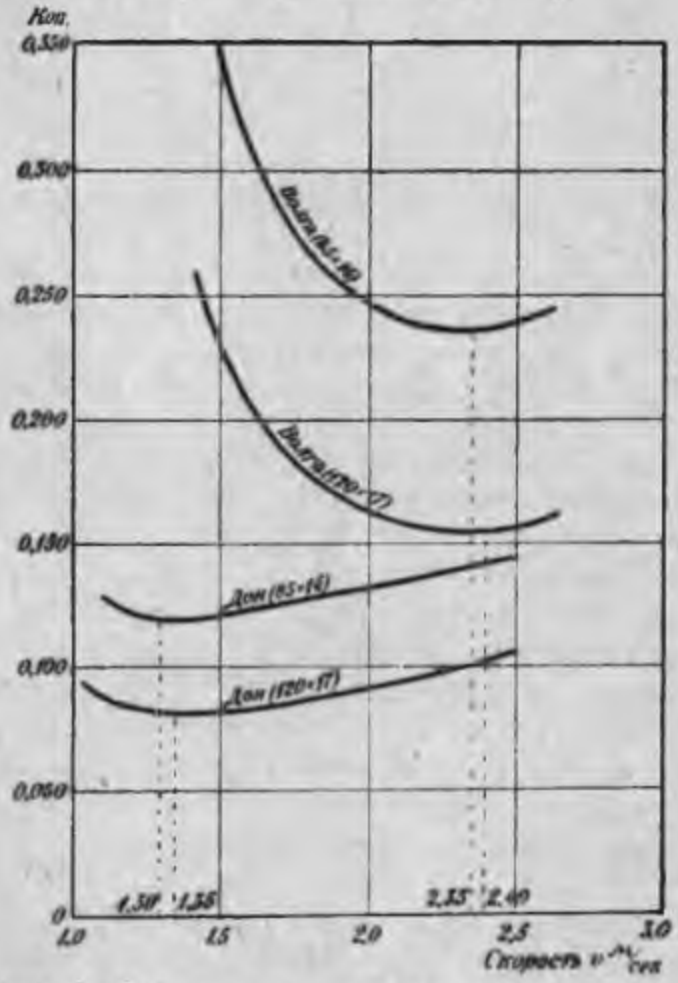
Для хода вниз при найденной мощности действительная скорость будет:

для Волги $2{,}64 + 0{,}9 = 3{,}54$ *м/сек.*, или 305 *км* в сутки;
„ Дона $1{,}70 + 0{,}3 = 2{,}00$ „ „ 173 „ „ „

3. Найти экономическую скорость хода для деревянной сухогрузной баржи $L = 85$ *м*, $B = 13$ *м*; $h = 2{,}85$ *м* при движении вверх на участке Сарепта — Казань при течения скорости $C = 1{,}1$ *м/сек*.

Решаем уравнение (16) для значения $a = 11\,780$ руб., $F = 36{,}6$ $м^2$; получаем $U = 2{,}35 - 1{,}1 = 1{,}25$ *м/сек.*, или 108 *км* в сутки.

Для той же баржи на шлюзованном Дону при ходе вверх при $C = 0{,}4$ *м/сек.* экономическая скорость хода в покойной воде будет $V = 1{,}3$ *м/сек.*, а действительная скорость хода $U = 1{,}3 - 0{,}4 = 0{,}9$ *м/сек.*, или 78 *км* в сутки.



Черт. 6. Себестоимость перевозок в зависимости от скорости хода буксирного воза с деревянными баржами.

Для хода вниз при найденной мощности действительная скорость будет:

для Волги $2{,}35 + 0{,}9 = 3{,}25$ *м/сек.*, или 281 *км* в сутки;
„ Дона $1{,}3 + 0{,}3 = 1{,}6$ „ „ 138 „ „

4. Найти экономическую скорость хода для деревянной сухогрузочной баржи $L = 120$ *м*, $B = 17$ *м*, $h = 2{,}85$ *м* при движении вверх на участке Сарепта — Казань при скорости течения $C = 1{,}1$ *м/сек*.

Решаем уравнение (16) для значений $a = 17\,200$ руб., $F = 48$ *м*²; получаем $V = 2{,}4$ *м/сек.*; следовательно, действительная экономическая скорость хода вверх определяется $2{,}4 - 1{,}1 = 1{,}3$ *м/сек.*, или 112 *км* в сутки. Для той же баржи на шлюзованном Дону при ходе вверх при $C_0 = 0{,}4$ *м/сек.* экономическая скорость хода в покойной воде будет $V = 1{,}35 - 0{,}4 = 0{,}95$ *м/сек.*, или 82 *км* в сутки.

Для хода вниз действительная скорость будет:

для Волги $2{,}4 + 0{,}9 = 3{,}3$ *м/сек.*, или 285 *км* в сутки;
„ Дона $1{,}35 + 0{,}3 = 1{,}65$ „ „ 142 „ „

Следует еще раз отметить, что для более точного решения экономической скорости следовало бы пользоваться более сложной формулой (14), что и исполнено графическим способом на графиках №№ 5 и 6, пренебрегая первым и последним членами формулы (14).

Аналогично приведенным расчетам по нахождению экономической скорости, для осадки при строительной грузоподъемности, легко решить ту же задачу для промежуточных значений осадок барж. Однако для частного случая буксировки порожних барж следует искать себестоимость перевозки не за 1 *т/км*, а за 1 *км* пробега. Полученному ряду экономических скоростей соответствовали бы определенные и крайне разнообразные мощности буксиров. Но в практической деятельности, конечно, целесообразней мощности, полученные теоретическим путем, свести к нескольким стандартным типам буксиров. Для случая Волго-Донской магистрали окончательно выбраны следующие типовые экономические скорости для осадки 2,85 *м*, близкие к выше исчисленным, соответственно которым далее и рассчитаны стандартные типы буксиров; для промежуточных осадок судов скорости исчислены обратным путем в зависимости от мощностей стандартных буксиров.

Район работ и типы барж	Скорость хода—*км* в сутки					
	С грузом при осадке 2,85 *м*		С грузом при осадке 1,8 *м*		Порожнем	
	Вверх	Вниз	Вверх	Вниз	Вверх	Вниз
А. Волга.						
Жел. наливные баржи . . . . . (Астрахань—Сарепта)	150	—	—	—	—	370
Жел. сухогр. баржи . . . . . (Казань—Сарепта)	140	310	160	350	220	380
Дер. сухогр. баржи . . . . . (Казань—Сарепта)	110	280	150	320	190	360

Район работ и типы барж	Скорость хода—*км* в сутки					
	С грузом при осадке 2,85 *м*		С грузом при осадке 1,8 *м*		Порожнем	
	Вверх	Вниз	Вверх	Вниз	Вверх	Вниз
Б. Дон.						
Жел. наливные баржи	—	210	—	—	220	—
Жел. сухогр. баржи	150	210	170	230	210	270
Дер. сухогр баржи	120	180	140	200	160	220

Экономическая скорость при буксировке нескольких барж.

В приведенных выше соображениях нами дан метод нахождения экономической скорости хода судов для буксирного воза, состоящего из буксира и одной баржи, но в практической деятельности часто встречаются случаи буксировки нескольких барж. Однако предложенный метод нахождения экономических скоростей весьма легко распространить и для случая буксировки нескольких барж. Выведенная выше формула части себестоимости за время хода вверх против течения (15) в новом случае буксировки нескольких барж легко преобразуется в вид:

$$X = \frac{na + S_1 K (nF)^{0,75} V^{2,12}}{2 \times 86.400\, n\, Q\, T\, (V - C)} = \frac{a + S_1 K\, n^{-0,25} F^{0,75} V^{2,12}}{2 \times 86.400\, Q\, T\, (V - C_0)} \quad \ldots\ldots (17),$$

где n число барж в буксирном возе.

Если баржи неодинаковы по размерам, то очевидно вид формулы (17) будет:

$$X = \frac{(a_1 + a_2 + \ldots a_n) + S_1 K (F_1^{0,75} + F_2^{0,75} + F_n^{0,75}) V^{2,12}}{2 \times 86.400\, (Q_1 + Q_2 \ldots Q_n)\, T\, (V - C)} \quad \ldots\ldots\ldots (18).$$

Приравнивая первую производственную выражения (17) нулю, легко найти аналогично формуле (16) искомую экономическую скорость хода для буксирного воза из нескольких барж:

$$V^{2,12} - 1,89\, C\, V^{1,12} - \frac{n^{-0,25}\, a}{1,12\, S_1\, K\, F^{0,75}} = O \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19).$$

В частном случае буксировки двух железных барж размерами: $L = 120$ *м*; $B = 17$ *м*; $h = 2,85$ *м*; $Q = 4\,800$ *т* при $a = 29\,520$ р.; $F = 48$ *м*²; $C = 1,1$ *м/сек.* формула (19) дает результат:

$V = 2,74$ *м сек.*, против $V = 2,64$ *м/сек.* при буксировке одной баржи.

Анализ приведенных соображений зависимости себестоимости перевозки от скорости хода буксирного воза указывает на следующие, важные для рассматриваемого вопроса, выводы:

1. Чем больше грузоподъемность железной или деревянной баржи, введенной в эксплоатацию, тем бо́льшую необходимо выбирать экономическую скорость хода. В пределах исследуемых размеров барж разница между экономическими скоростями вверх против течения барж размерами: $L = 120$ *м*, $B = 17$ *м* и барж меньших размеров: $L = 85$ *м*, $B = 14$ *м* достигает лишь до 10 *км* в сутки.

Следовательно, в таких узких пределах при выборе экономических скоростей важнее узнать на кривых геометрическое место района экономических скоростей, нежели искать точное соответствие данной грузоподъемности определенной точки экономической скорости.

2. В двух баржах одинаковой грузоподъемности, но разных по материалу корпуса (железной или деревянной) экономическая скорость хода для железной выше экономической скорости деревянной баржи; при чем разница между экономическими скоростями вверх против течения железной и деревянной баржи достигает до 30 *км* в сутки для одинаковых грузоподъемностей.

3. Экономическая скорость хода буксирных груженых возов вниз по течению и соответствующая мощность тяги теоретически вполне определимы, но в практике судоходства мощности буксиров для тяги вверх и вниз, с грузом и порожняком приходится брать рассчитанную по наиболее сопротивляемому участку реки, т. е. для хода вверх против течения с грузом.

Поэтому скорость буксировки для хода вниз с грузом и буксировки порожних барж должна быть найдена обратным путем, по мощности тяги того паротеплового буксира, который получится при расчете для тяги вверх с грузом.

Влияние цены перевозимого товара на скорость хода судов.

Предыдущее решение задачи о нахождении наивыгоднейшей скорости хода буксирного воза дано нами без учета стоимости перевозимого товара. Между тем влияние фактора цены товара на скорость доставки имеет несомненное значение. Большая цена товара, высота кредита, при недостаточности товара, конечно, являются стимулом для увеличения скорости доставки не только по случайным обстоятельствам—простой торговой ажитации, но и по существу экономичности доставки дорогих товаров с некоторой большей скоростью.

Все эти соображения определенно указывают на необходимость при выборе скоростей для ценных грузов придерживаться в довольно пологих кривых графиках №№ 4 и 5 правых больших пределов, получаемых при решении формулы (16).

Учет влияния цены товара на скорость доставки его легко сделать из следующих соображений.

Обозначим:

S_2—стоимость 1 *т* перевозимого товара,

a_1—годовой процент капитализации, иначе банковский, учетный процент,

l—средний пробег товара.

u—техническую скорость хода судна *км*/сутки,

t—время доставки груза без простоя на конечных пристанях и простоях в пути, т. е. $t = \frac{l}{u}$;

тогда потеря капитала за время (t) доставки 1 *т* груза при учетном проценте a_1 определится:

$$S_2' = \frac{a_1 S_2 t}{100.365} = \frac{a_1 S_2 l}{100.365\, u} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20).$$

Выражение (20) указывает, что потеря капитала уменьшается пропорционально увеличению скорости доставки груза. Следовательно, потеря капитала S_2', при уменьшении скорости доставки увеличивает общую стоимость перевозки 1 *т*/*км* на величину:

$$X_1' = \frac{S_2'}{l} = \frac{a_1 S_2}{100.365\, u} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21).$$

Общая себестоимость перевозки, с учетом этого последнего обстоятельства, для скоростей: $u_1 u_2 \ldots\ldots u_n$, взятых в пределах, близких к экономической скорости, соответственно выразится рядом слагаемых:

$$X_1 + X_1';\ X_2 + X_2' \ldots\ldots\ldots X_n + X_n' \ldots\ldots (22),$$

где $X_1\ X_2 \ldots\ldots X_n$—себестоимости перевозки в части содержания подвижного состава—соответственно при скоростях хода $u_1 u_2 \ldots u_n$.

$X_1'\ X_2' \ldots\ldots X_n'$—соответственное увеличение себестоимости перевозки при учете потери капитала.

Если из ряда общей себестоимости (22) взять наименьшую сумму $X_э + X_э'$, то, очевидно, она будет соответствовать экономической скорости хода $u_э$.

ГЛАВА III

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИВЫГОДНЕЙШЕЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ НЕСАМОХОДНЫХ СУДОВ.

Грузоподъемность непаровых судов на речных магистралях колеблется в крайне широких пределах: например, для Волжского бассейна — от самого незначительного тоннажа до 12 000 *т*. Грузоподъемность непарового судна при найденной выше экономической скорости хода буксирного воза предопределяет мощность буксира, которая также соответственно имеет значительную амплитуду колебания — от нескольких десятков до 2 000 индика-

торных сил. Совершенно очевидно, что в этих широких пределах данным судоходным и экономическим условиям плавания соответствуют свои наивыгоднейшие грузоподъемности баржи и мощность буксира, дающие в совокупности минимум себестоимости перевозки.

Нахождение наивыгоднейшей грузоподъемности непаровых судов в зависимости от различных эксплоатационно-экономических условий плавания для данного района реки является крайне важным вопросом при правильной эксплоатации флота, но, к сожалению, до сих пор остающимся неразработанным как теоретически, так и практически.

Судоходная практика интуитивно следовала одному главнейшему правилу—на коротких линиях держать флот меньшей грузоподъемности и мощности, но это правило в значительной степени предопределялось условиями экономической обстановки работы, так как короткие линии давали главным образом небольшие партии груза. Если на короткой линии появлялась значительная партия груза, то бывали частные примеры постановки на линию судов большей грузопоъемности, но повторяем, что, как правило, короткие линии имели менее мощный флот.

Например, волжская современная практика Волжского Государственного речного пароходства имеет специально выделенный флот для транзитных и местных линий; при этом соотношение грузоподъемностей и мощностей флота на указанных линиях определяется следующей таблицей по данным 1927 г.

Буксиро-сухогрузн. перевозки

	Средний пробег в *км*	Средн. мощн. паротепл. в инд. силах	Средн. грузоп. барж в *т*
Транзитные	1 262	287	1 950
Местные	263	165	432

Товаро-пассажирские перевозки.

	Средний пробег груза в *км*	Средн. мощн. паротеплох. в инд. силах
Транзитные	852	735
Местные	247	170

Расчеты по нахождению наивыгоднейшего типа баржи можно произвести тремя методами: первый метод—путем статистических изучений состава флота и размеров судов, находящихся в эксплоатации на данном водном пути, второй — метод вариантных расчетов, третий—метод аналитического расчета.

Статистический метод основан на предположении, что экономическая целесообразность в работе прошлого коллективного опыта выработала наилучшие типы подвижного состава. Однако отме-

ченные широкие пределы колебания грузоподъемностей и мощностей судов крайне затрудняют применение этого способа в расчетах. Возможная ошибочность в установившихся взглядах прошлого в этих вопросах, а также соображение, что всякий проектируемый новый водный путь существенно изменяет экономику и эксплоатацию флота, делают статистический метод расчета совершенно неприемлемым, без основательной поверки его другими, более совершенными методами.

Метод вариантных расчетов заключается в нахождении минимума себестоимости перевозки из ряда вариантов себестоимости перевозки при буксировке различных типов барж, при различных условиях их работы. Но так как себестоимость перевозки зависит от весьма значительного количества факторов (глубина плеса, скорость течения реки, скорость хода, длина рейса, материал корпуса, тип судна, скорость грузовых работ и т. д.), то, очевидно, вариантный метод расчета должен потребовать по теории сочетаний весьма значительного количества решений, которые весьма часто немыслимо исполнить, учитывая их сложность и многочисленность. Помимо этого существенного недостатка метод вариантных расчетов не дает наглядного математического взаимодействия перечисленных факторов, создающих то, что принято называть условиями работы судна.

Аналитический метод расчета наивыгоднейшего типа судов лишен отмеченных недостатков статистического и вариантного методов расчета; идеей его является установление математической зависимости наивыгоднейшей грузоподъемности баржи от главнейших эксплоатационно-экономических условий плавания и работы флота.

Грузоподъемность баржи выражается следующей простой практической формулой:

$$Q = L\ B\ б_0\ (h - h_0) \ldots\ldots (1),$$

где Q —грузоподъемность баржи в тоннах,

L, B—соответственно длина и ширина баржи в *м*,

h, h_0—соответственно осадка судна с грузом и без груза в *м*,

$б_0$—коэфициент полноты средней грузовой ватерлинии (между порожней и грузовой).

Абсолютная величина этого коэфициента подробно указана в главе IV „Выбор габарита непарового судна“.

Если примем:

$Q_{ст}$ — строительную регистровую грузоподъемность судна, при осадке с грузом $h_{ст}$;

$Q_{эк}$ — эксплоатационную грузоподъемность его, при осадке с грузом $h_{эк}$, где $h_{эк} < h_{ст}$,

то, очевидно, коэфициент, определяющий использованность тоннажа, выразится:

$$E = \frac{Q_{эк}}{Q_{ст}}, \text{ или } Q_{эк} = E\,Q_{ст} \ldots\ldots (2).$$

Абсолютное значение коэфициента с достаточной точностью для наших расчетов можно вывести из соотношения:

$$E = \frac{L B б_o (h_{эк} - h_o)}{L B б_o (h_{CT} - h_o)} = \frac{h_{эк} - h_o}{h_{CT} - h_o} \ldots\ldots\ldots (3).$$

Обозначим:

S_0 — стоимость годового содержания буксирного воза.

a „ „ „ 1 m строительной грузоподъемности непарового судна,

b — стоимость годового содержания 1 инд. силы буксира,

N_i — число индикаторных сил буксира,

$M_б, M_п$ — соответственно количеству барж и пароходов, потребных для организации перевозок при грузообороте P и пробеге l.

Тогда годовое содержание буксирного флота определится следующей общей формулой:

$$S_0 = a\ Q_{CT}\ M_б + b\ N_i\ M_п \ldots\ldots\ldots (4).$$

Если в приведенной формуле (4) скорость движения буксирного воза сохранить постоянной, то при изменении грузоподъемности Q будет меняться также и мощность парохода N_i, соответственно изменению сопротивления баржи. Совершенно очевидно, что изменение Q и N_i вызовет также и изменение членов a и b, которые являются функцией соответственно Q_{CT} и N_i.

На графике № 4 была уже показана зависимость годового содержания 1 инд. силы парохода и 1 эффективной силы теплохода от мощности двигателя: на графике № 7 изображена зависимость годового содержания 1 m грузоподъемности железных и деревянных барж от их грузоподъемности. Не трудно видеть, что изображенные кривые представляют собой вид гиперболы: $a = \frac{S_2}{Q^m}$; $b = \frac{S_1}{N^n}$, конкретное значение которой удовлетворяет выражениям по ценам, принятым в настоящем расчете:

1) для пароходов:

$$b = \frac{S_1}{N^{0,3}} = \frac{1\,330}{N^{0,3}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5);$$

2) для теплоходов:

$$b = \frac{S_1'}{N^{0,3}} = \frac{1\,150}{N^{0,3}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6);$$

3) для железных закрытых барж:

$$a = \frac{S_2}{Q^{0,485}} = \frac{390}{Q^{0,485}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7);$$

4) для деревянных закрытых барж:

$$a = \frac{S_2'}{Q_{CT}^{0,4}} = \frac{119}{Q_{CT}^{0,4}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8).$$

Для перехода к довоенным ценам необходимо числитель уменьшить на соответствующий коэфициент вздорожания.

Подставляя в формулу (4) соответствующие значения (5) и (7), получим годовую стоимость содержания буксирного флота из пароходов и железных барж:

$$S_o = \frac{S_2\ Pt_б}{E\,Q_{CT}^{0,485}\,T} + \frac{S_1\ Pt_п}{E\ Q_{CT}\ T} N_i^{0,70} \quad . \ . \ . \ . \ . \ (9),$$

но мощность парохода при установившемся движении выражается формулой:

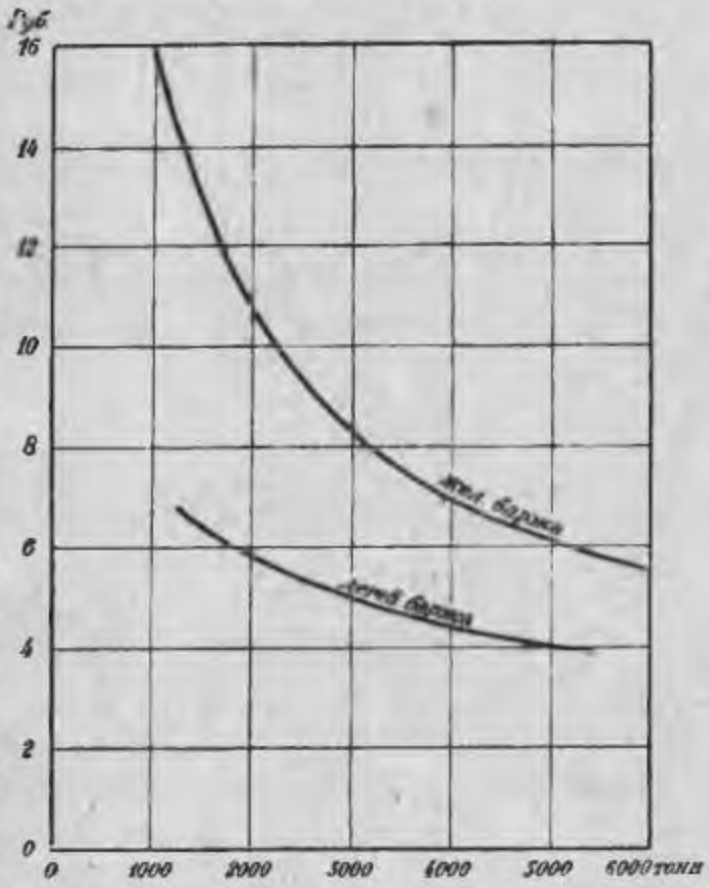
$$N_i = \frac{R\ .\ V}{75\ \eta} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (10),$$

где R—сопротивления баржи при данной скорости V;

V — скорость хода в *м/сек* в покойной воде;

η—коэфициент полезного действия парохода, обычно принимаемый в пределах рассматриваемых скоростей и мощностей парохода 0,35 для груженых возов и 0,32 для порожних.

Для более точных расчетов можно было бы и коэфициент полезного действия построить как функцию $\eta = f\ (N_i\ V)$, но ввиду незначительного колебания его пределов для упрощения расчета можно принимать указанный выше размер.



Черт. 7. Годовая стоимость содержания 1 *т* строительной грузоподъемности баржи.

Сопротивление R баржи, при соотношениях размеров, которые нами исследуются, можно выразить простой одночленной формулой вида, уже указанного в главе II „Определение экономической скорости буксирного воза“:

$$R = \varphi_o\ F\ V^{1,83} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (11).$$

F — площадь мидельшпангаута,

φ_o — коэфициент в зависимости от материала, очертания корпуса и осадки судов, определяемого из следующих данных:

	Жел. баржи	Дер. баржи
Осадка 2,85 *м*	20—22	27—29
„ 1,8 „	20	25—26

Совершенно очевидно, что вместо формулы (11) можно исследование произвести и с формулой Геберса (Gebers):

$$R = (fS + \varphi F)\ V^{2,25}\ ,$$

значение членов которой приведено в той же главе II.

Подставляя формулы (10) и (11) в выражение (9), получим годовое содержание буксирного флота:

$$S_0 = \frac{S_2\ P\ t_б}{E\ Q_{CT}^{\ 0,485}\ T} + \frac{S_1\ P\ t_н}{E\ Q_{CT}\ T}\left(\frac{\varphi_0}{75\ \eta}\right)^{0,70} V^2\ F^{0,7}\ \ .\ .\ (12).$$

В формуле (12) член F заменим через Q.

Из формулы грузоподъемности баржи (1), учитывая, что $F = \beta\ Bh_{эк}$, где β – коэфициент полноты мидельшпангоута баржи, и приняв отношение $\frac{L}{B} = \alpha_1$, легко вывести:

$$F = \sqrt{\frac{\beta_2\ h^2_{эк}\ Q_{эк}}{\alpha_1\ б_0\ (h_{эк} - h_0)}} = \sqrt{\frac{\beta^2\ h^2_{эк}\ Q_{CT}}{\alpha_1\ б_0\ (h_{CT} - h_0)}}\ .\ .\ .\ (13).$$

Подставляя выражение (13) в формулу (12), получаем годовую стоимость содержания буксирного флота:

1) для железных барж:

$$S_0 = \frac{S_2\ P t_б}{E\ Q_{CT}^{\ 0,485}\ T} + \frac{S_1\ P t_н\ K_0\ V^2}{E\ Q^{\ 0,650}\ T}\ .\ .\ .\ .\ .\ (14);$$

2) для деревянных барж:

$$S_0 = \frac{S'_2\ P t_б}{E\ Q_{CT}^{\ 0,4}\ T} + \frac{S_1\ P t_н\ K_0\ V^2}{E\ Q^{\ 0,650}\ T}\ .\ .\ .\ .\ (15),$$

где:

$$K_0 = \left(\frac{\varphi_0}{75\ \eta}\right)^{0,7}\ \left(\frac{\beta^2\ h^2_{эк}}{\alpha_1\ б_0\ (h_{CT} - h_0)}\right)^{0,35}\ .\ .\ .\ .\ (16).$$

Следует отметить, что абсолютные значения коэфициентов, входящих в формулу (16), указаны в главе „Выбор габарита непаровых барж.

Себестоимость 1 *т/км* перевозки, на основании формулы (14) и (15) и аналогичных рассуждений главы II, определится для одностороннего грузового направления:

а) для железных барж:

$$X = \frac{S_2\ t_б}{E\ Q_{CT}^{\ 0,485}\ Tl} + \frac{S_1\ K_0\ V^2\ t_н}{E\ Q_{CT}^{\ 0,65}\ Tl}\ .\ .\ .\ .\ .\ (17);$$

б) для деревянных барж:

$$X = \frac{S'_2\ t_б}{E\ Q_{CT}^{\ 0,4}\ Tl} + \frac{S_1\ K_0\ V^2\ t_н}{E\ Q_{CT}^{\ 0,65}\ Tl}\ .\ .\ .\ .\ .\ (18),$$

где T—длина навигации,
$t_б$—оборот баржи,
$t_п$—оборот парохода,
l — пробег баржи с грузом.

Влияние норм грузовых работ и простойности баржи на ее грузоподъемность.

Простойность баржи складывается из времени, потребного:

1. На фактическую нагрузку и выгрузку баржи, зависящие от величины грузоподъемности баржи и норм грузовых работ.
2. На ожидание погрузки и выгрузки.
3. На прочие причины (отсутствие товара на пристани, ожидание буксира, аварии и т. д.).

Как указывает практика, величина коэфициента простойности баржи в значительной степени зависит от времени „прочих простоев". Но учесть это время в расчетах бывает крайне трудно, так как, помимо эксплоатационных обстоятельств работы, в данном случае вытекает необходимость учета ряда экономических условий работы пристани.

Для выяснения абсолютного значения простоев баржи и величины коэфициента простойности γ приведем выводы из статистических материалов по работе барж и буксиров речных госпароходств за 1926 г.

Госпароходства	Общее время навигации суток	Из него в процентах:					Общий коэфиц. простойности γ
		Ход с грузом	Ход без груза	Нагрузка, выгрузка	Ожидание нагрузки и выгрузки	Прочие причины	
А. Непаровой							
Волжское нефтефлот . . .	190	37,5	14,5	10	7	31	0,48
сухогрузн. .	190	10,5	7,5	24	8,5	49,5	0,82
Зап.-Сибирское	167	25,0	8,0	14	26	27	0,67
Кубанское	234	9	6	25,5	23	35,5	0,85
Б. Паровой							
Волжское нефтефлот . . .	190	50	27	—	—	—	0,23
„ сухогрузн. . .	190	43	21	—	—	—	0,36
Зап.-Сибирское.	148	39	15	—	—	—	0,46
Кубанское.	192	21	11	—	—	—	0,68

Следовательно, общий коэфициент простойности в 3,5—5 раз более частного коэфициента простойности на грузовые работы. Это обстоятельство с убедительностью доказывает невозможность в расчетах по нахождению наивыгоднейшей грузоподъемности барж руководствоваться только технической нормой грузовых работ.

Если обозначить:

t_o — общее время простоев барж за один оборот,

t_o' — время прочих простоев баржи, кроме простоев под перегрузочными работами.

A_T — техническую норму грузовых работ — тонн в сутки,

$A_ф$ — фактическую (условную с учетом всех простоев барж) норму грузовых работ,

тогда время на грузовые операции $t_н$ для одного груженого направления равно $\frac{2EQ}{A_T}$ и для двух груженых направлений $\frac{4EQ}{A_T}$.

Общее время простоя баржи можно выразить:

а) через техническую норму грузовых работ и время прочих накладных простоев

$$t_o = \frac{2EQ}{A_T} + t_o' \quad \ldots\ldots\ldots \quad (19);$$

б) через фактическую (условную) норму грузовых работ

$$t_o = \frac{2EQ}{A_ф} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (20);$$

принимая $A_ф = \frac{A_T}{n}$, где n — коэфициент перехода от технической нормы грузовых работ к фактической (условной), равный, как указывалось в практике речных госпароходств 3,5 — 5, можно формулу (20) написать в виде:

$$t_o = \frac{2_n EQ}{A_T} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (21).$$

Легко вывести, что коэфициент:

$$n = \frac{t_o}{t_н} = 1 + \frac{t_o'}{t_н} = 1 + \frac{t_o' A_T}{2EQ}$$

Следовательно, время оборота баржи можно представить в виде

$$t_o = \frac{l}{U_г} + \frac{l}{U_п} + \frac{2n\,EQ}{A_T} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (22),$$

где $\frac{l}{U_г} + \frac{l}{U_п} = t_x$.

Подставляя последнее значение в формулы (17) и (18), после преобразований будем иметь несколько иной вид формул себестоимости перевозки для определения наивыгоднейшей грузоподъемности баржи при одном груженом направлении, а именно:

а) для железной баржи:

$$X = \frac{2\ S_2\ n}{A_T\ Tl}\ Q^{0,515} + \frac{S_2\ t_x}{E\ Q^{0,485}\ Tl} + \frac{S_1\ K_o\ V^2\ t_n}{E\ Q^{0,65}\ Tl} \ldots (23);$$

б) для деревянной баржи:

$$X = \underbrace{\frac{2\ S_2'\ n}{A_T\ Tl}\ Q^{0,6}}_{\text{Себестоимость баржи за время простоя.}} + \underbrace{\frac{S_2'\ t_x}{E\ Q^{0,4}\ Tl}}_{\text{Себестоимость баржи за время хода}} + \underbrace{\frac{S_1\ K_o\ V^2\ t_n}{E\ Q^{0,65}\ Tl}}_{\text{Себестоимость буксира за весь его оборот.}} \ldots\ldots (24)$$

Если имеется случай двойного грузового направления, то, очевидно, в знаменателе второго и третьего членов формул (23) и (24) необходимо поставить коэфициент 2.

Формула наивыгоднейшей грузоподъемности барж в окончательном виде, после диференцирования уравнения (23) и (24) и приравнивания их нулю, примут вид в зависимости от нормы грузовых работ:

а) для железных барж:

$$Q_{CT}^{\ 0,165}\left(\frac{nE\ Q_{CT}}{A_T} - 0,47\ t_x\right) = 0,63\ \frac{S_1}{S_2}\ K_o\ V^2\ t_n \ldots (25);$$

б) для деревянных барж:

$$Q_{CT}^{\ 0,25}\left(\frac{nE\ Q_{CT}}{A_T} - 0,33\ t_x\right) = 0,54\ \frac{S_1}{S_2'}\ K_o\ V^2\ t_n \ldots (26).$$

Подставляя вместо $n = 1 + \frac{t_o' A_T}{2EQ}$, получим:

а) для железных барж:

$$Q_{CT}^{\ 0,165}\left(\frac{E\ Q_{CT}}{A_T} + \frac{t_o'}{2} - 0,47\ t_x\right) = 0,63\ \frac{S_1}{S_2}\ K_o\ V^2\ t_n \ldots\ldots (25a),$$

б) для деревянных барж:

$$Q_{CT}^{\ 0,25}\left(\frac{E\ Q_{CT}}{A_T} + \frac{t_o'}{2} - 0,33\ t_x\right) = 0,54\ \frac{S_1}{S_2'}\ K_o\ V^2\ t_n \ldots\ldots (26a).$$

Для случая двух груженых направлений в формулах (25) и (26) числовые коэфициенты должны быть уменьшены в два раза, и соответственным образом вычислены значения t_x и t_n.

Решим формулы (25) и (26) для следующего конкретного случая при двустороннем грузовом движении:

$S_1 = 1\,330$; $S_2 = 390$; $S'_2 = 119$; $h_{CT} = 2,85$; $h_{зк} = 2,0$;

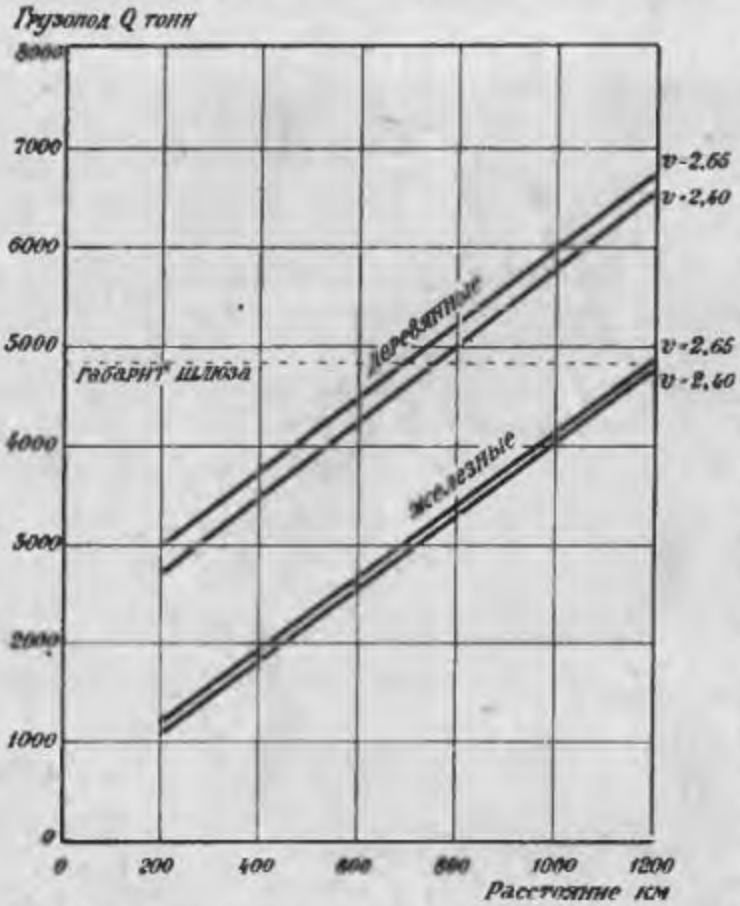
$h_o = 0,32$ для жел. баржи; $h_o = 0,57$ для деревянной баржи:

$A_T = 600$ m в сутки; $n = 3$; $\varphi_o = 21$ для жел. барж;

$\varphi_o = 28$ для деревянных барж: $\eta = 0,32$; $\beta = 1$; $\alpha_1 = \frac{L}{B} = 7$;

$\delta_0 = 0{,}85$. Значение пробега груза примем в вариантах 200 *км*, 600 *км*, 1 200 *км*; скорость хода V в вариантах 2.4 *км/сек*, 2,65 *км/сек*.

Результаты решения приведены на графике № 8.



Черт. 8. Схема определения наивыгоднейшей грузоподъемности барж.

На основании приведенных рассуждений можно сделать следующие заключения по вопросу о наивыгоднейшей грузоподъемности непаровых судов:

1. Данным эксплоатационно-экономическим условиям плавания соответствует вполне определенная наивыгоднейшая грузоподъемность непарового судна.

2. Предел наивыгоднейшей грузоподъемности баржи тем выше, чем больше фактическая норма выгрузки или погрузки, чем меньше время простоев на пристанях, чем больше скорость хода буксирного воза, чем больше длина пробега.

Наибольшее влияние на величину наивыгоднейшей грузоподъемности имеет скорость перегрузочных работ и время простоя баржи на пристанях.

3. Расчеты указывают, что при весьма длинных пробегах судна и при очень высоких нормах механизированной погрузки и выгрузки, при минимуме простоев на пристанях, наивыгоднейшая грузоподъемность непаровых судов имеет крайне высокую величину, которая часто не может быть осуществлена на практике вследствие предельности использования габарита судна по глубине, ширине и кривизне реки, а также по конструктивным соображениям. В этом случае может представиться необходимость полученную теоретическую грузоподъемность разместить в двух или трех баржах, т. е. получить буксирный воз не из одной баржи, а из нескольких, но поверив результаты согласно формул, разобранных ниже, для случая буксировки нескольких барж.

4. В районы с незначительными пробегами, небольшими нормами перегрузочных работ следует назначать суда меньшей грузоподъемности; обратно—для длинных рейсов и значительных норм перегрузки следует назначать максимальные по грузоподъемности суда, вытекающие из формул (25) и (26) или, что еще удобнее, по графикам типа № 8 и технических условий плавания.

Наивыгоднейшая грузоподъемность барж при буксировке нескольких барж

Обозначим:

m — число одновременно буксируемых судов,

R общее их сопротивление,

$R_1, R_2 \ldots R_m$ — соответственное сопротивление каждой баржи по отдельности.

Допуская для упрощения расчета $R = R_1 + R_2 + \ldots R_m$ или при равенстве размеров барж:

$$R = mR_1$$

и рассуждая аналогично предыдущему, легко вывести формулу наивыгоднейшей грузоподъемности при буксировке нескольких барж: для железных барж соответственно формуле (25):

$$Q_{CT}^{0,165}\left(\frac{n\,E\,Q_{CT}}{A\,T} - 0,47\ t_x\right) = \frac{0,63\ S_1\ K_o\ V^2\ t_n}{S_2\ m^{0,3}} \ldots . (25a);$$

для перехода от формул (25—26) к соответственным случаям буксировки нескольких барж следует вторую часть этих формул разделить на $m^{0,3}$.

Влияние партионности груза на величину грузоподъемности судна.

Предыдущие рассуждения исходят из предположения обеспеченности пристани отправления массовыми партиями груза. В этом случае предполагается, что какая бы ни получилась, может быть, достаточно высокая расчетная наивыгоднейшая грузоподъемность баржи, она все же будет заполнена без промедления грузом. Однако в практической деятельности подача груза на некоторые мелкие пристани осуществляется в таком ограниченном количестве, что не может заполнить всю расчетную грузоподъемность баржи. В этих случаях, когда судоходные условия плавания дают расчетную грузоподъемность более значительную, чем количество груза, могущее одновременно поступить на пристань в силу экономических условий данного района, могут быть два варианта решения: *первый*—баржа расчетной наивыгоднейшей грузоподъемности производит сбор небольших партий груза на близ лежащих пристанях; *второй*—расчетная наивыгоднейшая грузоподъемность снижается, ограничиваясь величиной преимущественно подаваемых партий груза.

Принятие того или иного решения определяется, конечно, в значительной мере индивидуальной обстановкой в работе данного района, т. е. достаточной близостью пристаней прибытия груза в районах его сдачи, календарностью поступления груза на эти мелкие пристани, условиями грузовых работ и т. п.

Определение наивыгоднейшего габарита путевых сооружений.

Наивыгоднейшую грузоподъемность непарового судна легко определить из предыдущих формул и рассуждений; однако при проектировании новых магистралей, а также при выработке нового типа судна размером больше, чем существующие на данной реке, совершенно необходимо сделать поверку на прохождение выбранного типа судна через габарит естественного русла реки или шлюза в случае искусственного пути.

Влияние габарита естественного русла реки на размеры судов определяется довольно простыми соображениями главы I—„Эксплоатационно-экономические условия плавания", тогда как наивыгоднейшие габариты шлюза или землечерпательной прорези и размеры непаровых судов, как увидим из дальнейшего исследования, находятся в более сложной экономической зависимости.

Полная себестоимость перевозки, при учете стоимости содержания сооружений речного пути, складывается из двух основных элементов:

1. Себестоимости перевозки 1 m груза, падающей на стоимость эксплоатации флота, которую можно назвать „себестоимостью эксплоатации флота"—X_1.

2. Себестоимости перевозки 1 m груза, падающей на стоимость эксплоатации всех сооружений магистрали, т. е. шлюзов, ложа канала землечерпательных работ и т. д., которую можно назвать „Себестоимостью эксплоатации пути"—X_2, т. е.:

$$X = X_1 + X_2 = \frac{S_0 + S_0'}{Pl} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (27).$$

S_0, S_0' — соответственно годовые стоимости содержания флота и путевых сооружений.

$P.l$ — грузооборот в $m/км$; при условии возрастания грузооборота в B раз можно без значительной ошибки, не учитывая незначительных расходов, не зависящих от движения „себестоимости эксплоатации флота", принять, что:

$$X = \frac{B \cdot S_0 + S_0'}{B \cdot Pl} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (28).$$

„Себестоимость эксплоатации флота"—X_1—с увеличением грузоподъемности судна Q растет меньше, чем годовая стоимость его содержания; в этом случае зависимость между себестоимостью перевозки и грузоподъемностью можно представить кривой вида гиперболы:

$$X_1 = \frac{b_1}{Q^m} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (29);$$

или, обозначая:

W — водоизмещение камеры шлюза в тоннах,

a_1 — отношение водоизмещения камеры шлюза к соответственной грузоподъемности судна Q, вмещающегося беспрепятственно с минимально допустимым запасом в камере, получаем измененную формулу:

$$X_1 = \frac{b_1 a^m}{W^m} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (30).$$

„Себестоимость эксплоатации пути“ — X_2 — с увеличением размеров камеры также возрастает, так как возрастание объема камеры шлюза происходит более значительным темпом, чем соответственные стоимости содержания путевых сооружений; зависимость между себестоимостью перевозки и размерами камеры шлюза можно выразить кривой вида параболы:

$$X_2 = b_2 \; W^n \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (31).$$

Общая себестоимость перевозки, согласно формул (29—31), определится:

$$X = X_1 + X_2 = \frac{b_1 a^m}{W^m} + b_2 \; W^n \ldots\ldots\ldots\ldots (32).$$

Для наглядности излагаемой идеи расчета формулу (32) лучше представить в графическом виде.

Взяв первую производную выражения (32) и приравнивая ее нулю $\frac{dX}{dW} = O$, из полученного уравнения при условии постоянства коэфициента a легко найти наивыгоднейший объем шлюза и соответственно ему размеры $L_1 \; B_1 \; H$, сообразуясь отношениями между главными размерами, установленными в главе IV. — „Выбор габарита непарового судна“.

Для конкретных условий Волго-Донского канала первая часть формулы (32) — „себестоимость эксплоатации флота“ — рассчитана применительно к методу расчета главы „Себестоимость перевозки“ для различных грузоподъемностей непаровых судов. Вторая слагаемая — „себестоимость эксплоатации пути“ — исчислена на основании определения годовых стоимостей содержания сооружений пути, эскизно проработанных Техническим отделом Управления Волго-Донским строительством для различных размеров камеры шлюза.

Результаты некоторой части расчетов, приведенные для наглядности в графике № 9, дали возможность при осадке судов в 2,85 *м* принять площадь плана камеры шлюза в 2 340 *кв. м* при длине ее $L = 130$ *м* и ширине $B = 18$ *м*, при глубине на короле 3,6 *м*.

Соотношение между длиной и шириной камеры шлюза принято согласно соображений, вытекающих из выражения:

$$a_1 = \frac{L}{B} = \frac{L_1 - l_e}{B_1 - b_e} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (33),$$

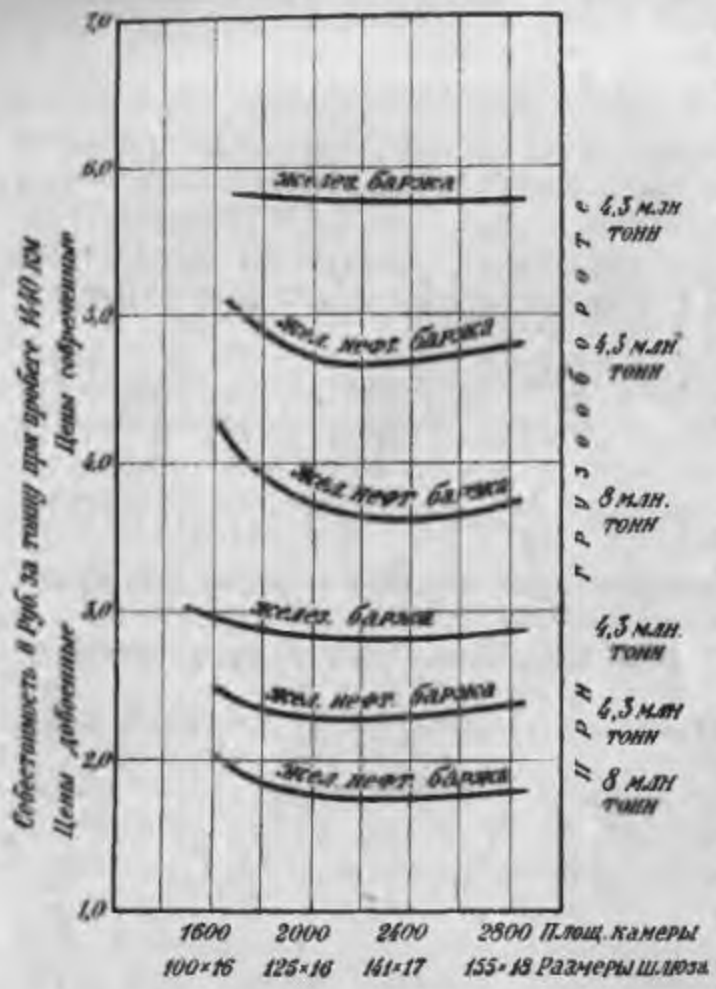
где:

L, B — соответственно длина и ширина непарового судна, при чем $\alpha_1 = \frac{L}{B}$ для размеров полученного шлюза взято нами равным 7, согласно указаний главы IV—„Выбор габарита непаровых судов“,

L_1 B_1 — соответственно длина и ширина камеры шлюза,

l_0 b_0 — соответственно минимальные запасы по продольной и поперечной осям камеры шлюза и вписанного судна.

Анализ размеров непаровых судов, работавших в довоенное время в Волжском бассейне, указывает, что через шлюзы размером $130 \times 18 \times 3{,}6$ *м* проходит почти 95% общего количества флота.



Черт. 9. Схема нахождения наивыгоднейшего размера камеры шлюза.

Поверка габарита шлюза на пропускную способность. Если обозначить время шлюзования судна t_m, то суточное число шлюзования будет:

$$n = \alpha \frac{24}{t_m} \ldots\ldots (43),$$

где α — коэфициент использования времени суток для прохождения судов через шлюз.

Предположим, что в шлюзную камеру вмещается m судов грузоподъемностью каждое Q; тогда пропускная способность шлюза за всю навигацию в T дней выразится при двустороннем грузовом движении:

$$P_1 = n\,T\,m\,Q = \alpha \frac{24}{t_m}\,T\,m\,Q \ldots\ldots\ldots\ldots (35),$$

а при одностороннем:

$$P_2 = \alpha \frac{12}{t_m}\,T\,m\,Q \ldots\ldots\ldots\ldots (36)$$

для случая волго-донских шлюзов при условии $Q = 4\,000$ *т*; $T = 196$ дней; $t_m = 31$ минута; $\alpha = 1$; $m = 1$; $P_1 = 36{,}4$ млн. *т*;

$P_2 = 18{,}2$ млн. *т*, что значительно менее фактического грузооборота, принятого в расчетах главы I—„Эксплоатационно-экономические условия плавания"—7 млн. *т*. Более детальные расчеты о действительной пропускной способности шлюзов в различные периоды навигации указаны в главе VIII – „Графики движения".

Грузоподъемность барж для Волго-Донской магистрали. Соответственно расчетному наивыгоднейшему габариту шлюза Волго-Донского канала предельными размерами судна являются: длина 120 *м*, ширина 17 *м* и грузоподъемность при осадке 2,85 *м* для железных судов 4 800 *т* и деревянных 4 000 *т*.

В зависимости от указанной предельной грузоподъемности остальные суда для менее выгодных условий работы, т. е. менее длинных пробегов, пониженных норм перегрузки, определяются, ориентируясь по графику № 8, а также в зависимости от условий габарита шлюзов Сев. Донца при длине камеры 111 *м* и ширине 17 *м*.

а) Деревянные баржи грузоподъемностью 2 100 *т* для района работ Камышин—Сталинград—Ростов или Сев. Донец.

б) Деревянные баржи грузоподъемностью 2 300 *т* для района работ Сызрань—Саратов—Ростов или Сев. Донец.

в) Деревянные баржи грузоподъемностью 4 000 *т* для района работ устье Камы—Самара—Ростов.

г) Железные сухогрузные баржи грузоподъемностью 2 500 *т* для района работ Саратов—Камышин—Ростов или Сев. Донец.

д) Железные сухогрузные баржи грузоподъемностью 3 400 *т* для района работ Самара—Сызрань—Ростов или Сев. Донец.

е) Железные сухогрузные баржи грузоподъемностью 4 800 *т* для района работ устье Камы—Самара—Ростов.

ж) Железные наливные баржи грузоподъемностью 4 800 *т* для работ на линии Астрахань—Ростов.

з) Железные наливные баржи грузоподъемностью 3 200 *т* для работ на линии Астрахань—пристани р. Дона и Сев. Донец.

ГЛАВА IV

ВЫБОР ГАБАРИТА НЕСАМОХОДНЫХ СУДОВ.

В предыдущих главах исследования были определены наивыгоднейшая грузоподъемность непаровых судов и экономическая скорость хода буксирного воза; эти два важнейших расчетных элемента предопределяют возможность приближенного установления основных размеров непаровых судов.

Решим задачу двумя способами: первый — на основе зависимости между грузоподъемностью баржи и соотношениями между ее главными размерами, второй—контролирует первый на основе поверки веса порожней баржи.

Обозначим:

Q— грузоподъемность в тоннах непарового судна, найденную методом, указанным в предыдущей главе: „Определение наивыгоднейшей грузоподъемности непаровых судов“;

L —длину судна в *м*;

B —ширину судна в *м*;

h —осадку судна с грузом в *м*;

h_0—осадку судна порожнем в *м*;

б —коэфициент полноты водоизмещения судна с грузом;

$б'_0$—коэфициент полноты водоизмещения судна без груза.

Тогда формула грузоподъемности выразится:

$$Q = LB\ (hб - h_0 б_0') \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (1).$$

Формулу (1) в практике берут несколько в упрощенном виде:

$$Q = LB б_0 (h - h_0) \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (2),$$

где $б_0$—коэфициент полноты средней ватерлинии (между порожней и грузовой при полной осадке).

Для того чтобы по формуле (2) найти основные размеры барж, необходимо предварительно анализировать соотношения, связывающие основные размеры и характеристики в существующих типах судов.

Мы не имеем возможности привести детали проделанной работы по анализу указанных соотношений для весьма многочисленного количества волжских непаровых судов (более 300); поэтому ограничимся лишь результативными выводами:

1. Отношение между длиной и шириной волжских барж колеблется в следующих пределах:

	$\alpha_1 = \frac{L}{B}$
а) для железных барж грузоподъемностью:	
до 1 000 *т*	4,5—5,5
1 000— 3 500 „	6—7—7,5
3 500 – 5 000 „	7—7,75—8,5
5 000 – 8 000 „	7—7,5—7,6
8 000 –10 000 „	6,5—7,0—7,5
б) для деревянных барж грузоподъемностью:	
500—1 000 *т*	3—3,5—4
1 000—2 000 „	3,5—5—7
2 000—4 000 „	5—6,75—7,5
4 000—6 000 „	6,5—7,25 –7,5

2. Отношение между длиной баржи и высотой ее борта колеблется для Волги в пределах:

а) для железных барж грузоподъемностью: $\alpha_2 = \frac{L}{H}$

до 1 000 *т*	16—20
1 000— 3 000 „	24—32—38
3 000— 5 000 „	25—42—48
5 000—10 000 „	40—45—50

б) для деревянных барж грузоподъемностью:

500—1 000 *т*	10—13—20
1 000—2 000 „	13—20—28
2 000—4 000 „	18—27—32
4 000—6 000 „	29—32,5—34

3. Коэфициенты полноты средней грузовой ватерлинии принимаются в пределах:

а) Для деревянных судов—по данным Регистра в соответствии со следующими данными:

Характеристика судов: носовое и кормовое очертания	Отношение концевого погона к ширине судна	Коэфициент средней грузовой ватерлинии
А. Баржи		
Острое	$\geqslant 1,5$	0,83—0,84
Нормальное	1,5—1,1	0,86—0,88
Близкое к тупому	1,1—0,8	0,88—0,90
Тупое	$\leqslant 0,8$	0,88 0,92
Б. Полулодки	—	0,95
В. Барочный тип	$\geqslant 1$	0,88—0,92
	< 1	0,94—0,96

Для расчетного случая Волго-Донской магистрали:

а) для деревянной баржи $б_0 = 0,86—0,85$;
б) для железных сухогрузных барж $б_0 = 0,91—0,87$;
в) для железных наливных барж $б_0 = 0,92—0,91$.

4. Осадки барж порожнем h_0 и с грузом h определяются, главным образом, сообразуясь с глубиной плеса. Волжская прак-

гика дает следующие соотношения между грузоподъемностью и осадками судов:

а) для железных барж

		h	h_o
грузоподъемностью:	400— 3 200 *т*	1,9 - 2,4 *м*	0,25—0,35—0,45;
	3 200— 6 500 „	2,4—2,6 „	
	6 500—10 000 „	2,8—3,0 „	

б) для деревянных барж:

грузоподъемностью:	400—2 400 *т*	1,9—2,8 *м*	0,35—0,50—0,65.
	2 400—4 400 „	2,6—2,9 „	

Учитывая, что $\alpha_1 = \frac{L}{B}$, формулу (2) можно представить в виде:

$$L = \sqrt{\frac{\alpha_1 Q}{б_o (h - h_o)}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3);$$

если в правую часть равенства подставить найденную выше наивыгоднейшую грузоподъемность баржи и соответственно ей члены $\alpha_1, h, h_o, б_o$, то получим искомое значение длины баржи L.

Зная длину судна и отношение $\alpha_1 = \frac{L}{B}$, легко определить ширину судна $B = \frac{L}{\alpha_1}$ . . . . . (4).

Высота непарового судна определяется из выше приведенного соотношения $\alpha_2 = \frac{L}{H}$:

$$H = \frac{L}{\alpha_2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (5).$$

Имея высоту борта H и осадку с грузом h, необходимо поверить, согласно правилам Регистра, высоту надводного сухого борта:

$$H_o = H - h \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (6).$$

Для деревянных барж высота сухого борта должна составлять по правилам Регистра $^1/_4$ от высоты всего борта для высокобортных судов, у которых высота борта к длине составляет не менее $^1/_{20}$, и $^1/_3$ от высоты борта для низкобортных барж.

Поверка веса баржи. При детальных расчетах следует приведенные выше основные размеры судов поверить расчетом веса порожнего судна и сходимостью его с формулой:

$$q = L B h_o \; б_o' \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (7),$$

где q—вес порожнего судна с полным снаряжением; $L B h_o$—соответственно длина, ширина осадка порожнем, $б_o^1$— коэфициент полноты водоизмещения порожнего судна. Вес судна состоит из веса корпуса и снаряжения судна. Вес корпуса железных барж для ориентировочных расчетов по Регистру можно предсттвить формулой:

$$q_o = к \; LBH \; . \; . \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (8),$$

где q_0—вес корпуса судна и его обычных рубок и надстроек исключая длинных во всю длину корпуса надстроек) в тоннах.

$L\ B\ H$—соответственно длина, ширина судна и высота его борта;

$\varkappa$—коэфициент, зависящий от типа судна, характера постройки и пр., имеет значение:

1) для барж речных и системных длиной до . . 115 *м*—0,0573;
2) „ „ „ „ „ „ свыше 115 „—0,0635;
3) „ „ рейдовых и озерных . . . . . „ 0,0700;
4) „ „ низкобортных наливных барж, высотою борта менее 1,83 *м* (тип рр. Оки и Москвы) . . . . . 0,0865—0,092;
5) для низкобортных сухогрузных барж (тип рр. Оки и Москвы). . . . . 0,0635—0,0690;
6) для сухогрузных барж с деревянной палубой коэфициент $\varkappa$ менее на 15% вышеуказанных норм.

Вес снаряжения составляет примерно 5—8% от веса корпуса судна, при чем правый предел относится к судам небольшой грузоподъемности.

Приведенные соображения позволили для Волго-Донской магистрали для каждой определенной выше наивыгоднейшей грузоподъемности Q найти следующие основные размеры судов:

Таблица основных размеров типовых непаровых судов

Тип баржи	Основные размеры непаровых типовых судов						Коэфиц. полноты
	Грузопод. в *т* Q	Длина в *м* L	Ширина в *м* B	Высота борта в *м* H	Осадки: С груз. h	Осадки: Порожнем h_0	δ_0
I. Железные сухогрузные	4 800	120	17,0	3,56	2,85	0,28	0,91
	3 400	98	15,5	3,56	2,85	0,32	0,89
	2 500	85	14,0	3,56	2,85	0,35	0,87
II. Деревянные сухогрузные. . .	3 960	120	17,0	3,85	2,85	0,55	0,85
	2 800	97	15,0	3,85	2,85	0,60	0,85
	2 100	85	13,0	3,85	2,85	0,65	0,85
III. Железные наливные	4 800	120	17,0	3,15	2,85	0,28	0,92
	3 200	100	14,0	3,15	2,85	0,28	0,92

В заключение считаем небесполезным привести номенклатуру основных заданий, выдаваемых судоходными предприятиями судостроительным заводам на постройку несамоходных барж, принятую в настоящее время в речных государственных пароходствах.

Основные технические задания на постройку несамоходной баржи.

1. а) Наименование бассейна.
   б) Район плавания.
2. а) Тип судна и материал корпуса.
   б) Род груза, предназначенного к перевозке в трюме и на палубе.
   в) Максимальный объем штуки груза и род упаковки.
   г) Полная полезная грузоподъемность в *т*.
3. Ориентировочные главные размеры корпуса:
   а) Длина в *м*.
   б) Ширина „
   в) Высота борта „
   г) Высота с надстройкой.
4. Осадка:
   а) Порожнем не более *м*.
   б) В полном грузу не более *м*.
5. а) Требования в отношении класса Регистра.
   б) Требования в отношении качества материалов корпуса.
6. Надстройки:

А. Общая характеристика:

   а) Род надстроек.
   б) Высота надстроек (внутренний обмер).
   в) Общее размещение.
   г) Материал надстроек.
   д) Характер внутр. отделки.

Б. Размещение экипажа:

   а) Численность экипажа.
   б) Его размещение:

   1) в одноместных каютах,
   2) в двухместных „
   3) в трехместных „

   Перечень помещения общего пользования специального и служебного назначения, с указанием места расположения.

7. Грузовые трюмы:
   а) Число трюмов.
   б) Расположение и приблизительный объем.
   в) Число и размеры грузовых люков.
8. Рулевое устройство:
   а) Число, тип и система рулей.
   б) Система рулевого привода.
9. Вспомогательный котел:
   а) Система и назначение.
   б) Рабочее давление (желательное) в атм.
   в) Род топлива.
10. Прочие судовые устройства:
   а) Якорное устройство и система якорей.
   б) Брашпиль.
   в) Швартовое устройство.
   г) Буксирное „
   д) Число мачт и их вооружение.
   е) Водоотливные средства.
   ж) Противопожарные средства.
   з) Водоснабжение.
   и) Освещение:

   1) род;
   2) вольтаж (для электрического освещения).

   к) Отопление.
   л) Вентиляция:

   1) естественная,
   2) искусственная.

   м) Погрузочно-выгрузочное устройство:

   1) скорость погрузки и выгрузки,
   2) система грузов. механизма,
   3) число и вылет стрел.

   н) Радио-установка:

   1) тип и мощность,
   2) радиус действия.

11. Специальные особые устройства.

ГЛАВА V

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БУКСИРОСПОСОБНОСТИ ПАРОТЕПЛОХОДОВ.

Найденные в предыдущих главах наивыгоднейшая грузоподъемность баржи и ее основные размеры, а также экономическая скорость хода баржи, дают возможность определить мощность буксира для тяги баржи.

Для упрощения математического выражения буксироспособности парохода движение буксирного воза приходится рассматривать как движение одной материальной точки в центре тяжести всего буксирного воза, в которой сосредоточена масса всего буксирного воза и действуют следующие главнейшие силы:

1. Реакция воды на движитель, являющаяся движущей силой всего буксирного воза, иначе сила тяги по движителю—F_g.

2. Сопротивление буксирного парохода и барж при их движении—R.

3. Сила действия и противодействия между отдельными судами буксирного воза.

4. Сила веса каравана и обратная реакция воды.

Сделанное предположение заставляет пренебречь перемещением масс некоторых составных частей буксира, например механизмов парохода, центров тяжести отдельных судов относительно друг друга и т. д.

При рассмотрении явлений движения буксирного воза могут встретиться два случая:

1. Общий случай неравномерно-ускоренного движения, формулы которого позволяют определить потребную движущую силу при начале движения в момент трогания буксирного воза с места стоянки.

2. Равномерно-установившееся движение, формулы которого дают возможность найти движущуюся силу в условиях обычной работы буксирного воза.

Неравномерно-ускоренное движение.

При трогании буксирного воза с места стоянки скорость его движения меньше той равномерной скорости хода, при которой буксирный воз работает нормально. Движущая сила тяги F_g в случае неравномерного движения идет не только на преодоление сопротивления судов R, но также и на приращение количества движения. Уравнение движения буксирного воза можно написать в общем виде:

$$Mdv = (F_g - R)\,dt \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1),$$

или

$$F_g = R + M\frac{dv}{dt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2),$$

где

M — масса буксирного воза

$$M = \left(\frac{D + D_1 + D_2 \ldots + D_n}{g}\right) 1\,000 \ldots\ldots (3),$$

D — водоизмещение парохода,
D_1 — „ первой баржи,
D_2 — „ второй баржи и т. д.
g — ускорение силы тяжести 9,81 *м/сек.*,
dv — приращение скорости хода буксирного воза,
dt — приращение времени хода,

$\frac{dv}{dt}$ — ускорение буксирного воза в данный момент времени,

F_g — движущая сила буксирного воза или сила тяги по движителю,
R — сопротивление буксирного воза.

В грубом приближении, пренебрегая в формуле (2) величиной R, как незначительной при начале движения, и заменяя $\frac{dv}{dt}$ через $\frac{v}{t}$, где v — скорость хода буксирного воза при его трогании, t — время, в которое ее нужно достичь, можно формулу (2) представить в виде

$$F_g = 102 \left(\frac{D + D_1 + D_2 + \ldots D_n}{t}\right) v \ldots\ldots\ldots (4).$$

Равномерно-установившееся движение.

Если допустить, что скорость v — постоянна, то $\frac{dv}{dt} = 0$ и формула (2) примет вид уравнения равномерно-установившегося движения.

$$F_g = R \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5).$$

Этот случай для практики имеет громадное значение, так как соответствует случаю буксировки с постоянною скоростью при расходе, примерно, одного и того же количества энергии.

Анализируем правую и левую части уравнения движения буксирного воза (5) при установившемся движении. Сопротивление буксирного воза R состоит из сопротивления барж R_1, и сопротивления парохода R_2, т. е.

$$R = R_1 + R_2 \ldots\ldots\ldots\ldots (6).$$

Сопротивление движению барж.

Различные исследователи величину сопротивления движению буксирного непарового судна представляли в общем виде:

$$R = fSV^x + \varphi FV^n \ldots\ldots\ldots (7).$$

Как показали опыты Центрального правления речных госпароходств, вид формулы (7) является наиболее отвечающим действительным явлениям, при чем наилучшие результаты эта формула дает с коэфициентами, предложенными Карапетовым[1], конечно, в пределах практических скоростей хода судов, т. е. более 1 *м/сек.* и менее 3,5 *м/сек.*

V — скорость хода в тихой воде, при чем для скоростей менее 1 *м/сек.* рекомендуется результат формулы (7) умножить на

$$0{,}77\ (v^2 + 03\ v)$$

n — показатель степени при скорости V для железных и деревянных барж 2,3;

k — показатель степени при скорости V для железных барж 1,83, для деревянных 2,0;

f — коэфициент сопротивления трению для железных судов 0,17, а для деревянных 0,25;

φ — коэфициент водоворотных сопротивлений, в пределах обычных скоростей и в условиях плавания в неограниченной воде, зависит, главным образом, от форм образования носовой и кормовой частей судна. Как указывают некоторые исследователи (Де-Масс, Карапетов и др.), пределами φ служат: $min\ \varphi = 2$ для судов весьма острых очертаний при коэфициенте водоизмещения $б < 0{,}7$ и $max\ \varphi = 30$ для судов формы параллелепипеда, т. е. при $б = 1$. Кроме того величина φ также зависит от скорости хода судна и соотношений осадки судна и глубины плеса. Указанная весьма широкая амплитуда колебания φ, а также отмеченные обстоятельства, конечно, значительно обесценивают точность применения формулы сопротивления проф. Карапетова. Перед исследователями стоит задача дальнейшего уточнения функциональной зависимости φ от перечисленных выше факторов.

Практика динамометрических исследований указывает, что для волжских судов удовлетворительных очертаний коэфициент φ близок для железных барж к 5—7, а для деревянных—к 6—8.

S — площадь смоченной поверхости судна

$$S = L\,(2h + \alpha_0 B) \ldots\ldots\ldots \quad (8);$$

α_0 — коэфициент, зависящий от формы корпуса судна, принимаемый нами для железных барж 0,9, а для деревянных судов 0,85;

F — площадь мидельшпангоута баржи

$$F = \beta B h;$$

β — коэфицент полноты мидельшпангаута для речных барж, близкий к пределу 0,95—0,99.

---

[1] В. Карапетов, О сопротивлении движению судов внутреннего плавания.

Сопротивление корпуса буксира.

Для определения сопротивления буксирных паротеплоходов с плоскими очертаниями дна, но плавно соединяющегося с боковыми стенками, как показывают те же динамометрические испытания Центрореки, может служить формула Рина [1], дающая наиболее верные результаты:

$$R = f S V^{1,83} + \varphi F V^{2,5} \ldots\ldots\ldots (9),$$

где f — коэфициент трения, равный 0,153;

V — скорость движения буксира в покойной воде;

φ — коэфициент водоворотного сопротивления выражается формулой:

$$\varphi = 5\left[i_1\ c_1 + \left(\frac{B}{L_1}\right)^2 + i_2\ c_2\left(\frac{B}{L_2}\right)^2\right],$$

где

$$c_1 = \frac{1,1\ n_1^3}{(3n_1-2)\left[1+n_1^2\left(\frac{B}{2L_1}\right)^2\right]};\ n_1 = \frac{\alpha_1}{1-\alpha_1},$$

$$c_2 = \frac{1,1\ n_2^3}{(3n_2-2)\left[1+n_2^2\left(\frac{B}{2L_2}\right)^2\right]};\ n_2 = \frac{\alpha_2}{1-\alpha_2};$$

α_1, α_2 — соответственно коэфициенты полноты носовой и кормовой частей грузовой ватерлинии;

L_1, L_2 — соответственно длина носового и кормового образований:

$$i_1 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2c_1};\ i_2 = \frac{1}{3} + \frac{2}{3c_2};$$

F — подводная площадь мидельшпангаута:

$$F = \beta B h;$$

S — смоченная поверхность корпуса буксира, выражается эмпирическими формулами, например:

1. Bourgois, Gebers $S = \alpha_0 L (2h + B) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$,

где α_0—в пределах 0,7 — 0,85, при чем левый предел относится к судам с острым очертанием, а правый – к более тупым.

2. Riehn $S = 0,9 L\ (2h + 0,85 B)$.

3. Mumford $S = L\ (1,7h + 0,863 B)$.

Сопротивление судов при движении в мелководных плесах и каналах.

Тейберт [2] указывает, что более простой формулой для определения сопротивления судов и достаточно близкой к действительности является формула Геберса (Gebers):

---

[1] W. Riehn, Die Berechnung des Schiffswiderstandes.

[2] Teubert, Die Binnenschiffart.

1. Для определения сопротивления при движении судов в мощных водных потоках:

$$R = (fS + \varphi F)\ V^{2,25} \ldots\ldots\ldots\ldots (11).$$

2. Для определения сопротивления при движении судов в потоке с небольшой глубиной:

$$R = (fS_б + f_g\ S_g + \varphi F)\ V^{2,25} \ldots\ldots\ldots\ldots (12),$$

где

φ — для судов с острыми обводами 1,7 и для судов с тупыми обводами 3,5,

f — для железных судов 0,14,

f_g — коэфициент в зависимости от глубины под днищем судна, определяемый в размере:

1,00 *м* — 0,14
0,75 „ — 0,185
0,50 „ — 0,258
0,25 „ — 0,350,

F — площадь мидельшпангоута,
S — смоченная поверхность корпуса,
$S_б$ — смоченная боковая поверхность корпуса,
S_g — поверхность днища судна.

Формула Геберса (12), учитывая влияние глубины, не учитывает ширину потока, а между тем для движения судов в канале этот фактор имеет весьма значительное влияние; поэтому в формулу Геберса следует вводить некоторую поправку. Как указывают исследования, а также динамометрические испытания Научно-технического комитета НКПС[1], наиболее удачной поправкой является формула E. Sonne, выражающая в формуле (11) коэфициент водоворотного сопротивления φ в зависимости от скорости хода, отношения площади живого сечения канала к площади мидельшпангоута и коэфициента полноты водоизмещения судна:

$$\varphi = \left[\frac{n}{n - (1 + 0,2\,\delta^2\,V^2)}\right]^{2,25} \ldots\ldots\ldots\ldots (13),$$

$$n = \frac{\omega}{F} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14),$$

где

ω — площадь живого сечения канала,
F — площадь мидельшпангоута,
δ — коэфициент полноты водоизмещения судна,
V — скорость хода судна.

Следует отметить, что при $n > 10$ поправка, согласно формулы (13), сводится к незначительной величине, а поэтому ею можно пренебрегать.

---

[1] „Динамометрические и теплотехнические испытания на Приладожских каналах в 1923 г.“ Труды НТК НКПС.

Влияние уклона реки на сопротивление судов.

Некоторые исследователи сопротивление движению судов при значительных поверхностных уклонах реки увеличивают на величину:

$$i \Delta D \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15),$$

где

i — поверхностный уклон реки,

Δ — плотность воды,

D — водоизмещение судна.

Однако в условиях незначительного уклона Волги и Дона указанным фактором мы пренебрегаем.

Формулы мощности и буксироспособности пароходов.

Найдем потребную мощность буксира, способную преодолеть найденные выше сопротивления судов при их движении.

При равномерно установившемся движении индикаторная мощность определится формулой:

$$N_i = \frac{F_i V}{75} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

где

N_i — мощность машины в инд. силах,

F_i — сила тяги по паровой установке, или иначе индикаторная сила тяги,

V — скорость хода судов в покойной воде.

Если обозначим:

η_m — коэфициент полезного действия машины, принятый нами при нормальном числе оборотов в 0,80 — 0,85, при чем левый предел относится к небольшим машинам, а правый — к большим;

η_g — коэфициент полезного действия движителя для колесных буксиров 0,35 — 0,5; для колесных тов.-пассаж. пароходов 0,50 — 0,6; для винтовых дижителей 0,45 — 0,7, где левые пределы относятся к мелководным плесам, а правые — к глубоким плесам; при особо мелких плесах (0,6—0,9 мтр.) коэфициенты полезного действия движителя могут иметь еще более низкие значения.

Тогда сила тяги по движителю (иначе на упорном подшипнике)

$$F_g = \eta_m \eta_g F_i \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17),$$

и формула (16) преобразуется:

$$N_i = \frac{F_g V}{75 \eta_m \eta_g} = \frac{RV}{75 \eta_m \eta_g} \ldots\ldots\ldots\ldots (18).$$

Общий коэфициент полезного действия парохода в дальнейших расчетах для колесных движителей принимался: для буксиров порожнем без барж 0,42, для тов.-пассаж. пароходов 0,45.

Сила тяги на гаке определяется из выражения:

$$R_1 = F_g - R_2 = R - R_2 \ldots\ldots\ldots\ldots (19);$$

если обозначить:

$$\eta_б = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{R_1}{R},$$

тогда общая формула буксироспособности для буксирного парохода напишется:

$$N_i = \frac{R_1 V}{75 \eta_m \eta_g \eta_б} = \frac{R_1 V}{75 \eta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20).$$

Общий коэфициент полезного действия буксира (на гаке), как показывают опыты, в буксирном возе с груженными непаровыми судами можно принимать равным 0,35, а при порожних судах 0,32.

Если в формулу (20):

$$N_i = \frac{R_1 V}{75 \eta}$$

подставить ранее определенное:

$$R = f S V^k + \varphi F V^n$$

при соответственной замене:

$$S = L(2h + \alpha_0 B), \text{ и } F = \beta B h,$$

тогда *основной вид формулы буксироспособности парохода* будет:

$$N_i = \frac{\varphi \beta B h V^{n+1} + f L (2h + \alpha_0 B) V^{k+1}}{75 \eta} \quad \ldots\ldots\ldots (21).$$

Формула (21) связывает мощность буксира с главнейшими размерами непаровой баржи и главнейшими элементами, сопутствующими движению буксирного воза, а поэтому является наиболее желательной для практических применений. Подставляя в нее известные величины основных размеров судов, экономическую скорость и коэфициенты сопротивлений, можно с достаточной точностью определить мощность буксира.

Мощность машины находится в прямой зависимости от размера ее цилиндров; хотя детализация этого вопроса не входит в прямую нашу задачу, однако, ввиду значительного практического интереса, при имеющихся частых случаях потери сведений о мощности существующих пароходов приведем зависимость мощности и размеров цилиндра, выражаемую следующей формулой в общем виде:

$$N_i = \frac{\frac{\pi D^2}{4} 2n \, S P_m}{60.75} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (22),$$

где

D — диаметр цилиндра,
n — число оборотов машины в минуту,
S — ход поршня,
P_m — среднее индик. давление в цилиндре в *кг*, равное kP_t,
P_t — среднее теоретическое давление в цилиндре в *кг*,
k — коэфициент полноты диаграммы; при чем
P — рабочее давление пара в котле,
P_0 — абсолютное давление, равное $P + 1$.

При машинах с многократным расширением расчет мощности ведется по цилиндру низкого давления, согласно Бауэру[1]), в следующем порядке:

[1] Г. Бауэр, Расчеты и конструкции судовых машин и котлов, пер. с немецкого.

Обозначим для машины тройного расширения:

D_1 — диаметр в *см* Ц. В. Д.
D_2 — „ „ Ц. С. Д.
D_3 — „ „ Ц. Н. Д.

Тогда отношение объемов цилиндров высокого и низкого давления определится:

$$\frac{V_1}{V_3} = \frac{D_1^2}{D_3^2} = a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (23).$$

Для машин компаунд следует вместо D_3 брать D_2.

Зная степень наполнения Ц. В. Д. — ε_1, принимаемую обыкновенно 0,45 — 0,78, легко определить степень общего наполнений $\varepsilon = a\varepsilon_1$.

По найденной величине ε из приводимой ниже таблицы находим из отношения $\frac{P_t}{P_o}$:

ε	$\frac{P_t}{P_o}$	ε	$\frac{P_t}{P_o}$	ε	$\frac{P_t}{P_o}$
0,05	0,20	0,15	0,44	0,30	0,67
0,06	0,22	0,16	0,46	0,35	0,72
0,07	0,25	0,17	0,47	0,40	0,77
0,08	0,28	0,18	0,49	0,45	0,81
0,09	0,31	0,19	0,51	0,50	0,84
0,10	0,33	0,20	0,52	0,55	0,88
0,11	0,35	0,22	0,56	0,60	0,90
0,12	0,37	0,24	0,59	0,65	0,93
0,13	0,40	0,26	0,62	0,70	0,95
0,14	0,42	0,28	0,64	0,75	0,96

Далее, согласно формулы $P_m = kP_t$, имея значение коэфициента полноты диаграммы k, можно определить среднее индик. давление в цилиндре P_m. Величина коэфициента k лежит в следующих пределах:

1. Расширение в одном цилиндре:

а) большие машины, небольшое число оборотов 0,7 — 0,75,
б) небольшие машины, большое число оборотов 0,65 — 0,7.

2. Двойное расширение, машины компаунд:

а) большие машины с числом оборотов < 100. 0,6 — 0,67,

б) небольшие машины с числом оборотов > 100. 0,55 — 0,6.

3. Тройное расширение в трех цилиндрах:

а) машины с числом оборотов < 100. . . . . 0,56 — 0,61·

б) машины с числом оборотов > 100. . . . . 0,53 — 0,54.

4. Тройное расширение в четырех и пяти цилиндрах:

а) машины с числом оборотов < 100. 0,54,

б) машины с числом оборотов > 100 . . . . . 0,50 — 0,52.

Подставляя в формулу (22) найденные значения, легко решить ее относительно мощности или размеров цилиндра.

Сопротивление при буксировании нескольких барж.

Формула (21) выведена из условия, что паротеплоход буксирует одну баржу, но в практике, как известно, часто буксируют несколько непаровых судов; для этих случаев формула (21) может быть принята со следующими замечаниями.

Если обозначить число буксируемых судов через n и соответствующие их сопротивления через R_1, R_2. . . . . R_n, то общее сопротивление R_0 может быть равно сумме сопротивлений отдельных барж, или несколько меньше его, т. е.

$$R_0 \leqslant R_1 + R_2 + \ldots\ldots\ldots R_n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24).$$

Принято считать для речных судов, что общее сопротивление трения воза равно сумме трений отдельных судов, а изменяющейся величиной может служить только водоворотное сопротивление.

Если буксируемые суда идут один за другим в направлении диаметральной плоскости первого судна („гуськом"), имеют одинаковые размеры образования и осадку и сдвинуты между собой вплотную, образуя как бы одно длинное судно, носом которого служит нос первого судна, а кормой — корма заднего, то сопротивление в этом случае можно рассматривать как состоящее из суммы сопротивления трения отдельных судов воза и водоворотного сопротивления одного из них. В указанном случае получается минимальный предел сопротивления.

Однако отдельные суда не вплотную придвинуты один к другому, но и не настолько далеко друг от друга, чтобы считать их, в отношении сопротивлений, как отдельные суда; поэтому при расчетах буксирного воза „гуськом" часто берут для средних расчетов сопротивление трения как сумму трений отдельных судов, а водоворотное сопротивление считают полным у носа переднего судна и кормы заднего и половинным на переднюю и кормовую части прочих буксирных судов.

Если счал буксируемых судов произведен в поперечном направлении „пыжом", или если расстояние между судами значительно при буксировке „гуськом", или суда—разных форм и осадок, то общее сопротивление равно сумме сопротивления отдельных судов, каковой случай является максимальным сопротивлением буксирного воза.

Номограмма буксироспособности паротеплохода.

Для предложенной нами формулы буксироспособности паротеплохода (21), в трудах Днепростроя [1] разработан весьма интересный метод построения нашей формулы (21) в виде двух номограмм, соответственно для железной и деревянной барж.

Так как указанным методом номограмм мы пользовались в наших расчетах и этот метод в основе связан с настоящей работой, то мы считаем небесполезным привести краткие извлечения лишь о практических способах пользования номограммами.

Входящие в формулу (21) коэфициенты имеют даваемые разными исследователями примерно нижеуказанные пределы; при чем для построенных номограмм приняты некоторые средние практические значения, близко подходящие к волжским условиям:

Коэфициенты	Примерные пределы для железн. и дерев. непаров. судов		Принятые в номограмме:	
	От	До	для жел. суд.	для дер. суд.
n	2,30	2,5	2,3	2,3
k	1,83	2,0	1,83	2,0
φ	2,0	30,0	5,0	6,0
α_0	0,81	0,95	0,9	0,85
f	0,14	0,28	0,17	0,25
β	0,95	4,0	1,0	1,0
$\alpha_1 = \frac{L}{B}$	4,0	9,0	7,0	6,0
η	0,30	0,45	0,35	0,35

[1] „Графический метод определения буксироспособности речного парохода"— С. П. Фиников, Н. К. Несмачный, Г. Н. Роер. Москва 1927 г.

„Буксироспособность парохода" В. В. Звонков журн. „Водный транспорт" 1924 г.

Основные номограммы №№ 10, 11 соответственно для железных и деревянных барж, взаимной зависимости L, h, V, N_i, построены для следующих пределов указанных переменных величин:

h — в пределах от 0 до 5 *м*;

L — в пределах от 40 до 160 *м* для железных судов и от 40 до 140 *м* для деревянных судов;

V — в пределах от 0 до 3 *м/сек.*, так как скорость более 3 *м/сек.* редко встречается на практике, при чем при пользовании скоростями менее 1 *м/сек.* по номограмме получим менее точные значения (ошибки около 10%);

N_i — в пределах от 0 до 600 HP для железных судов и от 0 до 1 300 HP для деревянных.

Способ пользования основными номограммами ясен из решений нижеследующих задач, получаемых при помощи номограммы:

1. Даны L, h, V; требуется найти N_i.

На горизонтальной шкале скоростей находим данное значение V_a, восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с одной из линий пучка прямых, исходящих из точки пересечения горизонтальной и вертикальной шкал скоростей и идущей к данному h_a на шкале осадок. Полученную точку пересечения сносим по горизонтали на „немую" шкалу. Проводим прямую через эту точку на немой шкале и заданное значение V_a на вертикальной шкале скоростей. Пересечение этой прямой с вертикалью из заданного значения L_a на шкале длин определит точку, соответствующую определенной кривой (гипербола), каковая, пересекая шкалу мощностей, дает определенное значение N_a.

2. Даны h, V, N_i; требуется найти L.

На горизонтальной шкале скоростей находим V_a. Восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с соответствующей линией пучка прямых, идущей к данной h_a на шкале осадок. Найденную точку сносим горизонтально на „немую" шкалу и проводим прямую через эту точку и точку соответственно данному V_a на вертикальной шкале скоростей. Пересечение этой прямой с кривой, идущей от данного N_i на шкале мощностей, дает точку, снося каковую по вертикали на шкалу длин получаем на ней значение L_a.

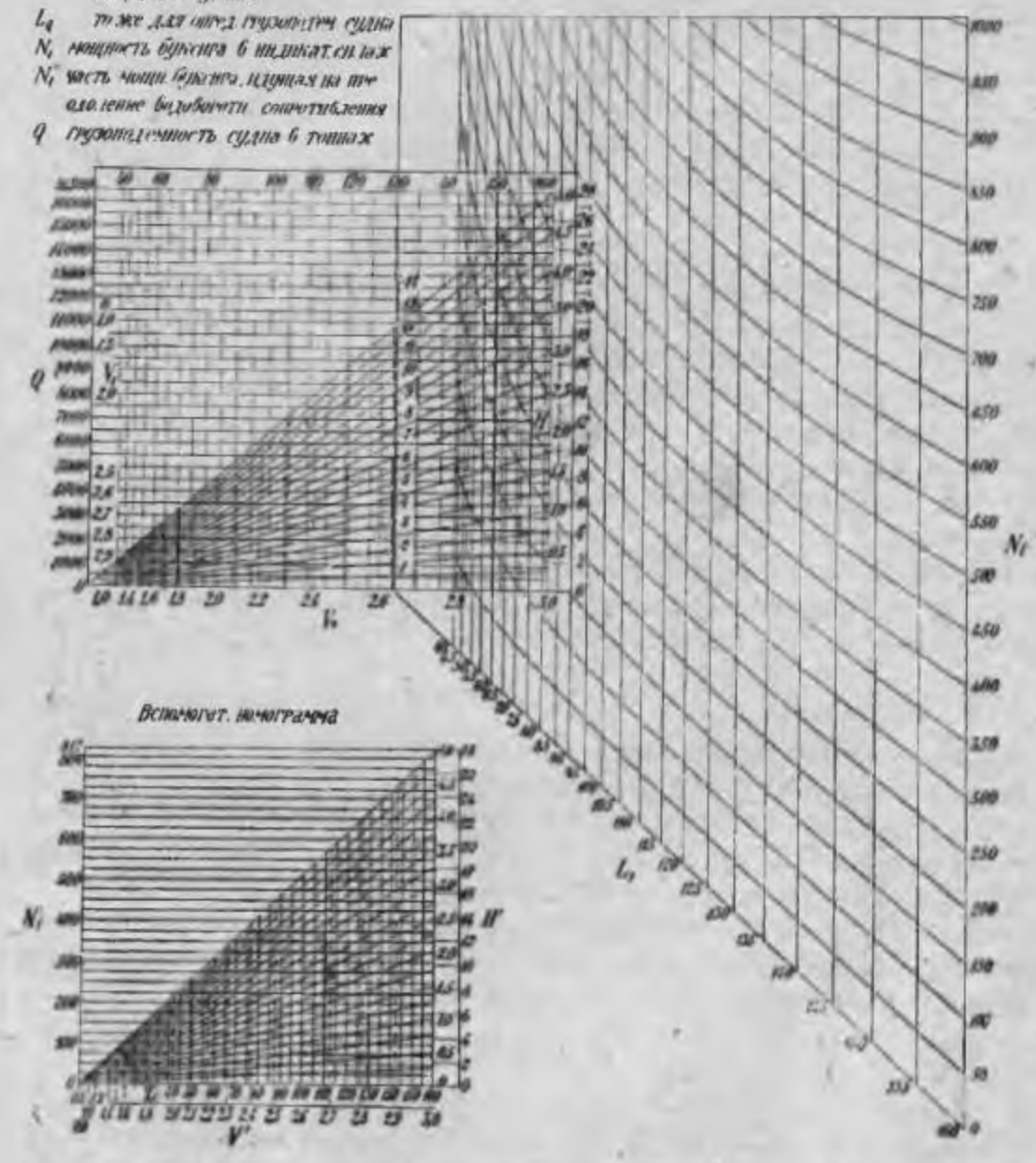
3. Даны V, N_i, L; требуется найти h.

Находим точку пересечения данных N_a L_a, которую соединяем с данной скоростью V_a на вертикальной шкале скоростей. Точку пересечения этой линии с „немой" шкалой сносим по горизонтали до пересечения с перпендикуляром, восстановленным из заданного значения V_a на горизонтальной шкале скоростей. Прямая линия, проходящая через эту точку между соответственными прямыми пучка прямых, определит искомое h_a на шкале осадок.

4. Даны N_a, L, h; требуется найти V.

Находим точку пересечения данных N_a L_a, а также на „немой" шкале точку, соответствующую данному h_a. Соединяя эти точки прямой и продолжая ее до пересечения с вертикальной шкалой скоростей, получим в точке пересечения искомое значение V_a.

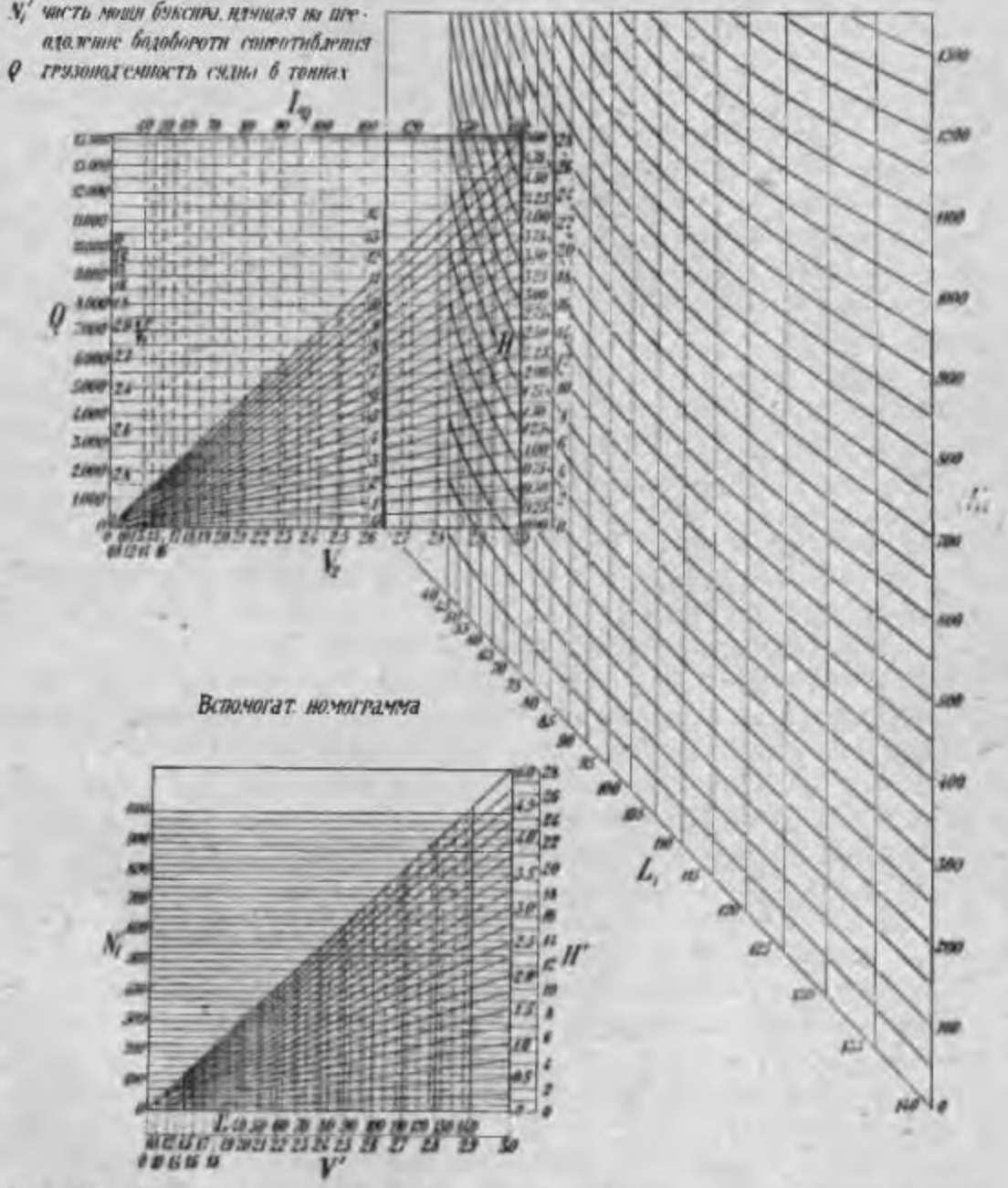
При разрешении вышеуказанных четырех основных задач могут встретиться случаи — правда, довольно



Черт. 10. Номограмма взаимной зависимости между мощностью буксира, длиной шириной) осадкой железного судна и скоростью движения каравана.

редкие на практике—при значениях V, h, близких к максимальным, принятым при построении номограмм, когда прямая, проходящая

через значение V на вертикальной шкале скоростей и соответствующую точку на „немой“ шкале до пересечения с вертикалью от значения L_a шкалы длин, или кривой (гиперболой) значения N_a шкалы мощностей, окажется вне пределов номограммы. В таком случае надо решать задачу при помощи изменения масштабов на шкалах



Черт. 11. Номограмма взаимной зависимости между мощностью буксира, длиной шириной, осадкой деревянного судна и скоростью движения каравана.

h, L, N_i. Считая на шкале h, L отсчеты вдвое бо́льшие тех, которые там нанесены, на шкале N_i получим значения в 4 раза бо́льшие.

В случае небольших значений L, h, V и желания получить результаты с большей точностью можно уменьшить на шкале h L отсчеты вдвое и получать на шкале N_i значение в 4 раза меньшее.

Водоизмещение непарового судна, как известно, выражается формулой:

$$D = L\ B\ h\ б\ \Delta,$$

где

D — водоизмещение судна,

$б$ — коэфициент полноты водоизмещения судна, принятый при построения номограммы для железных барж — 0,9 и для деревянных — 0,85,

Δ — вес *куб. м* воды = 1 000 *кг* или 1 *т*

L, B, h — имеют ранее принятые значения.

Номограммы взаимной зависимости D, L, h построены совместно с номограммами взаимной зависимости L h V N и состоят из шкалы длин судов L на верхней горизонтальной прямой, из шкалы D совместно с вертикальной шкалой скоростей и шкалы h — той же, что и в первом случае. Грузоподъемность D здесь определена „брутто", т. е. принимая во внимание вес непаровых судов и вес груза. Для получения грузоподъемности „нетто" необходимо данную грузовую осадку уменьшать на осадку порожнего судна, каковую с достаточной точностью можно принять для железных судов 0,25—0,45 *м* и для деревянных 0,35 – 0,65 *м*, при чем низшие пределы относятся к малым судам, и высшие — к большим (более подробно — в главе IV „Выбор габарита несамоходных судов").

Способ пользования этой номограммой покажем на следующих примерах решения задач:

1. Даны L, h; определить D.

На горизонтальной шкале L находим значение L_a; опускаем перпендикуляр до пересечения с одной из линий пучка прямых, идущей от данного h_a на шкале h, и через точку пересечения проводим горизонталь до встречи с вертикальной шкалой D, на которой находим значение D.

2. Даны L, D; определить h.

На шкалах L, D находим данные значения, и точка пересечения горизонтали и вертикали, идущих от данных значений L_a D_a, определяет линию пучка прямых и соответствующее h_a на шкале h.

3. Даны D, h; определить L.

Решается подобно первому случаю, заменяя в нем буквы L на D и наоборот, D на L.

Использование номограммы при коэфициентах, отличных от принятых при построении. Основными номограммами можно пользоваться также при изменении входящих в формулу (21) коэфициентов (φ, β, f; α_1, α_0, η), для чего правую часть формулы (21) разделим на две части и заменим $L = \alpha_1\ B$.

$$N_i = \frac{\varphi\ \beta\ B\ h\ v^{n+1}}{75\ \eta} + \frac{f\ \alpha_1\ B\ (2\ h + \alpha_0\ B)\ v^{n+1}}{75\ \eta} \ldots\ldots (25).$$

Обозначая первый и второй члены соответственно через

N_i' N_i'', имеем $N_i = N_i' + N_i''$ . . . . . (26).

Из формул (25) и (26) видно, что индикаторную мощность буксира, при установившемся движении, можно представить состоящей из мощности, затрачиваемой на преодоление водоворотного сопротивления N_i' и на преодоление сопротивления трению N_i''.

Способ пользования основной номограммой при изменении коэфициентов сводится к определению по отдельности N_i; N_i'; N_i'', из которых N_i—на основной номограмме, а N_i' на новой дополнительной номограмме на тех же черт. № 10 и № 11 и N_i'' получается как разность первых двух.

Дополнительные номограммы, взаимной зависимости L, h, V, N_i', построены для следующих пределов указанных переменных величин:

L, h, V — имеют пределы те же, что и для основных номограмм.

N_i' — в пределах от 0 до 817 HP для железного и от 0 до 1 000 HP для деревянного судна. Высшие пределы зависят от принятых максимальных L, h, V.

Каждая из дополнительных номограмм состоит из двух: первой, имеющей шкалы V на горизонтальной прямой и N_i' на вертикальной прямой, и второй со шкалами L, h — горизонтальной и вертикальной. Для перехода от одной номограммы, к другой „немой“ шкалой служит шкала, совпадающая со шкалой h.

Способ пользования дополнительной номограммой покажем на примерах, при разборе решений нижеследующих задач:

1. Даны L, h, V; определить N_i'.

Определяется аналогично первому случаю основной номограммы. Находим точку пересечения пучка прямых соответствующей данной h_a на шкале h с вертикалью значения L_a шкалы L; полученную точку сносим по горизонтали на „немую“ шкалу (она же шкала h) и вновь определяем точку пересечения найденной линии пучка, с вертикалью, проходящей через данное значение V_a на шкале V. Последняя точка, снесенная горизонтально на шкалу N_i', определяет величину N_i'.

2. Даны L, V, N_i'; определить h.

Находим точку пересечения перпендикуляров от шкал N_i', V; одна из линий пучка прямых, проходящая через эту точку, определяет новую точку на „немой“ шкале; затем находим пересечение двух перпендикуляров от шкалы L и „немой“ шкалы. Прямая пучка, проходящая через эту точку, определяет искомое h_a на шкале h.

3. Даны N_i', V, h; определить L.

Определяется подобно предшествовавшему решению, изменяя лишь в последнем соответственно буквы L, h.

4. Даны N_i', L, h; определить V.

Решается, как указано в первом примере, заменяя в последнем соответственно буквы N_i' и V.

Имея основные и дополнительные номограммы, покажем, какие поправки необходимо вносить в получаемые результаты по номограммам, если коэфициенты имеют значение, отличное от тех, которые приняты при построении номограмм.

1. Коэфициент φ входит, как множитель, только в первый член (N_i') левой части уравнения (25).

Определение искомой полной мощности буксира N_i при некотором φ, отличающемся от φ_0, принятого в номограммах, может быть получено из уравнения (25), умножением члена N_i' на коэфициент $\frac{\varphi}{\varphi_0}$, т. е.

$$N_i = N_i' \frac{\varphi}{\varphi_0} + N_i'' = N_i' \frac{\varphi}{\varphi_0} + (N_i - N_i') = N_i + N_i' \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} - 1\right),$$

где N_i', N_i определяются по номограммам, а поправочный коэфициент $\left(\frac{\varphi}{\varphi_0} - 1\right)$ приведен ниже в таблице.

Таблица поправочных коэфициентов при изменении φ

φ		2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
$\frac{\varphi}{\varphi_0} - 1$	Желевн. суда	−0,6	−0,4	−0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
	Дерев. суда	−0,67	−0,50	−0,33	−0,17	0	0,17	0,33	0,50	0,67	1,50	2,33	3,17	4,00

2. Коэфициент β входит, как множитель, тоже только в первый член (N_i') левой части уравнения (25).

Подобно тому, как при изменении коэфициента φ имеем искомое N_{ix} при новом β, по уравнению

$$N_{ix} = N_i + N_i' \left(\frac{\beta}{\beta_0} - 1\right),$$

где N_i, N_i' определяются по номограммам, а $\left(\frac{\beta}{\beta_0} - 1\right)$ по нижеследующей таблице.

Таблица поправочных коэфициентов при изменении β

β	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
$\left(\frac{\beta}{\beta_0} - 1\right)$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

3. Коэфициент f входит, как множитель, только во второй член (N_i'') левой части уравнения (25).

В этом случае искомое N_{ix} при некотором новом f получается из уравнения:

$$N_{ix} = N_i' + \frac{f}{f_o} N_i'' = N_i + \left(\frac{f}{f_o} - 1\right)\left(N_i - N_i'\right),$$

где N_i, N_i' определяются по номограммам,

а $\left(\frac{f}{f_o} - 1\right)$ по нижеследующей таблице.

Таблица поправочных коэфициентов при изменении f

f		0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22
$\frac{f}{f_o}-1$	Жел. баржи	—0,18	—0,12	—0,06	0	0,06	0,12	0,18	0,24	0,29
	Дерев. „	—	—	—	—	—0,28	—0,24	—0,20	—0,16	—0,12
f		0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	—
$\frac{f_1}{f_o}-1$	Жел. баржи	0,35	0,41	0,17	—	—	—	—	—	—
	Дер. „	—0,08	—0,04	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	—

4. Коэфициент α_1 входит, как множитель, также только во второй член (N_i'') левой части уравнения (25).

Аналогично предыдущему случаю имеем:

$$N_{ix} = N_i + \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_o} - 1\right)\left(N_i - N_i'\right).$$

Таблица поправочных коэфициентов при изменении $\alpha_1 = \frac{L}{B}$

α_1		3	4	5	6	7	8	9	10
$\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_o}-1\right)$	Жел. судно	—0,57	—0,43	—0,29	—0,24	0	0,14	0,29	0,43
	Дерев. „	—0,50	—0,33	—0,17	0	0,17	0,33	0,50	—

5. Коэфициент α_0 входит только во второй член левой части уравнения (25), как множитель, в одно из слагаемых, и поэтому при изменениях α_0 не может быть дано поправочных коэфициентов.

Коэфициент α_3 имеет небольшие пределы колебаний и при принятых нами значениях 0,9 для железных и 0,85 для деревянных, в случае изменения его от $+5\%$ до -5% от принятых данных общая мощность N_i изменяется, как было выяснено путем проверок, в самом невыгодном случае, т. е. когда второй член N_i'' имеет максимальное значение, а первый член N_i' минимальное — максимум $+4\%$. Такой ошибкой при практических расчетах можно пренебречь.

6. Коэфициент η. При рассмотрении изменения этого коэфициента все части уравнения (25) умножим на η; тогда искомое:

$$N_{ix} = \frac{\eta_0}{\eta} N_i,$$

где N_i находим по основной номограмме, а $\frac{\eta_0}{\eta}$ по нижеследующей таблице.

Таблица поправочных коэфициентов при изменении

η	0,25	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,45
$\frac{\eta_0}{\eta}$	1,40	1,17	1,13	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,95	0,92	0,90	0,88	0,78

ГЛАВА VI

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАБАРИТА ПАРОТЕПЛОХОДОВ.

Габарит буксирного парохода.

После определения мощности буксира N_i, потребного для буксировки баржи данной наивыгоднейшей грузоподъемности Q, при известной экономической скорости хода V, представляется возможным приближенно определить габарит буксира.

Для решения этой задачи укажем два способа, взаимно контролирующих друг друга и основанных:

1) на зависимости сопротивления корпуса буксира при движении и его мощности,

2) на зависимости весовых норм буксира и его мощности.

Первый способ основан на связи, существующей между сопротивлением корпуса буксира во время движения и мощностью машины буксира, выражаемой в общем виде формулой:

$$N_i = \frac{RV}{75\eta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1),$$

где N_i—мощность машины буксира в инд. силах,

V—скорость буксира порожнем без барж в покойной воде в *м*,

η—коэфициент полезного действия буксира, определяемый согласно указаниям главы V—„Определение буксироспособности паротеплохода“,

R—сопротивление корпуса буксира, определяемое согласно данных той же главы V по формуле Рина или—в более простом выражении, но достаточно верном для ориентировочных расчетов—формуле Геберса:

$$R = (fS + \varphi F) V^{2,25} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2).$$

S—смоченная поверхность корпуса, принятая нами по формуле *Bourgois*:

$$S = 0,8\, L\, (2h + B) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3),$$

F—площадь мидельшпангоута

$$F = \beta\, Bh \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4).$$

Подставляя формулы (2—4) в формулу (1) и произведя соответствующие преобразования, можем получить окончательное выражение, устанавливающее искомую связь главных размеров буксира и мощности его машины:

$$N_i = \frac{[0,8\, fL\, (2h + B) + \varphi\beta\, Bh]\, V^{3,25}}{75\, \eta} \ldots\ldots\ldots (5).$$

Формулу (5) можно упростить, если принять обычное значение членов:

$$f = 0,14;\ \varphi = 1,7;\ \beta = 0,99;\ \eta = 0,42;\ \frac{L}{B} = \alpha_1;$$

$$N_i = \left[\frac{0,0036}{\alpha_1} L^2 + \left(0,0071 + \frac{0,0535}{\alpha_1} Lh\right)\right] V^{3,25} \ldots\ldots (6).$$

Из формул (5) или (6) легко найти все главные размеры буксира, если известны все другие члены, входящие в правую часть; выясним их приближенное значение:

1) V—скорость хода буксира порожнем без барж в покойной воде, обычно принимаемая в пределах $4^1/_2$—$5^1/_2$ *м/сек.*;

2) h—осадка буксира с полным грузом топлива, снаряжением и командой, берется сообразуясь с глубиной плесов.

Произведенная нами разработка статистического материала для нескольких сотен буксиров показывает, что для приближенных решений можно пользоваться эмпирической зависимостью между мощностью и осадкой, выраженной для волжских буксиров формулой:

$$h = a \sqrt[3]{N_i} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7),$$

где коэфициент a имеет среднее значение для осадки с запасом топлива на одни сутки—0,10, а для осадки с полным грузом 0,14. Однако не следует забывать, что осадка буксира предопределяется конструкциями судов, а также весьма часто глубиной плесов; поэтому, например, для мелководных плесов иногда приходится выбирать возможно меньшие пределы осадки буксира, сознательно увеличивая размеры буксира в плане, или уменьшая отношение $\frac{L}{B}$; в зависимости от указанного обстоятельства коэфициет a может колебаться в бо́льшую и меньшую стороны до 10%.

3) $a_1 = \frac{L}{B}$ для буксирных паротеплоходов с боковыми колесами, согласно волжской практики, лежит в пределах 6—7,5—9, а для винтовых буксиров 4,8—7,5; левый, меньший предел этих отношений обычно соответствует мелководным плесам, когда за счет уширения буксира стремятся создать наименьшую осадку порожнем.

Подставляя в формулы (5) и (6) найденные значения членов левой части, можем найти длину буксира L, решая последнюю формулу как обычное квадратное уравнение.

Ширина буксира определится из соотношений $B = \frac{L}{a_1}$, пользуясь принятым ранее a_1.

Высота борта буксира H по правилам Регистра, в зависимости от длины и ширины буксиров, должна удовлетворять следующим неравенствам:

а) для буксиров облегченного и нормального типов (разряды Л, Р) $\frac{L}{H}$ не должно быть более 25;

б) для буксиров рейдового и озерного плавания (разряд М) $\frac{L}{H}$ не должно быть более 20;

в) для буксиров всех типов отношение $\frac{B}{H}$ не должно превосходить 3,5.

Высота борта, в зависимости от мощности, может быть выражена эмпирической формулой, определенной нами для волжской практики:

$$H = b \sqrt[3]{N_i} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8),$$

где коэфициент b при среднем значении 0,35 имеет колебания в бо́льшую и меньшую стороны до 10%, в зависимости от индивидуальных условий конструкции машинного, котельного и каютного помещений.

Второй способ, служащий поверкой первого, основан на связи весовых норм буксира и мощности его машин, которую можно выразить формулой:

$$G = q\, N_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9),$$

где G—вес буксира в m,

N_i—мощность машин буксира в инд. силах;

q—вес буксира, приходящийся на 1 инд. силу.

Формула водоизмещения парохода в тоннах напишется:

$$D = LBh\delta_0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10),$$

где L, B, h—соответственно длина, ширина и осадка буксира, при чем осадка берется средняя;

$h_{ср} = \frac{h_k + h_н}{2}$, где h_k, $h_н$ соответственно осадка у кормы и носа корпуса;

δ_0—коэфициент полноты водоизмещения буксира.

Так как вес судна равен его весомому водоизмещению ($G = D$), то между формулами (9) и (10) можно установить равенство:

$$qN_i = LBh\delta_0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11).$$

Если предложить, что $\frac{L}{B} = \alpha_1$, то формула (11) легко представится в зависимости от L и h.

$$N_i = \frac{L^2 h \delta_0}{\alpha_1 q} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12).$$

Формула (12) может служить для поверки важнейшего основного размера парохода—его осадки, если известны все другие члены, входящие в правую часть равенства.

Выясним приближенные абсолютные значения членов, входящих в формулу (12):

1) q—вес буксирного парохода, приходящийся на 1 инд. силу мощности машины, можно определить из рассмотрения весов буксиров, близких по своей мощности к искомой мощности буксира.

Волжская практика для веса главнейших элементов буксирного парохода облегченного типа, с боковыми колесами, средней мощности дает следующие, конечно значительно ориентировочные, данные:

Наименование элемента буксирного парохода	Вес элемента судна на 1 инд. силу в кг.	% веса элемента к общему весу
Корпус	225	42,0
Котел	60	11,0
Арматура и изоляция котла	15	2,5
Главная и вспомогательные машины . .	80	15,0
Движитель колесный	20	3,5
Надстройка, переборка, палуба	100	18,5
Судовое имущество, водопровод, отопление	40	7,5
Итого	540	100

Для получения полного q—(вес буксира на 1 инд. силу) следует прибавить:

а) вес воды в котле примерно 30—35 *кг* на 1 инд. силу машины;

б) вес топлива (мазута), по расчету главы I, примерно для мазута при 60 ходовых часах — 35 — 40 *кг* на 1 инд. силу машины;

в) вес команды, согласно расчета главы I, или примерно около 10 *кг* на 1 инд. силу машины.

Следовательно, общий вес буксирного парохода с боковыми колесами для средних мощностей определяется примерно в 620 *кг* на 1 инд. силу; однако необходимо отметить, что для малых мощностей эта норма может увеличиться до 10—15% и обратно: буксиры больших мощностей могут дать понижение нормы около 10%. На колебание указанных пределов оказывает также значение величины принимаемых осадок буксиров и коэфициенты полноты их водоизмещений.

Вес корпуса речного паротеплохода можно также найти, исходя из главных размеров его, согласно инструкций Регистра СССР, по формуле:

$$G_0 = k\,LBH \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13),$$

где G_0—вес корпуса в тоннах;

L, B, H—соответственно длина, ширина и высота корпуса в *м*;

k—коэфициент веса, зависящий от типа парохода, характера постройки и пр., колеблется в пределах:

а) для плоскодонных речных буксиров и тов.-пассажирских паротеплоходов 0,072—0,092, где левый предел относится к речным буксирам, классифицируемым Регистром как облегченный тип (разряд Л).

б) для тех же типов с особо солидной конструкцией 0,098—0,104,

в) для килевых судов ..... 0,127—0,138,

г) для судов ледокольного типа до ..... 0,161.

Вес котла ориентировочно может быть найден в зависимости от поверхности нагрева котла:

а) для огнетрубных котлов при давлении до 10 атм. на 1 *кв м* поверхности нагрева..... 145—193 *кг*;

б) тоже при давлении от 10 до 15 атм..... 193—235 „;

в) для водотрубных котлов на 1 *кв. м* поверхности нагрева ..... 50— 60 „.

Сравнение веса для паровой и тепловой установки, указанной средней мощности, дает следующие средние ориентировочные величины:

а) вес паровой машины, котла с водой, трубопроводов определяется в 185 *кг* на 1 инд. силу;

б) вес Дизеля с маховиком, трубопроводом определяется в 110 *кг* на 1 эффективную силу.

Соотношение между индикаторной и эффективной силой можно принимать 1 EHP = 0,85 1 HP.

Вес машинной установки для винтовых паротеплоходов примерно на 10% меньше, чем у бортовых колесных, а для заднеколесных — выше примерно на 10%, чем у бортовых колесных.

2) $б_o$ — коэфициент полноты водоизмещения, равный $\frac{V}{LBh}$, где V — объем буксира при осадке h, лежит в пределах:

а) для буксира с бортовыми колесами ..... 0,65—0,88;
б) „ винтового буксира ..... 0,6 —0,7;
в) „ баркасов и мелких судов ..... 0,4 —0,6.

Остальные члены формул (12) определяются согласно указаниям первого способа.

Габарит, мощность и грузоподъемность товаро-пассажирских пароходов.

Определение основных элементов товаро-пассажирского парохода произведем двумя контролирующими друг друга способами, основанными:

1) на зависимости сопротивления корпуса товаро-пассажирского парохода при движении от мощности его машины и грузоподъемности;

2) на зависимости весовых норм товаро-пассажирских пароходов от мощности машины.

Первый способ определения основных размеров товаро-пассажирского парохода основан на математической зависимости сопротивления корпуса и мощности, которая выражается формулой, аналогичной, как для буксирного парохода (5)

$$N_i = \frac{[0{,}8\, fL\,(2h + B) + \varphi\beta Bh]\ V^{3{,}25}}{75\ \eta},$$

которую при обычных соотношениях между членами этой формулы для товаро-пассажирского парохода:

$f = 0{,}14$; $\varphi = 1{,}7$; $\beta = 0{,}99$; $\eta = 0{,}45$; $\frac{L}{B} = a_1$, можно упростить:

$$N_i = \left[\frac{0{,}0033}{a_1} L^2 + \left(0{,}0065 + \frac{0{,}05}{a_1}\right) Lh\right] V^{3{,}25} \ldots\ldots (14).$$

Грузоподъемность товаро-пассажирского паротеплохода определяется по известной формуле грузоподъемности:

$$Q = LB\,б_o(h - h_o) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15);$$

или, заменяя $\frac{L}{B} = a_1$, получим:

$$Q = \frac{б_o}{a_1} L^2 (h - h_o), \text{ или } L = \sqrt{\frac{a_1 Q}{б_o\,(h - h_o)}} \ldots\ldots\ldots (16).$$

Если в формулу (14) подставить значение L из формулы (16), то получим *уравнение, связывающее грузоподъемность судна с его мощностью*:

$$N_i = \left[\frac{0{,}0033\,Q}{\delta_o\,(h-h_o)} + \left(0{,}0065 + \frac{0{,}05}{\alpha_1}\right) h \sqrt{\frac{\alpha_1\,Q}{\delta_o\,(h-h_o)}}\right] V^{3{,}25}. \quad (17).$$

Рассмотрим абсолютное значение и взаимные соотношения членов, входящих в формулы (14) и (17).

1) $\alpha = \frac{L}{B}$ для товаро-пассажирских Волжских паротеплоходов лежит обычно в пределах для мощностей:

менее 250 инд. сил . . . . . 6 — 8;
более 250 „ „ . . . . . 8 — 10.

2) h — осадка товаро-пассажирского паротеплохода с грузом берется сообразно глубины плесов. Волжская практика дает примерную зависимость между мощностями товаро-пассажирских пароходов и их осадками, выраженную нами в следующем эмпирическом виде:

$$h = a\sqrt[3]{N_i} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18),$$

где коэфициент a, имея среднее значение 0,2, может колебаться в бо́льшую или меньшую стороны до 10%, что объясняется в значительной степени, как и для буксирных пароходов, состоянием глубин плесов.

3) h_o — осадка товаро-пассажирского паротеплохода порожнем, берется сообразуясь с глубинами плесов. Эмпирическая зависимость осадки порожнем и мощности товаро-пассажирских паротеплоходов определена нами формулой:

$$h_o = a_o\sqrt[3]{N_i} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (19),$$

где коэфициент a_0, имея среднее значение 0,11, колеблется в бо́льшую и меньшую стороны до 10%;

4) V — скорость товаро-пассажирского паротеплохода с грузом в покойной воде, обычно принимается в 4,5 — 6 *м/сек*;

5) β — коэфициент полноты мидельшпангоута, обычно лежит в пределах 0,98 — 0,99;

6) δ_o — коэфициент полноты средней грузовой ватерлинии (между грузовой и порожней ватерлиниями), принимается в пределах 0,65 — 0,85;

7) f, φ — коэфициенты трения и водоворотного сопротивления соответственно 0,14 и 1,7;

8) η — коэфициент полезного действия товаро-пассажирского парохода, равен в среднем 0,45 согласно указаний главы V.

Подставляя в формулы (14) и (17) найденные значения членов, а также ранее определенные мощности N_i или соответственно

грузоподъемность Q, можно найти длину и ширину товаро-пассажирского парохода.

Ширина товаро-пассажирского парохода получится из принятого соотношения $B = \frac{L}{\alpha_1}$.

Высота борта H товаро-пассажирских пароходов по правилам Регистра должна согласовываться с соотношениями: $\frac{L}{H}$ не более 27 и $\frac{B}{H}$ не должно превосходить 3,5.

Второй способ определения основных размеров товаро-пассажирских пароходов служит контролем первого способа и основан на зависимости весовых норм пароходов от мощности машины, которую, как и для буксирных пароходов, можно представить аналогично формуле (12):

$$N_i = \frac{L^2 h \delta_c}{\alpha_1 q} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

Определим члены, входящие в формулу (20):

1) q — вес товаро-пассажирского парохода, приходящегося на 1 инд. силу мощности машины; можно определить из рассмотрения весов товаро-пассажирских пароходов, близко подходящих к заданной мощности. Волжская практика дает ориентировочно для облегченного типа товаро-пассажирского парохода 720 *кг* на 1 инд. силу, исходя, примерно, из веса буксирного парохода, указанного выше, с увеличением веса судового имущества водопровода и отопления до 60 *кг* и надстройки до 180 *кг*.

Как и для веса буксирного парохода, указанная норма $q = 720$ *кг* на 1 инд. силу может увеличиваться или уменьшаться до 10% соответственно для небольших и более значительных мощностей.

Поверка веса корпуса и котла, а также зависимость веса от системы двигателя может быть исполнена методами, указанными для буксирных пароходов;

2) δ_c — коэфициент полноты водоизмещения порожних товаро-пассажирских паротеплоходов, лежит в пределах: для паротеплоходов с колесными двигателями 0,6—0,83, с винтовыми двигателями — 0,55—0,75.

Величину остальных членов формулы (20) и ход расчета следует принимать согласно указаниям, сделанным в первом способе при расчете габаритов товаро-пассажирских пароходов.

В заключение считаем небесполезным, так же как и для непаровых судов, привести номенклатуру основных заданий, выдаваемых судоходными предприятиями судостроительным заводам на постройку буксирных и товаро-пассажирских паротеплоходов, выработанную Центральным правлением речных госпароходств.

Основные технические задания на постройку буксирного паротеплохода.

1. а) Наименование бассейна.
б) Район плавания.

2. Ориентировочные главные размеры корпуса:

а) длина *м*;
б) ширина *м*;
в) высота борта *м*;
г) полная высота, включая штурвальн. рубку *м*.

3. Осадка:

а) порожнем, с командой и суточным запасом топлива не более *м*;
б) в рабочем состоянии, с запасом топлива на....дней не более *м*.

4. Тяговое усилие на гаке в *кг* при скорости хода с возом *км* в час.

5. а) Требования в отношении классов Регистра СССР и особые требования.
б) Требование в отношении качества материалов корпуса и механизмов.

6. Надстройки:

А. Общая характеристика:

а) высота надстройки (внутр. обмер);
б) общее размещение;
в) материал надстроек;
г) характер внутренней отделки;

Б. Размещение экипажа:

а) численность экипажа;
б) размещение его:
1) в одноместных каютах;
2) в двухместных каютах:
3) в трехместных каютах;
4) в общих помещениях.

В. Перечень помещений общего пользования, специального и служебного; назначения, с указанием места расположения.

7. Грузовые трюмы:

а) число, месторасположение и приблизительный объем;
б) ориентировочные размеры грузовых люков.

8. Главные механизмы:

А. Паровые машины:

а) ориентировочная мощность в инд. лош. силах;
б) количество, тип и система машин;
в) кратность расширения пара;
г) число цилиндров;
д) температура перегрева пара;
е) система парораспределения;
ж) система кулисного привода и перекидки;
з) система холодильника;
и) прочие требования.

Б. Двигатели внутреннего сгорания:

а) ориентировочная мощность в лош. силах;
б) способ, длительность и предел перегрузки в процентах от мощности;
в) количество и тип двигателей;
г) число тактов;
д) число цилиндров;
е) способ реверсирования;
ж) род топлива, расход в *кг* на силу-час;
з) запас топлива, расположение и вместимость топливных ям;
и) способ использования отходящих газов;
к) прочие требования.

9. Котельная установка:

А. Главные котлы:

а) число котлов;
б) система котлов;
в) число топок в котле;
г) поверхность нагрева в *кв. м*;
д) рабочее давление (желательное) в атм.;
е) род топлива;
ж) расход в *кг* на силу-час топлива с теплотворной способностью кал.;
з) система и темпер. подогрева воды;
и) система и температура подогрева воздуха;
к) система пароперегревателя;
л) запас топлива, расположение и вместимость топливных ям.

Б. Вспомогательный котел:

а) система и назначение;
б) рабочее давление (желательное) в атм.;
в) род топлива.

10. Число, род и система движителей.

11. Рулевое устройство:

а) число и тип рулей;
б) система рулевого привода.

12. Прочие судовые устройства:

а) якорное устройство и система якорей;

б) брашпиль;
в) швартовое устройство;
г) буксирное устройство;
д) число мачт и их вооружение;
е) водоотливные средства;
ж) противопожарные средства;
з) водопровод;
и) освещение:
1) род;
2) вольтаж (для электрического освещения);
13. Особые специальные устройства.

к) вентиляция:
1) естественная;
2) искусственная;
л) погруз.-разгруз. устройство:
1) скорость погрузки и выгрузки;
2) система грузового механизма;
3) число и вылет стрел.
м) Радио-установка:
1) система и мощность,
2) радиус действия.

Основные технические задания на постройку товаро-пассажирского паротеплохода.

1. а) наименование бассейна;
б) район плавания судна;
в) род перевозимого груза.

2. Полная полезная грузоподъемность в тоннах:
а) количество груза *т*;
б) вес пассажиров с багажом *т*;
в) топливо сверх суточного запаса *т*.

3. Ориентировочные главные размеры корпуса:
а) длина *м*;
б) ширина *м*;
в) высота борта *м*;
г) полная высота с надстройками *м*.

4. Осадка:
а) порожнем, с командой и суточным запасом топлива не более *м*;
б) в полном грузу (п. 2) не более *м*.

5. Скорость хода в км в час на тихой воде при осадке *м*.

6. а) Требования в отношении класса Регистра СССР и особые требования (ледяной пояс и т. п.);
б) требования в отношении материалов корпуса.

7. Надстройки:
А. Общая характеристика:
а) количество этажей;
б) высота надстройки (внутренний обмер):
1) верхний этаж *м*;
2) нижний „ „;
в) общее размещение.
(Общее указание размещения главных пассажирских, командных и грузовых помещений с указанием по этажам и по длине судна.)
г) Материал надстроек;
д) характер внутренней отделки.

Б. Число пассажирских мест:
а) мягких спальных каютных повышенного тарифа;
б) то же нормального тарифа;
в) жестких спальных каютных верхнего этажа;
г) то же нижнего этажа;
д) жестких спальных в общих помещениях;
е) жестких спальных в трюмах;
ж) палубных.

Примечание. Общим считается помещение с числом мест более 8.

В. Размещение экипажа:
а) численность экипажа....чел.;
б) размещение его:
1) число одномести. кают;
2) „ двухмести. „
3) „ трехмести. „
4) „ четырехмести. кают;
5) общ. помещения на ... чел.

Г. Перечень помещений общего пользования, специального и служебного назначения с указанием места расположения.

8. Грузовые трюмы:
а) число трюмов;
б) расположение их и приблизительный объем в *куб. м*;
в) ориентировочные размеры грузовых люков.

9. Главные механизмы:

А. Паровые машины:

а) ориентировочная мощность в инд. лош. силах;
б) количество, тип и система машин;
в) кратность расширения пара;
г) число цилиндров;
д) температура перегрева пара;
е) система парораспределения;
ж) „ кулисного привода и перекидки;
з) система холодильника;
и) прочие требования.

Б. Двигатели внутреннего сгорания:

а) ориентировочная мощность в лош. силах;
б) способ, длительность и предел перегрузки в процентах от мощн.;
в) количество и тип двигателей;
г) число тактов;
д) „ цилиндров;
е) способ реверсирования;
ж) род топлива, расход в *кг* на силу-час;
з) запас топлива, расположение и вместимость топливных ям;
и) способ использования отходящих газов;
к) прочие требования.

10. Котельная установка:

а) число котлов;
б) система котлов;
в) число топок в одном котле;
г) поверхность нагрева в *кв. м* на 1 инд. лош. силу;
д) рабочее давление (желательное) в атм.;
е) род топлива;
ж) расход в *кг* на силу-час топлива с теплотворной способностью кал.;
з) система и температура подогрева воды;
и) система и температура подогрева воздуха;
к) система пароперегревателя;
л) запас топлива, размещение и вместимость топливных ям.

Вспомогательный котел:

а) система и назначение;
б) рабочее давление (желательное) в атм.;
в) род топлива.

11. Число, род и система движителей.

12. Рулевое устройство:

а) число и тип рулей;
б) система рулевого привода.

13. Прочие судовые устройства:

а) якорное устройство и система якорей;
б) брашпиль;
в) шпартовое устройство;
г) буксирное „
д) число мачт и их вооружение;
е) водоотливные средства;
ж) противопожарные средства;
з) водопровод;
и) освещение:
1) род;
2) вольтаж (для электрического освещения);
к) отопление;
л) вентиляция:
1) естественная;
2) искусственная;
м) погрузочно-разгрузочн. устр.:
1) скорость погрузки и выгрузки;
2) система механизмов;
н) радио-установка:
1) система и мощность,
2) радиус действия.

14 Особые специальные устройства.

ГЛАВА VII

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ФЛОТА.

Расчет количества буксирного парового и непарового флота.

На основе установленных эксплоатационно-экономических условий плавания и найденных типов судов представляется возможным произвести подсчеты потребного количества буксирного флота.

Обозначим:

$P_1 P_2 \ldots P_n$ — грузооборот при одностороннем движении в отдельные периоды навигации $t_1 t_2 \ldots t_n$, обычно учитываемые в месяцах;

$l_1 l_2 \ldots l_n$ — соответственные средние пробеги;

$p_1 p_1 \ldots p_n$ — нагрузку в тоннах на 1 инд. силу;

$\varepsilon_1 \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_n$ — коэфициент использования строительной грузоподъемности баржи Q;

$t_1' t_2' \ldots t_n'$ — время оборота буксира;

$t_1'' t_2'' \ldots t_n''$ — время оборота баржи.

Тогда в общем виде для отдельных календарных периодов потребное количество флота определится:

а) буксирного парового в инд. силах:

$$\Sigma N_1 = \frac{P_1 t_1'}{p_1 t_1}; \Sigma N_2 = \frac{P_2 t_2'}{p_2 t_2} \ldots \Sigma N_n = \frac{P_n t_n'}{t_n p_n} \ldots (1);$$

б) непарового в тоннах:

$$\Sigma Q_1 = \frac{P_1 t_1}{\varepsilon_1 t_1}; \Sigma Q_2 = \frac{P_2 t_2''}{\varepsilon_2 t_2} \ldots \Sigma Q_n = \frac{P_n t_n}{\varepsilon_n t_n} \ldots (2).$$

Очевидно, максимальное количество ΣN или ΣQ из указанных рядов (1) и (2) и будет указывать то количество флота, которое следует готовить из ремонта.

При двустороннем грузовом направлении необходимо формулы (1) и (2) решить по отдельности для грузовых потоков вверх и вниз по течению и взять наибольшее значение из полученных вариантов.

Величины $p_1 p_2 \ldots p_n$ нагрузки в тоннах на 1 инд. силу при известной глубине, скорости хода и составе буксирного воза могут быть взяты из разработки статистического материала работы флота за прежние годы или из номограмм буксироспособности парохода.

Коэфициент использования грузоподъемности $\varepsilon_1 \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_n$ диктуется состоянием глубин и осадками судов.

При сохранении постоянной осадки и состава буксирного воза только из буксира и одной баржи, т. е. в условиях, принятых для

Волго-Донской магистрали, формулы расчета потребнего количества флота принимают более простой вид:

а) для буксиров в единицах данного типа.

$$M_{н} = a\gamma \frac{Pt_{н}}{\varepsilon QT} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3);$$

б) для барж в единицах данного типа:

$$M_{б} = a\gamma \frac{Pt_{б}}{\varepsilon QT} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (4),$$

где

P—количество данного груза в тоннах за всю навигацию при данном среднем пробеге; при чем если груз имеет двухстороннее направление, то в расчет следует брать максимальное значение.

Q—грузоподъемность какого-либо непарового судна из установленных выше стандартных буксирных возов,

T—длительность навигационного периода,

γ -коэфициент неравномерности грузооборота, равный отношению наибольшего грузооборота в данный период времени к средне-навигационному равномерному грузообороту,

a—коэфициент резерва флота,

$t_{б}, t_{н}$ — время оборота соответственно баржи и буксира.

Время оборота баржи слагается из следующих элементов:

$$t_{б} = \frac{l}{u_{в}} + \frac{l}{u_{н}} + t_{к} + t_{н} + t_{в} + t_{о} \; . \; . \; . \quad (5),$$

где члены:

$\frac{l}{u_{в}}$ —время, потребное для хода вверх против течения буксирного воза,

$\frac{l}{u_{н}}$ —время, потребное для хода вниз по течению,

$t_{к}$—время, потребное для прохождения баржи каналом,

$t_{н}$—время, потребное для нагрузки непарового судна,

$t_{в}$—время, потребное для выгрузки непарового судна,

$t_{о}$—время прочих простоев, которое, в свою очередь, слагается из простоя на конечных пристанях рейса и простоя в пути.

Если принять:

$A_{н}$ - норма нагрузки тонн (в сутки на 1 баржу),

$A_{в}$—норма выгрузки тонн (в сутки на 1 баржу),

тогда:

$$t_{н} = \frac{\varepsilon_1 Q}{A_{н}}; \; t_{в} = \frac{\varepsilon_1 Q}{A_{в}} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (6).$$

Если имеется двустороннее движение, то

$$t_{н} = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2) Q}{A_{н}}; \; t_{в} = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2) Q}{A_{в}} \; . \; . \; . \; . \; . \; (7),$$

где $\varepsilon_1 \varepsilon_2$ —коэффициенты использования грузоподъемности баржи.

Все члены, входящие в формулы (1—7), были освещены в вышеприведенных главах, за исключением:

а) времени, потребного на грузовые работы,

б) времени, необходимого для прохождения канала,

в) времени, потребного на прочие простои баржи.

Техническая норма механизированных грузовых работ на основании специального расчета принята: для леса погрузка 1 440 *т*, выгрузка—1 200 *т* в сутки; уголь—1 800 *т* погрузка и 1 200 *т* выгрузка; хлеб—погрузка и выгрузка по 2 400 *т*; нефтепродукты—6 000 *т* погрузка и 2 640 *т* выгрузка в сутки.

Время $t_к$ для прохождения баржи по каналу слагается:

а) из времени, необходимого на пропуск через 16 шлюзов в канале, которое принимаем из расчета $^1/_2$ часа на пропуск баржи, что за один оборот даст всего 16 часов,

б) из времени, необходимого на прохождение бьефов, которое, при длине канала 103 *км* и коммерческой скорости хода в 4 *км*, определяется в обе стороны в 52 часа.

Следовательно, общее время $t_к$, потребное на прохождение всего канала, определяется в два конца в 2,8 суток.

Время $t_о$ прочих простоев состоит:

а) из времени, необходимого для прохождения через донские и сев.-донецкие шлюзы; на каждый шлюз для прохождения требуется 1 час; следовательно, для рейсов х. Кумовской—Ростов потребно для прохождения 9 шлюзов в два конца время 18 часов, а для рейсов х. Кумовской—Сев. Донец—Кр. шлюз в два конца 28 часов,

б) из времени на прочие простои в конечных пристанях; это время наиболее трудно поддается учету вследствие того, что не является прямой функцией длины рейсов или величины грузоподъемности баржи; нельзя также взять его из существующей практики, так как условия работы по Волго-Донскому пути будут крайне резко отличаться от существующей обстановки работ.

В наших расчетах время этих простоев баржи за один оборот принято:

а) на конечных пристанях по 6 часов на учалку и расчалку каравана и установку под перегрузочные работы;

б) у конца канала в Сарепте и х. Кумовском стоянка по 5 часов на передачу из реки в канал или обратно, а также на случай простоев из-за одновременных встреч у шлюза двух барж;

в) на очистку барж и прочие простои на конечных пунктах: из-под леса 30 часов, из-под угля—34 часа;

г) кроме того в оборот баржи введено простойное время, вызываемое календарной неравномерностью грузовых потоков, которое дает в формуле (4) коэфициент неравномерности γ для хлебного тоннажа 1,77 (вместо действительного отношения наиболее напряженного сентября месяца к среднему месячному грузообороту 1,63), для барж с навалочным грузом (для леса, угля и пр.)—1,26 при условии почти равномерного распределения угля

превалирующего над другими встречными навалочными грузами, а поэтому создающего обеспеченность бесперебойной работы барж.

Время оборота буксирного паротеплохода состоит из следующих элементов:

$$t_{\text{п}} = \frac{l}{u_{\text{в}}} + \frac{l}{u_{\text{н}}} + t_{o}' \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (8),$$

где

$\frac{l}{u_{\text{в}}}$, $\frac{l}{u_{\text{н}}}$, как и для барж,—время хода буксирного воза соответственно вверх и вниз по течению.

t_{o}'—простои паротеплохода в пути и на конечных пристанях, так же как и для барж, состоят:

а) из времени, необходимого на потери в донских и сев.-донецких шлюзах, принятого равным тому же времени, как и для барж,

б) из времени простоев буксира на конечных пристанях, принятого равным по 6 часов для учалки и расчалки судов,

в) из времени на промывку котлов, забор материалов и пр. в среднем на каждый оборот для волжских буксиров: Сталинград - Казань и выше—24 часа, Сталинград — Самара — 14 часов; Сталинград - Астрахань—8 часов; для донских буксиров—8 часов;

г) кроме того для хлебного грузооборота в формуле (3) принят коэфициент неравномерности $\gamma = 1{,}63$ для пароходов.

В окончательные расчеты количества флота по каждому виду перевозки на случай аварийности или более неравномерного грузооборота введен еще резервный паровой и непаровой флот от 6 до 10%, т. е. коэфициент резерва $a = 1{,}06—1{,}10$.

Типы судов в отношении материала корпуса и двигателей приняты в количествах, определяемых соотношениями:

1) 30% сухогрузного грузооборота исполняется железными баржами, а остальные 70% — деревянными баржами, что согласуется примерно с предположениями судостроительных программ НКПС.

2) Нефтефлот принят весь железным.

3) 85% волжского грузооборота исполняется буксирами с паровыми двигателями и 15%—двигателями внутреннего сгорания. Донской буксирный флот принят весь паровым, ввиду близости его к угольным рудникам.

Перевозка хлеба, сахара, сельхоз. машин и жел. изделий. Качество товара и наличие встречных грузовых потоков—бумажных грузов, хлеба, сахара и железных изделий—представляет совершенно возможным использование хлебных закрытых деревянных и железных барж для перевозки следующих грузов:

С Волги на Дон:

Хлеб.	1 639 200	*т*	на пробег	1 370	*км*
Металл.	36 000	„	„ „	2 393	„
Бум. грузы . . .	30 000	„	„ „	2 513	„
Промышл. грузы.	30 000	„	„ „	2 393	„

С Дона на Волгу:

Металл.	465 000	*т*	на пробег	1 756 *км*
Сахар	54 000	„	„ „	2 231 „

Согласно принятого расположения грузооборота, норм скорости хода, простоев, коэфициентов неравномерности и типов судов, количество флота для исполнения указанных выше перевозок определяется в следующих размерах:

1. Для перевозки с Волги в Ростов хлеба в количестве 1 014 260 *т* на средний пробег 1 300 *км*, в условиях неравномерной подачи груза при осадке 2,85 *т* и обратно порожнем:

Волжских буксиров.	600	инд. сил	12
Донских „	300	„ „	13
Жел. барж	4 800	*т*	11
Дерев. „	4 000	„	33

2. Для перевозки с Волги в Ростов хлеба 360 000 *т* на пробег 1 533 *км* на осадке 2,85 *м* и обратно из Каменской на Волгу металла 254 000 *т* на осадке 2 *м* и пробеге 2 060 *км*:

Волжских буксиров.	600	инд. сил	9
Донских „	300	„ „	1
„ „	200	„ „	5
Жел. барж.	3 400	*т*	7
Дерев. „	2 800	„	21

3. Для перевозки с Волги в Ростов хлеба 211 000 *т* на осадке 2,85 *м* на пробег 1 407 *км* и обратно с металлом 211 000 *т* на той же осадке и пробеге:

Волжских буксиров.	600	инд. сил	3
Донских „	300	„ „	4
Железн. барж	4 800	*т*	3
Дерев. „	4 000	„	8

4. Для перевозки с Волги в Ростов хлеба 54 000 *т* на осадке 2,85 *м* с пробегом 1 440 *км* и обратно с сахаром 54 000 *т* на той же осадке с пробегом 2 231 *км*:

Волжских буксиров.	600	инд. сил	2
Донских „	300	„ „	1
Железных барж.	4 800	*т*	1
Дерев. „	4 000	„	3

5. Для перевозки с Волги в Ростов бумажных, промышленных и металлических грузов 95 000 *т* на осадке 2,0 *м*, пробег 2 513 *км*, обратно порожнем:

Волжских буксиров.	600	инд. сил	3
Донских „	200	„ „	2
Железн. барж	4 800	*т*	2
Дерев. „	4 000	„	6

Перевозка угля, цемента, леса, уральских грузов. Грузооборот, который может быть осуществлен тоннажем для навалочных грузов, определяется в размерах:

С Волги на Дон:

Лес	1 250 000 *т*	на пробег	1 050 *км*
Уральск. грузы . .	326 000 „	„ „	2 393 „

С Дона на Волгу:

Уголь	1 967 000 *т*	на пробег	1 415 *км*
Цемент.	20 000 „	„ „	1 472 „

Количество флота, потребное для этих перевозок, определяется в объеме:

1. Для перевозки из Сев. Донца на Волгу угля 312 000 *т* на пробег 1 535 *км*, осадка 2,0 *м* и обратно в Ростов лес в том же количестве и осадке, на пробег 1 951 *км*:

Волжских буксиров	600 инд. сил	11
Донских „	300 „ „	2
„ „	200 „ „	6
Железн. барж.	3 400 *т*	8
Дерев. „	2 800 „	24

2. Для перевозки угля с Дона на Волгу 168 000 *т* (Мелеховская) и цемента 20 000 *т* (Ростов) на пробег 1 472 *км*, на осадке 2,85 *м* и обратно в Ростов лес 188 000 *т* на пробег 1 882 *км* на той же осадке:

Волжских буксиров	600 инд. сил	4
Донских „	300 „ „	2
Железн. барж.	4 800 *т*	3
Дерев. „	4 000 „	9

3. Для перевозки с Дона (Мелеховская) на Волгу угля 750 000 *т* на осадке 2,85 *км* на пробег 928 *км* и обратно леса 750 000 *т* в Ростов на пробег 641 *км* на той же осадке:

Волжских буксиров	600 инд. сил	5
Донских „	300 „ „	8
Железн. барж.	4 800 *т*	11
Дерев. „	4 000 „	29

4. Для перевоки с Дона (Мелеховская) на Волгу угля 393 тыс. *т* на осадке 2,85 *м* на пробег 2 128 *км* и обратно уральские грузы 237 000 *т* на осадке 1,8 *м* и пробег 2 793 *км*:

Волжских буксиров	600 инд. сил	11
Донских „	300 „ „	4
Железн. барж.	4 800 *т*	7
Дерев. „	4 000 „	20

5. Для перевозки с Сев. Донца на Волгу угля 107 000 *т* на осадке 2,0 *м* с пробегом 1 535 *км* и обратно уральские грузы 89 000 *т* на осадке 1,8 *м* с пробегом 2 793 *км*:

Волжских буксиров	600 инд. сил	5
Донских „	300 „ „	1
„ „	200 „ „	2
Железн. барж.	3 400 *т*	3
Дерев. „	3 800 „	9

6. Для перевозки с Сев. Донца на Волгу угля 237 000 *т* на осадке 2,0 *м* пробег 1 535 *км*, обратно порожнем:

Волжских буксиров	600	инд. сил	6
Донских „	300	„ „	1
„ „	200	„ „	4
Железн. барж.	3 400	*т*	4
Дерев. „	2 800	„	12

Перевозка нефтепродуктов: Для перевозки: а) мазута из Астрахани в Ростов и на пристани Волги 570 000 *т* на осадке 2,85 *м* с пробегом 1 091 *км*, обратно порожнем; б) нефтепродуктов из Самары в Ростов в количестве 82 000 *т* на осадке 2,85 *м* с пробегом 1 498 *км* требуется следующее количество флота:

Волжских буксиров	600	инд. сил	4
Донских „	300	„ „	5
Железн. барж.	4 800	*т*	8
„ „	3 200	„	5

Общая суммарная потребность буксирного флота для выполнения грузооборота в 6,5 млн. *т* определяется:

Волжских буксиров	600	инд. сил	75
Донских „	300	„ „	42
„ „	200	„ „	17
Железн. сух. барж	4 800	*т*	43
„ „ „	3 400	„	24
Дерев. сух. барж	4 000	„	102
„ „ „	2 800	„	72
Железн. наливн. барж	4 800	„	8
„ „ „	3 200	„	5

Количество линий и судов для грузов большой скорости.

Под перевозками большой скорости следует разуметь регулярные, по особому расписанию, перевозки пассажиров, багажа и грузов в товаро-пассажирских паротеплоходах. Этот вид движения в речном транспорте в довоенное и настоящее время имеет весьма важное значение, так как обладает следующими существенными преимуществами:

1. Регулярность движения по заранее составленному и опубликованному расписанию, что представляет значительные удобства для клиентуры.

2. Бо́льшие, по сравнению с буксирными судами, технические и коммерческие скорости движения, обычно превышающие движение буксирного воза в 2 – 3 раза, что является весьма важным качеством при перевозках ценных товаров, в особенности в период дороговизны банковских кредитов и недостаточности оборотных средств.

Потребное количество тов.-пасс. флота определяется двумя контролирующими друг друга способами: по расписанию движения и по провозной способности.

Первый способ основан на определении времени оборота паротеплохода, учитывая все полагающиеся по расписанию остановки и принятую техническую скорость движения.

Очевидно, количество тов.-пасс. теплоходов определится из формулы:

$$M = m\ t_n \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9),$$

где m — число отвалов в сутки, t_n — время оборота паротеплохода, равное

$$\frac{l}{u_в} + \frac{l}{u_н} + t_o.$$

Второй способ поверяет провозную способность флота согласно формул:

$$P = (\varepsilon_b + \varepsilon_н)\, Q\, \frac{T}{t_n} M \ldots\ldots\ldots\ldots (10);$$

$$П = (\varepsilon_в' + \varepsilon_н')\ K\, \frac{T}{t_n}\, M \ \ldots\ldots\ldots\ldots (11),$$

где P, $П$ — соответственно грузооборот и пассажирооборот линии за данное время T.

Q, K — соответственно грузовместимость трюмных помещений в тоннах и пассажировместимость каютных помещений.

$\varepsilon_в$; $\varepsilon_в'$; $\varepsilon_н$; $\varepsilon_н'$ — соответстственно коэфициенты использования трюмных и пассажирских помещений вверх и вниз по течению за данный период времени T, определяемые, например, для грузоподъемности по формуле:

$$\varepsilon = \frac{Q_1\ l_1 + Q_2\ l_2 + \ldots\ldots Q_n\ l_n}{n\ Q\ l} \ \ldots\ldots\ldots (12),$$

где n число оборотов паротеплохода.

$Q_1\ l_1$; $Q_2\ l_2 \ldots\ldots Q_n\ l_n$ действительная работа трюмов в $т/км$ и отдельные рейсы.

nQl — возможная по техническим способностям работа за все время.

Для Волго-Донского канала приняты следующие конкретные условия эксплоатационой работы флота с грузами большой скорости:

1. Общий размер перевозок большой скорости принят согласно заданий главы I: пассажиров 600 тыс. чел., багажа и груза — 520 тыс. $т$.

2. Мощность, грузоподъемность и пассажировместимость тов.-пасс. судов:

а) для почтовой линии теплоходы, средней мощности 1 200 эфф. сил, средняя грузоподъемность 500 $т$ и пассажировместимость 50 человек;

б) для товаро-пассажирских линий пароходы средней мощности 1 000 инд. сил, средней грузоподъемности 600 $т$ и пассажировместимости 600 человек.

3. Средние коммерческие скорости в километрах в час определились с учетом стоянок, согласуясь с существующим расписанием Волжского госпароходства:

а) для почтовой линии Н.-Новгород—Ростов вверх 11,7 *км*, вниз 13,8 *км*/час;

б) для тов.-пасс. линии Н.-Новгород—Ростов и Пермь—Ростов вверх 10,4 *км*, вниз 12,5 *км*.

4. Длина линий: Нижний—Ростов—2 393 *км*, Нижний—Пермь—2 785 *км*.

5. Общее количество товаро-пассажирских линий и судов, их обслуживающих, при ежедневном отправлении определилось:

а) почтовая линия Н.-Новгород—Ростов	18	теплоходов
б) тов.-пасс. „ „ „	20	пароходов
в) „ „ „ Пермь—Ростов. . .	24	„
Итого . . .	62	паротеплохода

Кроме того допущен резерв: 1 теплоход и 2 парохода.

6. Средние коэфициенты использования пассажировместимости и грузовместимости за всю навигацию по каждой линии по всей их длине приняты:

	Пассажировместимость.	Грузовместимость
а) почтовая линия Н.-Новгород—Ростов .	0,84	0,675
б) тов.-пасс. „ „	0,775	0,84
в) „ „ „ Пермь—Ростов. . . .	0,765	0,87

7. Провозная способность указанного флота, при принятых коэфициентах использования его, выражается:

а) 2 650 000 пассажиров с общим пробегом 1 488 000 000 пасс./*км*.

б) 688 000 *т* багажа и грузов с общим пробегом 1 326 000 000 *т*/*км*.

ГЛАВА VIII

ГРАФИКИ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ.

Основы рациональной организации движения подвижного состава всякого транспортного предприятия, в том числе речного транспорта, требуют прежде всего установления такого распорядка движения, который укладывался бы в заранее определенные нормы и стандарты экономической скорости хода и минимального потребного времени на различные простои.

Календарность элементов времени полного оборота судна, увязанного с пропускными возможностями шлюзных камер и перегрузочных приспособлений пристаней, выраженная в графическом виде, и составляет то, что принято называть „графиками движения“. В речном транспорте, в силу целого ряда неблагоприятных причин: кустарных методов эксплоатации в довоенное время, отсутствия диспетчерской связи, а также неблагоприятных условий плавания (мелководье, отсутствие или неудовлетворительность обстановки фарватера и пр.), работы „по графику“, в условиях частновладель-

ческого судоходства, не существовало; только в последние годы была осуществлена попытка такой работы в некоторых государственных пароходствах для наиболее определившихся грузовых потоков—нефтепродуктов, леса и пр.

Однако указанный опыт графиков движения для Волго-Донской магистрали использовать нельзя, так как в последнем случае будет иметься наличие совершенно иных грузовых потоков, скоростей хода, элементов времени оборота судов; кроме того шлюзованный канал и Дон представляют собой, конечно, более трудный узел для движения.

Указанные соображения в основу построения графиков движения на Волго-Донской магистрали заставляют положить следующие главнейшие принципы:

1. Время, потребное для хода буксирных судов, следует брать на основе расчетных экономических скоростей хода.

2. Время простоев судов в местах перечалки буксиров, т. е. в концах канала: Сарепта и хут. Кумовской, а также на пристанях отправления и прибытия, должно быть минимально возможное, согласованное с пропускной способностью перегрузочных средств пристаней и технической возможностью совершения данных операций в предназначенное простойное время.

3. Необходимо создание по возможности равномерного движения буксирных возов, примерно с одинаковыми интервалами по времени между смежными судами.

Последнее требование является особенно важным для наиболее ответственного участка пути канала, так как этим участком определяется максимальная пропускная способность всей магистрали. Организация равномерного движения важна также для пристаней отправления и прибытия груза в целях создания благоприятных равномерных условий труда в грузовых работах.

4. Необходимо создание по возможности двух груженых направлений. Последнее требование предопределяется в значительной мере экономикой распределения грузовых потоков, календарностью движения и качеством их товара, а также конструктивными качествами судов.

5. В канале необходимо безусловное осуществление требований переменного пропуска судов: вверх, вниз и обратно. Такой порядок пропуска судов сохраняет один объем воды шлюзной камеры для двух смежных переменных пропусков судов через каждый шлюз, что чрезвычайно важно в целях сохранения воды в канале.

6. В очередности пропусков судов через канал в течение суток следует иметь в виду необходимость создания примерно одинаковых интервалов по времени прохождения товаро-пассажирских паротеплоходов трех линий: Н.-Новгород—Ростов – одна почтовая и одна товаро-пассажирская линия и Пермь—Ростов—одна товаро-пассажирская.

7. При создании графика движения судов в канале для различных вариантов грузооборота нужно иметь в виду оставление

в графике движения некоторого резервного времени для прохождения случайных судов, например служебных, для пропуска судов при временной интенсификации перевозок и т. д.

В нижеследующей таблице на основе указанных принципов и расчетов дано количество рейсов для осуществления грузооборота малой скорости в 6 503 тыс. *т*.

Количество перевозимого груза	Районы отправления и назначения	Количество барж	Количество оборотов	Количество рейсов за навигацию
Хлеб 811 400 *т*	Волга—Ростов	6	8,5	102
Железн. баржи 4 800 *т*		18	8,3	300
Дерев. » 4 000 *т*				
Хлеб 202 860 *т*		5	2,6	26
Железн. баржи 4 800 *т*				
Дерев. » 4 000 *т*		15	2,5	66
Хлеб 360 тыс. *т*	Волга — Ростов — Каменская	7	4,8	68
Металл 254 тыс. *т*				
Железн. баржи 3 400 *т*		21	4,9	208
Дерев. » 2 800 *т*				
Хлеб 211 тыс. *т*	Волга—Ростов	3	4,7	28
Металл 211 тыс. *т*				
Железн. баржи 4 800 *т*		8	4,8	78
Дерев. » 4 000 *т*				
Хлеб 54 тыс. *т*	Волга—Ростов	1	4,0	8
Сахар 54 тыс. *т*				
Железн. баржи 4 800 *т*		3	3,8	26
Дерев. » 4 000 *т*				
Бум.-пром. тов. 95 тыс. *т*	Волга—Ростов	2	6,5	26
Железн. баржи 3 400 *т*				
Дерев. » 2 800 *т*		6	6,5	78
Лес 312 тыс. *т*	Устье Камы — Кр. шлюз	8	5,1	82
Уголь 312 тыс. *т*				
Железн. баржи 3 400 *т*		24	5,3	254
Дерев. » 2 800 *т*				
Лес 188 тыс. *т*	Устье Камы—Ростов—Мелеховская	3	3,66	22
Уголь 168 тыс. *т*				
Цемент 20 тыс. *т*				
Железн. баржи 4 800 *т*		9	3,74	68
Дерев. » 4 000 *т*				
Лес 750 тыс. *т*	Сталинград — Ростов — Мелеховская	11	4,33	96
Уголь 750 тыс. *т*				
Железн. баржи 4 800 *т*		29	4,63	270
Дерев. » 4 000 *т*				

Количество перевозимого груза	Районы отправления и назначения	Количество барж	Количество оборотов	Количество рейсов за навигацию
Уральск. грузы 237 тыс. *т*	Кама—Ростов—Мелеховская	7	3,78	54
Уголь 393 тыс. *т*				
Железн. баржи 4 800 *т*		20	3,65	146
Дерев. » 4 000 *т*				
Уральск. грузы 89 тыс. *т*	Кама—Ростов—Кр. шлюз	3	4,65	28
Уголь 107 тыс. *т*				
Железн. баржи 3 400 *т*		9	4,72	46
Дерев. » 2 800 *т*				
Уголь 237 тыс. *т*	Кр. шлюз—Волга	4	7,9	64
Железн. баржи 3 400 *т*				
Дерев. » 2 800 *т*		12	7,9	190
Нефть	Астрахань—Ростов	7	12	168
Железн. баржи 4 800 *т*				
» » 3 200 *т*		4	12,5	100
Нефтепродукты	Самара—Ростов	1	10	20
Железн. баржи 4 800 *т*				
» » 3 200 *т*		1	10,7	22
				2 644

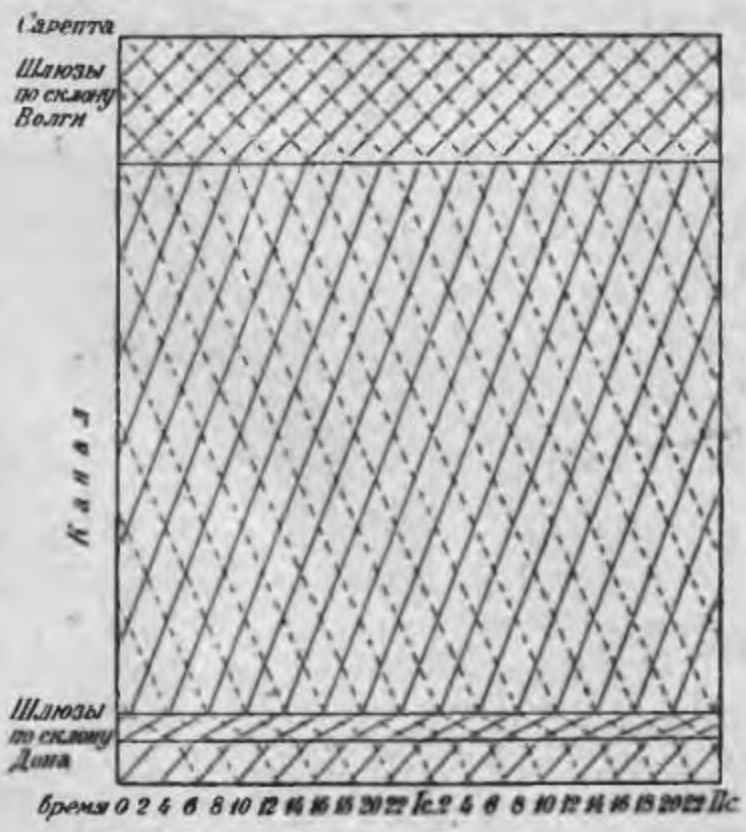
Соответственно календарному распределению грузооборота количество пропусков непаровых судов через канал в обе стороны определяется:

Месяц	Количество пропусков в месяц	Количество пропусков в средние сутки
Апрель	546	12
Июнь	335	11
Июль	330	11
Август	425	14
Сентябрь	510	17
Октябрь—ноябрь	498	11
	2 644	13,5

Следовательно, в самый напряженный месяц—сентябрь работы флота (усиление хлебных перевозок) в средние сутки будет 17 пропусков через каждый шлюз.

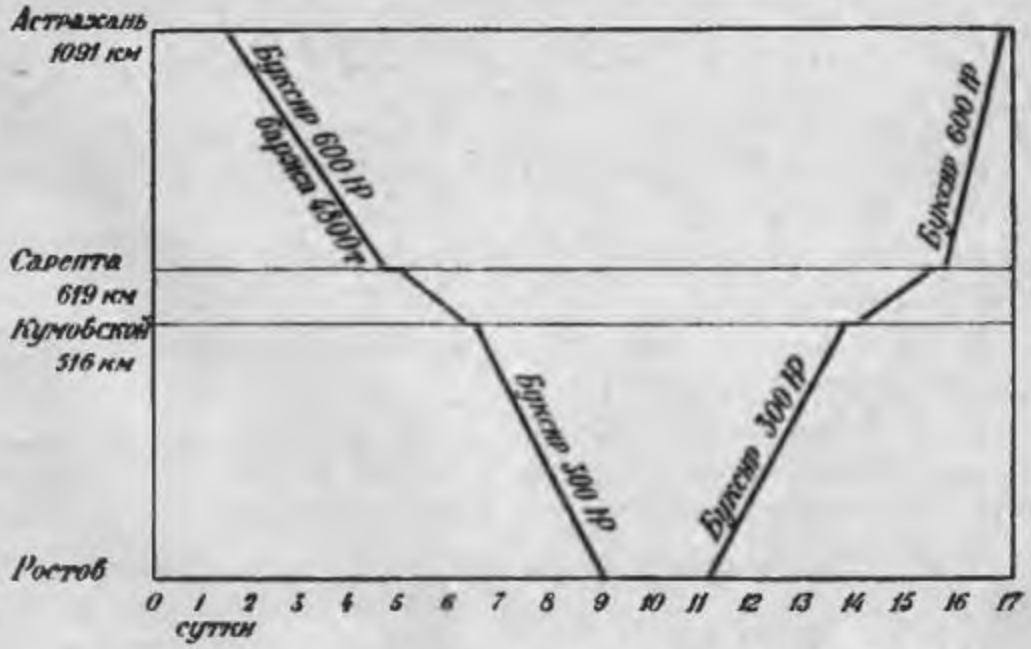
К рассчитанному количеству пропусков для буксирного движения необходимо прибавить еще 6 суточных пропусков паротеплоходов трех товаро-пассажирских линий.

Следовательно, общее количество пропусков в тов.-пасс. и буксирном движении в самый напряженный по работе сентябрь месяц будет 23 в сутки, что вполне вписывается в график движения судов в канале.



Черт. 12. График движения судов в канале.

На графиках №№12 и 13 для примера показано типичное графическое построение движения судов в канале и на всем плесе для барж в типовых рейсах.



Черт. 13. График движения типовой баржи.

Аналогично указанным графикам можно было бы составить графики прихода и отхода судов по отдельным пристаням, а также график движения буксиров по отдельности для Волги и Дона.

ГЛАВА IX

СЕБЕСТОИМОСТЬ ПЕРЕВОЗОК.

Себестоимость перевозок для буксирного движения.

Обозначим:

P — количество тонн груза, которое перевозится на пробег l *км*.

$M_п$, $M_б$ — количество потребного парового и непарового флота.

S_1, S_2 — стоимости годового содержания парового и непарового судна, предназначенного для исполнения перевозки.

S_3 — себестоимость тяги для проводки барж через канал за 1 *т* груза.

Тогда себестоимость эксплоатации подвижного состава за 1 *т/км* выразится:

$$X = \frac{S_1 M_п + S_2 M_б}{Pl} + \frac{S_3}{l} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1).$$

Величины, входящие в формулу (1) себестоимости подвижного состава, определяются:

$M_п$, $M_б$ — из расчетов главы VII: „Расчет потребного количества флота“;

S_1, S_2 — из расчетов главы I: „Эксплоатационно-экономические условия плавания“;

S_3 — из расчетов стоимости эксплоатации электровоза по каналу, определенной Управлением Волго-Донского строительства в 15 коп. за 1 *т* груза, проходящего через канал.

В нижеследующих таблицах указана конкретная себестоимость подвижного состава за 1 *т/км* работы Волго-Донского флота, со включением стоимости тяги в канале при экон.-эксплоатационных условиях, заданных Волго-Донским строительством.

Таблица себестоимости перевозки по Волго-Донской магистрали (без пути)

Типы судов	Количество флота	Эксплоатац. стоимость содерж. всего флота в тыс. руб.	Перевозка			Себестоимость одного *т/км* в коп.
			тыс. *т*	Средний пробег в *км*	млн. *т/км*	
Перевозка хлеба с Волги в Ростов на осадке 2,85 *м* при равномерном отправлении в течение всей навигации, обратно порожнем:						
Железная баржа 4 800 *т*	6	180,0				
Деревянная баржа 4 000 *т* . . .	18	316,4				
Буксиров:			811,4	1 300	1 054,8	0 188
Волжских 600 HP	7	833,0				
Донских 300 HP.	7	500,0				
	—	1 829,4				
Перевозка хлеба с Волги на осадке 2,5 *м* в течение двух навигационых месяцев, обратно порожнем:						
Железная баржа 4 800 *т*	5	75,0				
Деревянная баржа 4 000 *т* . . .	15	132,0				
Буксиров:			202,86	1 300	263,7	0 287
Волжских 600 HP	5	297,5				
Донских 300 HP.	6	214,2				
		718,7				
Итого:						
Железных барж 4 800 *т*	11					
Деревянных барж 4 000 *т*. . . .	33					
Буксиров:		2 548,1	1 014,26	1 300	1 318,5	0 208
Волжских 600 HP	12					
Донских 300 HP.	13					

Типы судов	Количество флота	Эксплоатац. стоимость содерж. всего флота в тыс. руб.	Перевозка			Себестоимость одного *т/км* в коп.
			тыс. *т*	Средний пробег в *км*	млн. *т/км*	
Перевозка металла из Каменской 254 тыс. *т* на осадке 2,0 *м*, пробег 2 060 *км*, обратно в Ростов хлеб 360 тыс. *т* на осадке 2,85 *м*, пробег 1 533 *км*:						
Железных барж 3 400 *т*	7	182,0				
Деревянных барж 2 800 *т* . . .	21	294,0				
Буксиров:			614	1 750	1 075	0,185
Волжских 600 HP	9	1 071,0				
Донских 300 HP	1	71,5				
Донских 200 HP	5	274,0				
		1 892,5				
Перевозка металла из Ростова 211 тыс. *т* на осадке 2,85 *м*, пробег 1 407 *км*, обратно хлеб в том же колич., на той же осадке и с тем же пробегом:						
Железных барж 4 800 *т*	3	90,0				
Деревянных барж 4 000 *т*	8	140,8				
Буксиров:			422	1 407	593 7	0,158
Волжских 600 HP	3	357,0				
Донских 300 HP	4	286,0				
		873,8				
Перевозка сахара из Ростова 54 тыс. *т* на осадке 2,85 *м*, пробег 2 231 *км*, обратно хлеб в том же колич., на той же осадке, пробег 1440 *км*:						
Железных барж 4 800 *т*	1	30,0				
Деревянных барж 4 000 *т* . . .	3	52,8				
Буксиров:			108	1 836	198 2	0,207
Волжских 600 HP	2	238,0				
Донских 300 HP	1	71,5				
		392,3				

Типы судов	Количество флота	Эксплоатац. стоимость содерж. всего флота в тыс. руб.	Перевозка			Себестоимость одного *т км* в коп.
			тыс. *т*	Средний пробег в *км*	млн. *т/км*	
Перевозка в Ростов бумаги, пром. грузов и металла в размере 95 т. *т* на осадке 2,00 *м*, пробег 2 513 *км*, обратно порожнем:						
Железных барж 3 400 *т*	2	52,0				
Деревянных барж 2 800 *т*	6	84,0				
Буксиров:			95	2 513	238,7	0,261
Волжских 600 HP	3	357,0				
Донских 200 HP	2	109,6				
		602,6				
Перевозка угля из Красного шлюза 312 тыс. *т* на осадке 2,0 *м*, пробег 1 535 *км*, обратно в Ростов лес в том же колич., на той же осадке, пробег 1 951 *км*:						
Железных барж 3 400 *т*	8	208,0				
Деревянных барж 2 800 *т*	24	336,0				
Буксиров:			624	1 743	1 087,6	0,222
Волжских 600 HP	11	1 309,0				
Донских 300 HP	2	143,0				
Донских 200 HP	6	328,8				
		2 324,8				
Перевозка леса в Ростов на осадке 2,85 *м*, пробег 1 882 *км*, обратно из Мелеховской уголь 168 тыс. *т* и цемент 20 тыс. *т* из Ростова на той же осадке, пробег 1 472 *км*:						
Железных барж 4 800 *т*	3	90,0				
Деревянных барж 4 000 *т*	9	158,4				
Буксиров:			376	1 677	630,5	0,145
Волжских 600 HP	4	476,0				
Донских 300 HP	2	143,0				
		876,4				

Типы судов	Количество флота	Эксплоатац. стоимость содерж. всего флота в тыс. руб.	Перевозка			Себестоимость одного *т/км* в коп.
			тыс. *т*	Средний пробег в *км*	млн. *т/км*	
Перевозка леса из Сталинграда в Ростов в колич. 750 тыс. *т* на осадке 2,85 *м*, пробег 641 *км*, обратно из Мелеховской уголь в том же количестве, на той же осадке, пробег 928 *км*:						
Железных барж 4 800 *т*	11	330,0				
Деревянных барж 4 000 *т*. . . .	29	510,4				
Буксиров:			1 500	784	1 176,7	0,189
Волжских 600 HP	5	595,0				
Донских 300 HP.	8	572,0				
		2 007,4				
Перевозка уральск. груза в Ростов 237 тыс. *т* на осадке 1,8 *м*, проб. 2 393 *км*, обратно из Мелеховской уголь в колич. 393 тыс. *т* на осадке 2,85 *м*, пробег 2 128 *км*:						
Железных барж 4 800 *т*.	7	210				
Деревянных барж 4 000 *т* . . .	20	352				
Буксиров:			630	2 405	1 533,4	0,161
Волжских 600 HP	11	1 309				
Донских 300 HP.	4	286				
		2 157				

Типы судов	Количество флота	Эксплоатац. стоимость содерж. всего флота в тыс. руб.	Перевозка			Себестоимость одного *т/км* в коп.
			тыс. *т*	Средний пробег в *км*	млн. *т/км*	
Перевозка уральских грузов в Ростов 89 тыс. *т* на осадке 1,8 *м*, пробег 2 793 *км*, обратно из Кр. шлюза уголь 107 тыс. *т*, на осадке 2,0 *м*, на пробег 1 535 *м*:						
Железных барж 3 400 *т*	3	78,0				
Деревянных барж 2 800 *т* . . .	9	126,0				
Буксиров:			196	1 925	377,21	0,268
Волжских 600 HP	5	595,0				
Донских 300 HP	1	71,5				
Донских 200 HP	2	109,6				
		980,1				
Перевозка угля из Кр. шлюза в колич. 237 тыс. *т* на осадке 2,0 *м*, на пробег 1 535 *км*, обратно порожнем:						
Железных барж 3 400 *т* (2 400 *т*).	4	104,0				
Деревянных барж 2 800 *т* (1 800 *т*).	12	168,0				
Буксиров:			237	1 535	363,8	0,360
Волжских 600 HP	6	714,0				
Донских 300 HP	1	71,5				
Донских 200 HP	4	219,2				
		1 276,7				
Перевозка нефти из Астрахани в Ростов в кол. 575 тыс. *т*, на осадке 2,85 *м*, пробег 1 091 *км*, обратно порожнем:						
Железных барж 4 800 *т*	7	210,0				
Железных барж 3 200 *т*	4	101,2				
Буксиров:			575	1 091	627,3	0,164
Волжских 600 HP	3	357,0				
Донских 300 HP	4	286,0				
		954,2				

Типы судов	Количество флота	Эксплоатац. стоимость содерж. всего флота в тыс. руб.	Перевозка			Себестоимость одного *т/км* в коп.
			тыс. *т*	Средний пробег в *км*	млн. *т/км*	
Перевозка нефти из Самары в Ростов в колич. 82 тыс. *т* на осадке 2,85 *м*, пробег 1 498 *км*, обратно порожнем:						
Железных барж 4 800 *т*	1	30,0				
Железных барж 3 200 *т*.	1	25,3				
Буксиров:			82	1 498	122,8	0,21
Волжских 600 HP	1	119,0				
Донских 300 HP.	1	71,5				
		245,8				
Итого для нефти:						
Железных барж 4 800 *т*	8	240,0				
„ „ 3 200 *т*	5	126,5				
Букс.: Волжских 600 HP	4	476,0	657	1 142	750,1	0,173
„ Донских 300 HP	5	357,5				
		1 200,0				
ВСЕГО . . .		18 185,3	6 472	1 440	9 344,0	0,194

По отдельным родам груза, на основании условий предыдущей таблицы и расположения грузовых потоков (график № 1), себестоимость перевозки определяется в размерах (без пути):

Наименование груза	Количество тыс. *т*	Средн. пробег *км*	Млн. *т/км*	Себестоимость в коп.	
				1 *т/км*	1 п.-вер.
Хлеб	1 639	1 370	2 246	0,194	1/295
Уголь	1 967	1 415	2 785	0,206	1/278
Лес	1 250	1 050	1 445	0,194	1/295
Металлы	500	1 816	908,2	0,182	1/314
Нефтепродукты . . .	657	1 142	750,1	0,174	1/328
Сахар	54	2 231	120,5	0,204	1/271
Уральские грузы . . .	326	2 393	780	0,190	1/300
Бумажн. и пром. грузы.	60	2 513	150,8	0,261	1/219

Себестоимость перевозок для товаро-пассажирского движения.

Годовое содержание тов.-пасс. паротеплоходов для принятых типов состоит из следующих расходных элементов:

Статьи расхода	Теплоход	Пароход
	1 200 эфф. сил.	1 000 инд. сил
Расход по содержанию команд принят по расценкам и штатам Волжского госпароходства	28 810 р.	27 820 р.
Расход по топливу и смазке из расчета 0,185 *кг* натурала на 1 эфф. силу в час., 0,41 *кг* мазута на 1 инд. силу в час; смазка принята в 5% от расхода топлива парохода и 10% теплохода. .	30 525 „	49 896 „
Расходы по ремонту 6% для теплохода и 5% для парохода от строительной их стоимости	54 000 „	30 000 „
Амортизация 5% для теплохода и 4% для парохода от строительной стоимости	45 000 „	24 000 „
Расходы по страхованию 1% от строительной стоимости	9 000 „	6 000 „
Капитализация 6% от строительн. стоимости	54 000 „	36 000 „
Расходы по содержанию агентств, пристаней, налоги и пр. расходы	23 733 р.	21 660 „
Итого . . .	245 068 р.	195 356 р.

Общее годовое содержание всего товаро-пассажирского флота, с учетом 50% годовой стоимости для резервных судов, составит кругло 13 600 тыс. руб.

Общая работа товаро-пассажирских линий (при тарифном эквиваленте 1 *т/км* = 1,45 *пасс/км*) определится в 2 316 условных млн. *т/км* при среднем пробеге 920 *км*; следовательно, условная себестоимость перевозки будет 5 р. 84 к. за 1 000 *т/км* или, при размере движения в 2 650 тыс. чел. и 688 тыс. *т*, стоимость перевозки пассажира можно принять в 3 р. 70 к., и 1 *т* груза — в 5 р. 37 к., при среднем пробеге 920 *км*.

Расчет себестоимости перевозки леса в плотах.

Настоящий расчет произведен в двух вариантах:

1) Определение себестоимости с учетом расходов на оборудование и обслуживание плотов. 2) Определение себестоимости без учета расходов на оборудование и обслуживание плотов.

Порядок расчета по указанным вариантам принят следующий:

1) определение размеров плота, возможного к пропуску через Волго-Донской канал;

2) определение мощности буксира и скорости хода;

3) определение потребного количества буксиров;

4) определение расходов по устройству плота и годовому содержанию буксиров;

5) определение себестоимости перевозки.

Размеры плота должны соответствовать принятому выше габариту шлюзов Волго-Донской магистрали — 130 *м* × 18 *м*.

Имея в виду, что наиболее распространенным размером леса для сплава в будущем ожидается 8,57 *м* × 0,35 *м*, задаемся шириною двухлентного плота (8,57 × 2) = 17,14 *м*, или кругло 17,20 *м*.

Исходя из допустимой осадки для плотов, останавливаемся на пятирядовом плоту, осадка которого, при толщине леса в 0,35 *м*, с учетом некоторого запаса, будет:

$$(0{,}35 \times 5) + (0{,}05 \times 4) = 1{,}95 \text{ м, кругло } 2{,}00 \text{ м.}$$

Размеры одного челена определяются принятыми размерами леса и исчисленной осадкой — длина и ширина по 8,57 *м*, осадка — 2,0 *м*.

В шлюз полезной длины 130 *м* одновременно может быть свободно введено 14 пар челенов, общая длина которых (8,57 × 14) + + 2,5 = 122,5 *м* (известный запас взят из предположения, что на челенах имеются рулевые навесы). Исходя из этих соображений, условия транспортирования плота приняты следующие: от пунктов отправления до пунктов назначения плот будет итти без переплотки и только при пропусках его через шлюзы он расчаливается на две отдельные части по 14 пар челенов каждая.

Длину всего плота принимаем в 245 *м*, предполагая его состоящим из 28 пар челенов.

Количество бревен в одном ряду челена будет $8{,}57 : 0{,}35 = 24$; в одном челене $24 \times 5 = 120$ бревен; во всем плоту $120 \times 56 = 6\,720$ бревен.

Принимая кубатуру одного бревна 1,076 $м^3$ (Hütte), получаем кубатуру всего плота $1{,}076 \times 6\,720 = 7\,231$ $м^3$.

Определение мощности буксира. Для определения мощности буксира пользуемся обычной формулой:

$$N_i = \frac{R\,v}{75\,\eta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2),$$

где v — скорость в покойной воде в *м/сек.*;
η — коэфициент полезного действия буксира, равный — 0,32;
R — сопротивление движению плота можно принять по формуле:

$$R = 1{,}5\,f\,S\,v^{1{,}83}\ ^{1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

где f — коэфициент трения, равный 0,25;
S — смоченная поверхность плота, равная $(245 \times 17{,}2) + 2 \times 2{,}0\ (245 + 17{,}2) = 5\,260$ $м^2$.

При скорости $v = 1{,}3$ *м/сек.*, что для шлюзованного участка близко действительной скорости против берега, мощность буксира, согласно формулы (2) и найденных значений ее членов, определится в 200 инд. сил.

Определение потребного количества буксиров. Расчет количества буксиров произведем по формуле:

$$M = \frac{P}{Q\,n} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4),$$

где M — число буксиров;
P — грузооборот в тоннах;
Q — вес плота в тоннах;
n — количество оборотов буксира,

равное $$\frac{T}{\frac{l}{U_в} + \frac{l}{U_н} + t_0},$$

где T — продолжительность навигации в сутках;
l — пробег в километрах;
$U_в$, $U_н$ — скорость хода соответственно вверх и вниз по течению;
t_0 — простои.

К простоям относится стоянка на конечных пунктах в Ростове и Кумовском по 0,25 суток и на каждый рейс по 0,4 суток для

---

[1] Инж. Кульган, Общие соображения о наивыгоднейших типах и размерах судов по Волго-Донскому водному пути.

промывки котла и ремонта буксира. Шлюзование буксирного воза полагаем по $1^1/_2$ часа на шлюз; шлюзование одного буксира при обратном ходе по $^1/_2$ часа на шлюз.

Для буксировки 410 тыс. *т* леса в плотах от Сталинграда в Ростов на пробег 619 *км* при указанных условиях потребно 4 буксира по 200 инд. сил и сплотовка 96 плотов размером: 245 × 17,2 × 2 *м*.

Себестоимость перевозки леса на плотах. Определение расходов по устройству и обслуживанию плота вышепринятых размеров произведено на основании данных Транспортной секции Совета съездов гос. промышленности и торговли СССР, проработавшей этот вопрос довольно основательно в 1926 г., а также, в части оборудования плотов, согласно Правил сплава леса по внутренним водным путям сообщения. Расчет себестоимости леса в плотах дан лишь для сравнения с приведенным выше расчетом себестоимости перевозки леса в баржах. В окончательные итоги результаты настоящего расчета не введены.

Для плота принятых размеров такелажа требуется: один лот весом в 1 *т*, 2 якоря по 0,2 *т* каждый, один из которых запасный, и 1,635 *км* снастей. Вес лота берется из расчета 4 *кг* на погонный *метр* плота, якорь взят в 0,2 *т*, как минимальный, ввиду незначительных размеров плота. Команда взята в количестве 6 человек, из расчета 1 человек на 40 пог. *метров* плота.

Элементы расходов по содержанию плота приняты в следующем размере:

1. *Труд:* а) оснастка и снаряжение:

полагаем 15 рабочих на 2 дня, с заработком 2 руб. в сутки: 2 × 15 × 2 = ...	60 руб.
б) уборка снастей в месте приплава: 2 × 15 раб. × 1 день	30 „
в) самый сплав: 2 × 6,5 дней × 6 раб.	78 „
г) обратный путь рабочих: 2 × 6 раб. × 4 сут.	48 „
Стоимость билет. 6 × 6 раб.	36 „
Итого	252 руб.

2. *Амортизация такелажа:* В сумму амортизации такелажа входят:

10% от стоимости лота и якорей и 15% от стоимости снастей; стоимость лота в 1 *т* принята в 240 руб., два якоря по 0,2 *т* каждый—288 руб., снасти 1,635 *км* (9,4 *т*)—9 200 руб.; следовательно, амортизация такелажа определяется в 1 433 руб.

3. *Расход на перевозку такелажа в количестве:* при тарифе по малой скорости—170 руб.

4. *Накладные расходы, налоги и сборы:*

а) почтовые и организационные расходы 0,62 к. за один $м^3$.

$$0{,}62 \times 7\,231 = 45 \text{ руб.}$$

б) сборы 3,1 коп. с $м^3$:

$$3{,}1 \times 7\,231 = 225 \text{ руб.}$$

в) расходы из содерж. администрац.—2% от общих расходов:

$$0{,}02 \times 2\,126 = \frac{42 \text{ руб.}}{312 \text{ руб.}}$$

Весь расход на оборудование и обслуживание плота составит кругло 2 170 руб.

Стоимость годового содержания буксира мощностью 200 инд. сил принимаем равной 53 тыс. руб.

При принятых размерах работы и стоимости содержания буксира и плота себестоимость буксировки плота определилась: по первому варианту с учетом расходов по оборудованию плота 0,17 коп. за 1 *т/км*, и по второму варианту—0,082 коп. за 1 *т/км*.

Себестоимость эксплоатации пути.

Эксплоатационные годовые расходы по содержанию пути являются расходами, не зависящими от размеров движения. Поэтому, с развитием грузооборота, указанные расходы, будучи перенесенными на 1 *т* перевозимого через магистраль груза, будут в абсолютных размерах уменьшаться в прямой пропорциональности от увеличения размера грузооборота.

Обозначим:

P — грузооборот, проходящий через искусственный путь,
l — средний пробег груза в *км*,
S — годовая стоимость содержания пути.

Тогда себестоимость эксплоатации пути на 1 *т* грузооборота определяется:

$$x_1 = \frac{S}{P} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5).$$

Себестоимость эксплоатации пути на 1 *т/км* грузооборота при среднем пробеге l:

$$x = \frac{S}{Pl} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6).$$

Решим приведенные формулы (5) и (6) для конкретных значений Волго-Донской магистрали.

Общая строительная стоимость Волго-Донской магистрали (без Ростовского порта), согласно, указания данного нам строительством, по данным 1927 г. определится в 128 500 000 руб., из них стоимость донских шлюзов — в 34 800 000 руб. Соответственно эксплоатаци-

онные годовые расходы (включая 6% на строительный капитал) выражаются [1]:

а) По Волго-Донской магистрали (без Ростовского порта)— в 14 200 000 руб., т. е. 11% от строительной стоимости.

б) Из них по донским шлюзам—4 000 000 руб., или 11,2% от строительной стоимости.

Общий размер перевозок большой и малой скоростей принят:

1. Через Волго-Донской канал:

а) грузов 7 028 900 *т*,

б) пассажиров—600 000 человек.

2. Кроме того на шлюзованном Дону:

а) грузов 1 млн. *т*,

б) пассажиров—520 тыс. человек.

На основании приведенной выше годовой эксплоатационной стоимости содержания донских шлюзов и дополнительного количества донских грузов и пассажиров, пользующихся шлюзами, исчислим себестоимость содержания донских шлюзов на 1 *т* груза. Предварительно сделаем следующие два предположения:

1) что из намеченного дополнительного донского грузо-пассажирооборота всеми донскими шлюзами будет пользоваться лишь 50%,

2) что 1,5 пассажирокилометра кругло эквивалентны 1 *т/км*; такое соотношение вытекает из платежеспособности (фрахтов) пассажира и груза, перевозимого на товаро-пассажирских паротеплоходах Волжского госпароходства.

Тогда себестоимость эксплоатации донских шлюзов составит на 1 *т* груза:

$$\frac{4\,000\,000}{0{,}5 \times 1\,000\,000 + 0{,}5 \times \frac{5\,520\,000}{1{,}5}} = 5 \text{ руб. } 90 \text{ коп.}$$

Допуская, что в первые годы существования Волго-Донской магистрали, в целях развития местных донских грузовых и пассажирских потоков, необходимо производить скидку с исчисленной себестоимости, и полагая, что ставки сбора определятся с 1 *т* 1 руб., с 1 пассажира — 65 коп., получим, что общая выручка за пользование донскими шлюзами дополнительным грузо-пассажирооборотом выразится в 666 000 руб.

Следовательно, на долю грузов и пассажиров, проходящих транзитом через канал и донские шлюзы, приходится следующая сумма для погашения ежегодных эксплоатационных расходов по содержанию магистрали:

$$14\,200\,000 - 660\,000 = 13\,540\,000 \text{ руб.}$$

---

[1] Позднее, в 1928 г., X сессией правительственной экспертизы Волго-Донской магистрали внесены следующие изменения в задания по стоимости сооружений: а) строительная стоимость сооружений Волго-Донской магистрали 175 520 тыс. руб., из них стоимость донских шлюзов 57 600 тыс. руб., б) эксплоатационные расходы по сооружениям Волго-Донской магистрали 18 562 тыс. руб., из них по донским шлюзам 6 480 тыс. руб. Пересчет при выше указанных суммах и принципах расчета дает себестоимость эксплоатации пути с 1 *т* груза, проходимого через канал,—2 р. 40 к. и с 1 пассажира – 1 р. 60 к.

Себестоимость эксплоатации пути на 1 *т* груза при вышеуказанной сумме выразится:

$$\frac{13\,540\,000}{7\,028\,900 + \frac{600\,000}{1,5}} = 1 \text{ р. } 82 \text{ к. с } 1\ m \text{ груза}$$

и $\frac{1,82}{1,5} = 1$ р. 21 к. с 1 пассажира.

ГЛАВА X

ФРАХТЫ И ФРАХТОВАЯ ПОЛИТИКА.

Общие замечания.

Определение вероятных фрахтов судоходного предприятия является одним из наиболее важных вопросов, так как самое значение судоходного пути для народного хозяйства в значительной мере характеризуется уровнем фрахтов. Поэтому к вопросу определения будущих фрахтов следует относиться с большой тщательностью, но нужно признать и учитывать заранее, что вопрос этот крайне сложен и разрешение его может иметь различные варианты.

Сложность вопроса заключается в самой природе речных фрахтов и в разнообразии тех факторов, которые влияют на их образование. В этом отношении речное хозяйство резко отличается от железнодорожного. На железных дорогах, сосредоточивших у себя в руках все элементы в основе стандартизированного транспорта и монополизировавших самые перевозки, тарифы и принципы их построения устанавливаются централизированным порядком, главным образом в соответствии с заранее определенными задачами тарифного дела. На речном транспорте размеры фрахтов определяются внешними факторами под влиянием всей совокупности экономических и естественных условий судоходной промышленности, отражающихся не только в конечном результате на стоимости перевозок, но часто определяющих самые формы и технику хозяйственной деятельности водного транспорта. Таким образом основное различие между обоими видами транспорта в характере их деятельности заключается в том, что железные дороги могут заранее устанавливать определенный тарифный режим, которому подчиняются перевозки, тогда как водный транспорт вынужден строить свое хозяйство, приспосабливаясь к условиям перевозки.

Если бы аналогично Волго-Донскому каналу возник вопрос о постройке соединительной ветви между двумя магистралями, то на железнодорожном транспорте это обстоятельство не создало бы никакого попутного вопроса о тарифах, несмотря на все изменения, которые от этого произошли бы в экономике прилегающих

районов; тариф определился бы сам собой из расстояний, проходимых грузами. Совсем другое получается на водном транспорте, где расстояние весьма часто имеет только второстепенное значение.

Соединение Волги с Доном, помимо значительного улучшения эксплоатационных технических условий плавания, коренным образом изменит прежние грузовые потоки на этих реках, произведет перемещение районов тяготения к водным и железнодорожным путям, значительно увеличит грузооборот обоих бассейнов, что потребует не только интенсивной постройки новых судов, но и усовершенствования их типа и самих методов эксплоатации, а, следовательно, отразится на стоимости перевозок. Все эти обстоятельства будут иметь решающее значение в образовании фрахтов и могут вызвать самые неожиданные явления в области фрахтовой политики, которые важно предусмотреть хотя бы в возможной степени приближенности к будущей действительности.

Характеристика речных фрахтов в дореволюционное время.

Методы образования речных фрахтов в дореволюционное время никогда не были достаточно выяснены, равно как очень мало изучены факторы, влияющие на образование фрахтов. Если принять во внимание также крайнюю недостаточность сведений о существовавших фрахтах, отсутствие данных, могущих объяснить наблюдавшуюся в некоторых случаях явную непоследовательность в установлении фрахтов, то станет понятным, насколько трудны попытки подвести те или другие законы под наблюдаемые в этой области явления.

В некоторых случаях можно отметить известную закономерность в изменении фрахтов и прямую зависимость их от изменившихся объективных причин. Так наблюдалось, что фрахты на хлеб понижались при урожаях вместе с понижением стоимости хлеба и его платежеспособности, чем как будто подтверждался принцип зависимости цены провоза от цены товара. С другой стороны, наблюдались и противоположные явления, когда избыток предлагаемого на вывоз груза и снижение его стоимости создавали повышенные фрахты, а сокращение вывоза груза при вздорожании ценности его порождало снижение фрахтов. Такое явление наблюдалось по нефтяным перевозкам, что должно казаться еще более странным: в то время, как топливо становилось дороже, эксплоатационные расходы увеличивались, фрахты на перевозку нефти падали, и, наоборот, при удешевлении топлива фрахты поднимались. Разгадка этого явления заключается в том, что вопрос о фрахтах переходил в область наличия свободного тоннажа и обеспечения его работой. Из опасения остаться без работы, когда груза на вывоз было мало, судовладельцы понижали фрахты, чтобы перехватить груз у конкурента по какой бы то ни было ставке, и наоборот: когда груз на вывоз предъявлялся в большем коли-

честве, а тоннаж был недостаточен, фрахты росли. Поэтому иногда представляется крайне трудным установить даже средние фрахтовые ставки, которые были бы действительно показательными и исключали бы всякий элемент случайных влияний. Между тем для определения вероятных фрахтов на вновь проектируемой водной системе необходимо ориентироваться не только на себестоимости перевозок в новых условиях плавания, но также следует учесть систему построения фрахтов, существовавших в дореволюционное время и действующих в настоящее время, базируясь на тех выводах, которые можно сделать из анализа этих фрахтов и методов их образования.

Фрахты, существовавшие в довоенное время на речном транспорте как оплата транспортных услуг, не имели никакого сходства с тарифами в общепризнанном значении этого слова. Самое понятие тарифа было совершенно несвойственно водным перевозкам. Водные фрахты не только не имели заранее установленных норм, но самое образование их не подчинялось никакой системе. Почти в каждом отдельном случае перевозки устанавливалась та или другая провозная плата по соглашению отправителя с судовладельцем.

Наиболее распространенной формой перевозок были перевозки по договорам, дававшим возможность учесть определенные размеры перевозки и все прочие условия, а вместе с тем определить и провозную плату. Крайнее разнообразие и неустойчивость фрахтовых ставок зависели от многих причин. Самую важную роль в установлении фрахтов играла конкуренция. Затем на фрахтах отражались состояние глубин, период навигации, интенсивность движения грузов, размеры перевозки, урожаи, увеличение или падение покупной способности населения, избыток или недостаточность свободного тоннажа, стоимость топлива и пр. Вообще водные фрахты были до крайности чутки ко всем изменениям конъюнктуры промышленной деятельности и рынков в прилегающих к водным путям районах.

В этой неустойчивости и постоянном колебании фрахтов заключалась их слабость по сравнению с железнодорожными тарифами, имевшими стройную систему и устанавливающими некоторый режим в движении грузов. С другой стороны, в этой подвижности и гибкости фрахтов было их преимущество перед железнодорожными тарифами в том отношении, что они легко и быстро приспособлялись к движению грузовых потоков и тем самым содействовали их свободному развитию.

Однако по перевозкам на товаро-пассажирских пароходах, совершавших срочные рейсы на определенных линиях вне зависимости от движения грузовых потоков и периодичности их возникновения, удавалось придерживаться какого-то среднего уровня фрахтов, и даже делались попытки устанавливать твердые фрахты на подобие тарифов. Одна из таких попыток в 1911—1913 гг. оказалась весьма успешной, когда несколько крупных волжских пароходств (Самолет, Кавказ и Меркурий, Восточное общество и др.)

заключили между собой соглашение по распределению в установленных долях между участниками соглашения их общего грузооборота и выручки. Соглашение предусматривало, что каждый участник должен сам сработать назначенную ему норму груза и выручки, а недоборы и переборы должны регулироваться взаимными перерасчетами. Для перевозимых на судах участников соглашения грузов были установлены твердые фрахтовые ставки по роду грузов между отдельными пунктами по системе табличных тарифов, для чего была проделана большая работа по учету средних фрахтов, действовавших на Волге, по установлению числа классов товара, по распределению грузов по классам и по составлению номенклатуры грузов. По этим фрахтам производился учет выручки каждого участника соглашения, независимо от того, получил ли он фактически этот фрахт за перевозку выше или ниже. Таким образом установленные фрахты являлись безусловно обязательными только для учета выручки и необязательными для пароходчика и клиента. Пароходчик мог получить выше фрахт, и это было ему выгодно, так как вся разница против установленной соглашением ставки в „общий котел" не шла, оставаясь полностью в его пользу. С другой стороны, всякая скидка с фрахта была невыгодна для пароходчика, так как в учет не принималась, а являлась чистым убытком для того, кто допустил скидку. Эти соображения заставляли пароходчика держать фрахты не ниже установленных соглашением, а в то же время удерживали от попыток взять фрахт выше установленного из опасения потерять груз и не выполнить свою норму. Наилучшей политикой являлось строгое соблюдение установленных фрахтов, несмотря на отсутствие какого-либо контроля за этим. Установленные соглашением фрахты не объявлялись клиентуре, но фактически немедленно стали ей известны и были учтены надлежащим образом. Всякие попытки со стороны пароходств взять фрахт выше установленного соглашением вызывали протесты со стороны клиентуры, усматривавшей в этом как бы противозаконное нарушение ее прав; попытки же со стороны клиентуры настоять на понижении установленных фрахтов были крайне редки и мало успешны, и клиентура скоро от них отказалась. Таким образом установленные соглашением фрахты очень скоро получили общее признание и применение на практике, заняв в водном транспорте почти то же значение, которое имеют тарифы. Этот первый опыт установления твердых фрахтов на водном транспорте очень показателен и имеет большое значение в истории развития речных фрахтов. При установлении тарифов на Волге, после национализации флота, практика волжского соглашения целиком послужила основанием выработки и построения тарифов.

Что касается перевозок массовых грузов, совершаемых на непаровых судах, то здесь самая мысль подойти к каким-либо твердым ставкам показалась бы в то время нелепой ввиду отсутствия всякой устойчивости в условиях, влиявших на установление фрахтов.

Причины успешных попыток установления твердых фрахтов на товаро-пассажирских пароходах и затруднений в отношении установления их на непаровых судах объясняются особенностями экономической природы того и другого видов судоходства.

Товаро-пассажирский флот на Волге объединялся в нескольких крупных пароходных предприятиях. Каждое пароходство имело определенную организацию и заботилось о планомерном развитии своей коммерческой деятельности в пределах бассейна, где оно поддерживало регулярное движение, имело оборудованные пристани, склады, затоны и мастерские. Этим оно приближалось по характеру деятельности к железным дорогам. Такие особенности железнодорожного транспорта, как обязательность выполнения перевозок, очередность в отправке грузов, срочность движения, являлись присущими и товаро-пассажирскому пароходству. В целях привлечения груза и наилучшего использования своего тоннажа пароходству представлялось необходимым приспособлять свои провозные платы к ценности перевозок для отправителя, а также к стоимости и платежеспособности груза, чтобы иметь возможность приобретать и малоценнные грузы, устанавливая для них невысокие ставки. Таким путем пароходство создавало свою собственную клиентуру, как бы монополизируя часть перевозок. Работая с одним пароходством в течение ряда лет, клиентура имела определенные, выработанные по взаимному соглашению ставки, которые иногда оставались без всякого изменения не только в течение навигации, но и в продолжение нескольких навигаций. Поэтому установление твердых ставок как бы подсказывалось самой практикой и привычкой и могло предоставить известные выгоды и удобства как для пароходства, так и для клиентуры.

Совсем в другом положении находился непаровой флот. Обычно он принадлежал многочисленным владельцам, по преимуществу мелким. Деятельность его не была связана ни с каким определенным районом. Работа происходила в условиях жесткой конкуренции, под влиянием которой и устанавливались фрахты. Вследствие того, что непаровой флот имел дело исключительно с массовыми перевозками грузов, дешевых по стоимости, но передвигаемых на далекие расстояния, фрахты сами по себе не могли быть высокими. Для грузовладельца фрахт мог быть приемлем в пределах ценности транспортных услуг и платежеспособности груза. Для судовладельца фрахтовая ставка определялась издержками по производству перевозки с прибавлением некоторой предпринимательской прибыли. Так как работа непарового фрахта не была регулярной и не обеспечивалась перевозками в течение всего периода навигации, то и себестоимость перевозки для судовладельцев не являлась величиной постоянной, учтенной заранее хотя бы приблизительно. Только в момент возникновения самой перевозки судовладельцу представлялась возможность учесть все особенности и условия самой перевозки и определить предстоящие расходы по ее выполнению. Фрахт на каждую отдельную перевозку определялся по

соглашению сторон, но, под давлением конкуренции или под влиянием ряда случайных обстоятельств и экономической обстановки, не всегда оказывался в пределах стоимости перевозки для судовладельцев и ценности ее для грузовладельца.

Конкуренция вынуждала понижать фрахты, но понижение имело свой предел для судовладельца — это безубыточность перевозки. В исключительных случаях, за неимением ничего лучшего, он шел на то, чтобы свести концы с концами и только оправдать свои расходы в надежде на улучшение обстановки в будущем. Если не было надежды на повышение фрахтов и на изменение неблагоприятной обстановки, нужно было изыскивать способы к понижению своих эксплоатационных расходов и приспособляться к условиям фрахтового рынка. Перевозки оставались за тем, кто имел наименьшие издержки эксплоатации и мог предложить наилучшие транспортные услуги.

Таким образом непаровой флот, не будучи обеспечен постоянной или регулярной работой, устанавливая цены за свои услуги по отдельным перевозкам, по мере их возникновения, по взаимному соглашению с грузовладельцем в зависимости от ряда условий, в которых происходила данная перевозка, и от цен конкурента, никак не мог иметь твердых ставок, установленных заранее. Единственной формой установления баржевых фрахтов являлся договор, предусматривавший более или менее все условия перевозки в каждом конкретном случае и вместе с тем провозную плату.

Если обратиться к практике современных водных тарифов, то приходится отметить, что тарифы на перевозки грузов на товаропассажирских пароходах, по теперешней терминологии — тарифы большой скорости, несмотря на некоторую искусственность их построения, приобретают прочное положение и действуют на правах настоящих тарифов. Монополия перевозок еще более приближает их к железнодорожным тарифам. Тарифы на перевозки грузов на непаровых судах, или тарифы малой скорости, не являются устойчивыми и в настоящее время и имеют чисто факультативное значение, как ориентировочные. Есть пароходства, где основная масса груза перевозится не по опубликованным тарифам, а перевозки совершаются исключительно по договорам, где не только условные договорные фрахты, но и самые условия перевозки, порядок расчета, сроки доставки имеют нередко весьма отдаленное отношение к нормальным тарифам малой скорости и правилам их применения.

Переходя к рассмотрению довоенных волжских фрахтов малой скорости, нужно иметь в виду, что анализ их в настоящем случае может представлять интерес постольку, поскольку он даст возможность сделать выводы: 1) какие фрахты и методы их построения могли бы быть, если бы устройство Волго-Донского канала происходило в довоенное время, в тогдашних условиях работы непарового флота, 2) в какой степени система построения этих

фрахтов может быть применена к построению будущих фрахтов Волго-Донской системы, 3) какие изменения произошли в основных факторах, влияющих на образование фрахтовых ставок в довоенное и настоящее время.

Довоенные фрахты малой скорости, в условиях нерегулярной работы флота и при наличии активной конкуренции, естественно не могли устанавливаться по какой-либо схеме и соблюдать градацию ставок соответственно ценности товара и стоимости перевозки для грузовладельца. Фрахт устанавливался по соглашению в момент возникновения конкретной перевозки или по предварительному договору с учетом всех условий предполагаемой перевозки. Тем не менее на различную высоту фрахтов оказывали влияние почти во всех случаях следующие обстоятельства:

1. Направление груза вверх или вниз по течению реки.
2. Род груза.
3. Период навигации, в который производилась перевозка.
4. Протяжение перевозки.
5. Размер перевозки.

Зависимость размеров фрахта от направления груза вверх или вниз по течению вполне понятна. Буксировка вниз по течению обходится дешевле, чем вверх, так как вниз буксир может вести большее количество груза и большее расстояние покрыть в течение суток, нежели при работе вверх. Кроме того на Волге необходимо учесть еще то обстоятельство, что перевозки по направлению вверх происходили преимущественно в верхних районах, к Рыбинску, где дороже стоило топливо и были наиболее мелководные плесы.

Зависимость фрахтов от рода грузов состояла в том, что более ценные грузы требовали под перевозку суда лучшего качества и прочной конструкции и поэтому таксировались по более высоким ставкам, чем грузы малоценные, для перевозки которых употреблялись суда низшего качества и менее прочной конструкции. Сухогрузы таксировались выше наливных грузов. Совершенно особняком стояла буксировка порожняка и плотов.

По времени перевозки различались три периода навигации: весенний—апрель, май месяцы; летний—июнь и июль; и осенний—август, сентябрь, октябрь. Значение периодов навигации для фрахтов состояло в том, что в весенний период, в полную воду, буксировка вверх была тяжела и обходилась дороже, чем в летнее время и осенью. Но меженный период иногда осложнялся мелководьем, и тогда фрахты, несмотря на слабое предложение перевозок, все же повышались, что объяснялось недогрузом и возможностью паузки.

Протяжение перевозки несомненно должно было иметь значение для размера фрахта, однако строгой зависимости фрахта от расстояния установить не представляется возможным. Значение расстояния обычно корректировалось размерами перевозки. В за-

висимости от размера перевозки не только варьировали пудоверстные ставки на одном и том же расстоянии, но случалось, что самые фрахты на более коротких расстояниях оказывались выше, чем на более длинных. Вообще признать влияние расстояния на высоту фрахта необходимо, но учесть это влияние крайне трудно из-за ряда случайных обстоятельств, так или иначе влиявших на установление фрахта по данной перевозке.

Главными массовыми грузами, перевозимыми в довоенное время на непаровых судах по Волго-Камской магистрали, являлись: хлеб, соль, нефть, чугун, железо и лес. Из сухогрузов главное значение для транспорта имели хлебные перевозки, вследствие чего хлебные фрахты являются наиболее показательными.

Хлебные фрахты.

Сведения о фрахтах, существовавших в довоенное время, опубликовывались в статистических сборниках бывш. Министерства путей сообщения. Сведения эти были далеко не полные и собирались только по главнейшим пристаням. Последние сведения, относящиеся к навигациям 1912 и 1913 гг., дают следующие фрахты на хлебные перевозки.

Хлебные фрахты 1912 г.

Направление перевозки	Расстояние в *км*	Фрахтовые ставки			
		с тонны		с *т/км*	
		вверх	вниз	вверх	вниз
Вольск—Самара	304	122	—	0,40	—
Часовня—Сызрань	360	—	122	—	0,33
Покровская—Самара	434	165	—	0,38	—
Царицын—Астрахань	494	—	122	—	0,25
Балаково - Вязов	773	183	—	0,24	—
Сл. Покровская—Казань	899	244	—	0,27	—
Вольск—Астрахань	1 057	—	214	—	0,20
Сызрань—Астрахань	1 229	—	244	—	0,20
Сызрань—Кинешма	1 229	298	—	0,24	—
Новодев.—Астрахань	1 478	—	244	—	0,17
Балаково—Кострома	1 495	322	—	0,21	—
Симбирск—Астрахань	1 586	—	244	—	0,15
Ундоры—Астрахань	1 617	—	274	—	0,17
Балаково—Рыбинск	1 670	346	—	0,20	—
Сл. Покровская—Рыбинск	1 831	318	—	0,17	—
Царицын—Ярославль	2 253	372	—	0,16	—

Хлебные фрахты 1913 г.

Направление перевозки	Расстояние в *км*	Фрахтовые ставки			
		с тонны		с *т/км*	
		вверх	вниз	вверх	вниз
Привальное—Царицын	332	—	122	—	0,37
У Майна—Сызрань	418	122	—	0,29	—
Царицын—Астрахань	494	—	152	—	0,30
Балаково—Царицын	584	—	183	—	0,31
Черный затон—Царицын	680	—	214	—	0,31
Балаково—Печище	745	222	—	0,30	—
Сл. Покровская—Казань	899	293	—	6,32	—
Саратов—Астрахань	913	—	230	—	0,[illegible]5
Часовня—Рыбинск	1 158	300	—	0,26	—
Сенгилей—Рыбинск	1 222	309	—	0,25	—
Сызрань—Астрахань	1 229	—	305	—	0,25
Самара—Рыбинск	1 397	324	—	0,23	—
Балаково—Ярославль	1 577	347	—	0,22	—
Симбирск—Астрахань	1 586	—	274	—	0,17
Ундоры—Астрахань	1 617	—	329	—	0,20
Саратов—Рыбинск	1 835	366	—	0,20	—

В этих таблицах взяты фрахты по ряду отправок с постепенно увеличивающимся расстоянием, при чем в некоторых случаях, где это оказывалось возможным, брались отправки вверх и вниз по течению за приблизительно одинаковые расстояния. По времени отправок брался период с начала навигации по сентябрь, а для астраханского плеса—по октябрь. Перевозки, совершавшиеся в период мелководья и поздние осенние исключались. Также исключены перевозки мелких партий и те случаи, когда фрахты слишком значительно отклонялись от применявшихся в течение всей навигации, когда видимо имелись какие-то исключительные условия или особые дополнительные услуги со стороны судовладельца, компенсируемые повышенным фрахтом.

Хлебные грузы с волжских пристаней по преимуществу шли вверх против течения для снабжения потребляющих районов, на мельницы и на вывоз за границу. По направлению вниз хлеб шел главным образом в Царицын и Астрахань. Как можно видеть из приведенных таблиц, судовладельцы учитывали направление груза, и фрахты вверх по течению были выше, чем вниз за то же расстояние. Так, по 1912 г., за одно и то же расстояние 1 230 *км* вниз фрахт был 2 р. 44 к. с тонны, а вверх — 2 руб. 98 к., т. е. выше на 22%; аз расстояние около 1 500 *км* вниз бралось 2 руб. 44 к., а вверх — 3 р. 22 к., т. е. выше на 32%. В 1913 г. эта разница была значительно меньше, от 7 до 10%, так как фрахты вообще были выше, а особенно поднялись фрахты вниз, что приблизило их к фрахтам вверх. Таким образом оказывается, что с увеличением расстояния разница во фрахтах вверх и вниз по течению в процентном отношении возрастала. Это доказывает, что наращивание ставки с увеличением расстояния было более значительным по отправкам вниз, что также подтверждается и сравнением тонно-километровых ставок, которые на коротких расстояниях, до 400 *км*, одинаковы как вверх, так и вниз, а с увеличением расстояния тонно-километровая ставка по отправкам вниз составляет только 70—80% тонно-километровой ставки вверх. Принимая средний пробег хлебных грузов в 1 000 *км*, надо считать разницу во фрахтах вверх и вниз в среднем около 20% в 1912 г. и около 8% в 1913 г.

Фрахты вверх по течению имеют правильное поступательное движение по кривой, приближаясь к построению по диференциальной схеме, при чем коэфициент наращивания ставки с увеличением расстояния понижается по более или менее равновеликим граням. На основании получающейся линии роста фрахтов вверх по течению можно построить приблизительно следующую схему по 1913 г.

СХЕМА № 1 (1913 г.)

для хлеба вверх против течения.

За расстояние до 400 *км* 1 р. 44 к. с тонны; от 401 до 800 *км* прибавляется по 11 к. за каждый пояс в 50 *км*; от 801 до 1 200 *км* прибавляется по 8 к. за каждый пояс в 50 *км*; от 1 201 до 1 600 *км* прибавляется по 6 к. за каждый пояс в 50 *км*; свыше 1 601 *км* прибавляется по 4 к. за каждый пояс в 50 *км*.

Для 1912 г. схема несколько изменится по размерам наращиваемой ставки, так как фрахты 1912 г. были ниже фрахтов 1913 г., но размеры граней и поясов сохранятся те же.

Фрахты вниз по течению менее выдержаны. Ставки диференцируются неравномерно, получаются скачки в сторону повышения и в сторону понижения, иногда ставки очень несоразмерны между собой на одном и том же расстоянии. В 1912 г., наоборот, часто наблюдаются одинаковые ставки по нескольким различным

расстояниям. Так, за перевозку на расстоянии 360 *км*, 490 *км* и 650 *км* фрахт одинаковый — 1 руб. 22 коп. с тонны, затем на расстояниях 1 230 *км*, 1 490 *км* и 1 580 *км* фрахт — 2 р. 44 к. Этим как будто построение фрахтов приближается к диференциальной схеме с площадками. Однако, если допустить такого рода площадки на упомянутых участках, то необъяснимым и неожиданным получается резкий скачок ставки после 1 500 *км*, а именно: на расстоянии 30 *км* ставка поднимается на 30 коп. с тонны, тогда как перед этим повышение ставки на 30 коп. получалось за 350 *км*. По аналогии с фрахтами вверх нужно допустить, что ставки диференцировались и вниз. Это являлось вполне рациональным ввиду понижения стоимости топлива на низовом плесе и возможности позднее работать осенью. Повидимому, нечеткость графиков объясняется пробелами в данных о конкретных перевозках на средних расстояниях 1 000—1 500 *км*, а также случайными низкими фрахтами по некоторым перевозкам. Если для среднего расстояния принять фрахт по конкретной перевозке Сызрань—Астрахань 1 229 *км* и от него провести прямые линии к начальным и конечным расстояниям графика, то получится ломаная линия фрахтов, подтверждающая, что диференциация ставки вниз также соблюдалась, но была слабее, чем вверх, и коэфициент ее изменялся по более длинным граням—от 800 до 1 200 *км*. Если построить схему нарастания фрахтов вниз по течению по выправленному таким образом графику, то получается:

СХЕМА № 2 (1912 г.)

для хлеба вниз по течению.

За расстояние до 400 *км* 1 р. 20 к. (с тонны); от 401 до 1 200 *км* прибавляется по 7 к. за каждый пояс в 50 *км*; от 1 201 до 2 400 *км* прибавляется по 8 к. за каждый пояс в 100 *км*.

Эту схему можно считать правильной по построению и для 1913 г., но так как фрахты 1913 г. вниз были выше 1912 г., приближаясь к размерам фрахтов вверх, то ставки наращивания в схеме для 1913 г. должны быть изменены следующим образом:

СХЕМА № 3 (1913 г.)

для хлеба вниз по течению.

За расстояние до 400 *км* 1 р. 36 к. (с тонны); от 401 до 1200 *км* прибавляется по 1 к. за каждый пояс в 50 *км*; от 1 201 до 2 400 *км* прибавляется по 6 к. за каждый пояс в 100 *км*.

Если обратиться к сведениям, приводимым в сборниках бывш. Министерства путей сообщения за 1912 и 1913 гг., откуда можно получить данные о размерах средней тонно-километровой ставки на различных пробегах грузов, то данные эти также подтверждают существование диференцированной ставки по перевозкам вниз, как это видно из следующей таблицы.

Таблица тонно-километровых ставок по перевозкам хлеба вниз по течению.

На расстояниях в *км*	Ставка с *т/км* в коп.	
	1912 *г.*	1913 г.
300— 500	0,300	0,285
500—1 000	0,234	0,281
1 000—1 500	0,183	0,228
1 500—2 000	0,169	0,206

Сравнивая получающиеся фрахты по схемам №№ 2 и 3 с фрахтами по средним тонно-километровым ставкам сборников бывш. Министерства путей сообщения и с фрахтами по конкретным перевозкам, получаем следующую таблицу:

Направление перевозки	Расстояние	Фрахты		
		По схемам №№ 2 и 3	По *т/км* ставкам сборников	Фактические ставки
1912 г.				
Часовня—Сызрань	360	120	108	122
Вольск—Астрахань	1 057	218	255	214
Сызрань— „	1 229	241	235	244
Ундоры— „	1 617	272	273	274
1913 г.				
Царицын—Астрахань	494	156	140	152
Черн. затон—Цариц.	680	198	191	214
Сызрань Астрахань	1 229	306	280	305
Ундоры— „	1 617	326	333	329

Таким образом оказывается, что схема дает некоторые погрешности против фактически существовавших фрахтов и против исчисленных по тонно-километровым ставкам бывш. Министерства путей сообщения. Но и последние, в свою очередь, также имеют расхождение с фактическими фрахтами, при чем расхождение более резкое, чем схемные фрахты. Это находит себе объяснение в том, что сборник бывш. Министерства путей сообщения для получения средних ставок с 16,6 тонн груза за 1 *км* расстояния, откуда выведены здесь тонно-километровые ставки, принимал в учет все перевозки, в том числе мелкими партиями и в маломерных судах, а последние перевозки всегда по фрахту расценивались выше.

Отсюда и фрахты, исчисленные по средним *т/км* ставкам бывш. Министерства путей сообщения, получаются выше средних фактических фрахтов. Погрешность схемных фрахтов сравнительно не так значительна, чтобы опорочить правильность составленной схемы или послужить поводом к пересоставлению ее на других основаниях. Поэтому ее можно признать, как одну из наиболее отвечающих действительному построению довоенных фрахтов, которое можно предположительно установить из данных о фрахтах, сохранившихся от довоенной практики.

На выяснении природы и форм образования довоенных хлебных фрахтов вниз по течению необходимо было остановиться несколько подробнее ввиду того, что они представляют интерес для сравнения с ними действующих в настоящее время тарифов и будущих фрахтов Волго-Донской системы, по которой хлебные перевозки будут иметь исключительно направление вниз по течению.

Соляные фрахты.

Перевозка соли по Волге производилась вверх от Владимировки до всех попутных пристаней, кончая Рыбинском. Фрахты имели ту особенность, что размер ставки наращивания с расстояния 600—1 000 *км* начинал увеличиваться с увеличением расстояния; таким образом тонно-километровая ставка на расстоянии 2 430 *км* — 0,155 *к* была выше, чем на расстоянии 1 260 *км* — 0,140 *к*. Повидимому, это находит себе объяснение в изменении глубин на верхнем плесе Волги и в удорожании топлива по мере продвижения парохода вверх.

Фрахты на чугун и железо не в деле.

Фрахты на перевозку железа и чугуна не в деле отличались той особенностью, что были одинаковые на всех расстояниях. Так, от Добрянки до Казани за расстояние в 1 056 *км* и до Астрахани за расстояние в 2 710 *км* была одна и та же ставка—3 р. 66 к. с тонны, включая погрузку и выгрузку. Ставки вверх по течению выше Нижнего также до всех пристаней были одинаковые—4 руб.

27 коп. с тонны. Принимая стоимость погрузки и выгрузки в 61 коп. с тонны, нужно считать чистый фрахт 3 руб. 05 коп. и 3 руб. 66 коп., т. е. фрахты вверх против течения на 20% выше низовых фрахтов. Ставки для 1912 и 1913 гг. оставались без изменения.

Нефтяные фрахты.

Нефтяные грузы наливом перевозились от Астрахани до всех крупных пристаней до Рыбинска включительно. Фрахты на перевозку нефтегрузов имели следующие размеры в 1913 г.:

Направление от Астрахани до	Расстояние в *км*	Фрахтовые ставки	
		с тонны	с *т/км*
Царицына	494	0.73	0,148
Саратова	913	1.46	0,148
Самары	1 351	2.20	0,162
Казани	1 816	2.93	0,161
Нижнего	2 246	3.66	0,163
Костромы	2 574	4.39	0,170
Ярославля	2 655	4.69	0,176
Рыбинска	2 748	4.88	0,177

Как видно, тонно-километровая ставка совершенно не диференцировалась с увеличением расстояния в сторону ее снижения; наоборот, по мере увеличения расстояния, она повышалась, что допустимо для верхнего плеса ввиду меньшей глубины фарватера. Фрахты устанавливались путем договора, но построение их было искусственное. Весь путь от Астрахани до Рыбинска делился на ряд плесов по попутным пристаням, куда делался завоз нефти, и фрахт устанавливался (по 1913 г.) по 1,2 коп. с 16 *кг* за плес. Таким образом за два плеса—2,4 коп.; за три плеса—3 коп. и т. д. До Костромы такой расчет шел правильно. Это объясняется случайным обстоятельством, что каждый плес был протяжением около 400 — 450 *км*. За последние два весьма коротких плеса — Кострома—Ярославль и Ярославль—Рыбинск, расстоянием 82 и 93 *км*, ставки были 0,5 и 0,3 к. с 16 *кг*. Для судопромышленника форма

построения фрахтов не имела особого значения, так как, беря подряд на выводку нескольких сот тысяч тонн до всех пристаней, он учитывал не отдельные перевозки и фрахты, а общий результат своей навигационной работы.

Лесные фрахты.

Фрахты на лесные перевозки, следовавшие вниз по течению с Камы и с Нижегородского плеса, почти не представляется возможным уложить в какие-либо формы или схемы. Доставка лесных материалов расценивалась различными способами: 1) поштучно—со шпалы, бревна, доски, 2) по объему—с кубической сажени, пятерика, или 3) с целого судна—по обмеру. Последний способ был наиболее распространенным. В среднем ставки на лес в судах колебались на расстоянии 1 500—2 000 *км* от 2 до 2,3 коп. с 16 *кг*

На основании сказанного можно составить следующие примерные схемы построения нефтяных и соляных фрахтов 1913 г.

СХЕМА № 4

для нефти.

За расст. от 500 до 1 000 *км* — 1 р. 48 к.; от 1 001 до 2 000 *км* прибавляется по 17,6 коп. за каждый пояс в 100 *км*; свыше 2 000 *км* прибавляется по 21,6 коп. за каждый пояс в 100 *км*.

СХЕМА № 5

для соли.

За расст. до 200 *км* — 0.70 коп. с тонны; от 201 до 600 *км* прибавляется по 25 коп. за каждый пояс в 100 *км*; от 601 до 1 200 *км* прибавляется по 6 коп. за каждый пояс в 100 *км*; от 1 201 до 1 800 *км* прибавляется по 14 коп. за каждый пояс в 100 *км*; свыше 1 800 *км* прибавляется по 17 коп. за каждый пояс в 100 *км*.

Схему на лесные материалы в судах и плотах не представляется возможным составить за отсутствием данных о фрахтах. Имеются случайные сведения, что за перевозку лесных материалов в судах взималось на расстоянии 1 500 *км* — 1 руб. 34 коп. с тонны, на расстоянии 1 700 *км* — 1 руб. 56 коп. и на расстоянии 2 600 — 2 700 *км* — 2 руб. 26 коп.—2 руб. 44 коп. На том же расстоянии за дрова взималось 1 руб. 83 коп. — 2 руб. 14 коп.

Во всех выведенных схемах пояса принимались в 50 и 100 *км*, так как меньшие расстояния не имеют никакого значения на воде при установлении фрахтов.

На основании выводов, полученных из рассмотрения довоенных фрахтов, можно составить следующие сравнительные таблицы тонно-

километровых ставок по роду грузов, дающие представление о диференциации ставок по роду товаров и о соотношении их между собой:

Расстояния	Ставки вверх			Ставки вниз			
	хлеб	соль	нефть	хлеб	соль	лес	железо
500 км . . .	0,332	0,290	—	0,312	0,198	—	—
% соотн.	100	87		100	63		
1 000 км . . .	0,264	0,194	—	0,256	0,120	—	—
% соотн.	100	73,5		100	47		
1 500 км . . .	0,221	—	0,157	0,209	—	—	—
% соотн.	100		71	100			
2 000 км . . .	0,188	—	—	0,172	—	—	0,129
% соотн.	100			100			75
2 500 км . . .	0,166	—	—	0,149	—	0,085	—
% соотн.	100			100		57	
В среднем .	100	80	71	100	55	57	75

В приведенной таблице ставки для соли и нефти вверх указаны только на расстояниях 500 и 1 000 *км*, так как на этих расстояниях фрахт диференцирован в сторону снижения ставки наращивания; далее ставка наращивания повышалась, что зависело от посторонних причин или исскуственного построения фрахтов, но не соответственно нормальному положению понижения стоимости перевозки с увеличением пробега. Соль вниз не шла далее 1 000 *км*. Ставка для леса указана только на те расстояния, о которых имеются сведения. Ставка для железа и чугуна взята из существовавшей единой ставки фрахта на всех расстояниях в применении ее к среднему пробегу груза. Ставки для нефти также взяты из расчета фрахта за средний пробег. По отношению к хлебной ставке вниз ставка за нефть будет составлять 75%.

Коэфициент понижения тонно-километровой ставки

Расстояния	500	1 000	1 500	2 000	2 500
Хлеб вниз	0,312	0,256	0,209	0,172	0,149
Коэфициент. . . .	100	82	81	82	86
Соль	0,198	0,120	—	—	—
Коэфициент. . . .	100	60	—	—	—
Хлеб вверх.	0,332	0,264	0,221	0,188	0,166
Коэфициент. . . .	100	79	83	85	88

Из двух последних таблиц устанавливается, что в волжских довоенных фрахтах существовала диференциаця ставок по различным грузам, примерно, такого рода: если ставку на хлеб вниз принять за 100, то следующие ставки будут выражаться: для нефти—в 75, для железа—в 75, для соли—в 55 и для леса—в 57. Так как хлебные фрахты являлись наиболее разработанными, то будет правильным положить их в основание для сравнения с другими фрахтами как по высоте их ставки, так и по ее диференциации по расстояниям.

Диференциация тонно-километровой хлебной ставки устанавливает коэфициент ее понижения на различных пробегах. Начальным пробегом принимается расстояние в 500 *км*, на котором происходило значительное число перевозок (Царицын — Астрахань 494). Далее каждый пробег увеличивается на 500 *км*. Для среднего пробега в 1 000 *км* получается коэфициент в 82% от предыдущей ставки за 500 *км*; далее коэфициент увеличивается. Выправляя коэфициент хлебных ставок по отправкам вверх и вниз, получаем следующую скалу:

Для расст.	500 км	. . . . .	100%	
„ „	1 000 „	. . . . .	80 „	от предыдущ.
„ „	1 500 „	. . . . .	82 „	„
„ „	2 000 „	. . . . .	83 „	„
„ „	2 500 „	. . . . .	87 „	„
„ „	3 000 „	. . . . .	90 „	„

Эта скала условно может быть принята для всех грузов.

Таким образом ориентировочно можно наметить следующую систему построения фрахтов малой скорости в довоенное время:

Грузы по высоте фрахта разделялись на группы:

К I гр. относился хлеб;
„ II „ „ нефть, чугун, железо, цемент;
„ III „ „ лес, соль;
„ IV „ „ дрова и др. малоценные грузы.

Возможно предполагать, что лес пиленый в судах относился к II группе, но за отсутствием определенных сведений нельзя утверждать положительно.

Построение фрахтов было по диференциальным схемам с наращиванием ставки по граням и поясам. Грани были протяжением от 400 до 1 200 *км*, пояса на коротких расстояниях—по 50 *км*, на дальних—по 100 *км*. Для составления упрощенной условной схемы можно принять все грани по 500 *км*.

Соотношение между средними тонно-километровыми ставками по группам было: I — 100, II — 75, III — 67, IV — 50.

Скала коэфициента понижения тонно-километровых ставок по пробегам приведена выше.

На основании приведенных двух принципов построения фрахтов: по платежеспособности груза и диференциации ставок по рас-

стояниям конкретные тонно-километровые ставки по довоенному времени в основе своей должны были бы удовлетворять следующей закономерности:

Расстояние	Хлеб	Железо, нефть	Лес	Дрова
500	0,320	0,236	0,176	0,160
1 000	0,256	0,189	0,141	0,120
1 500	0,210	0,155	0,116	0,105
2 000	0,174	0,129	0,097	0,087
2 500	0,151	0,112	0,085	0,075
3 000	0,136	0,101	0,076	0,067

Современные тарифы малой скорости.

Современные тарифы малой скорости Волжского госпароходства, разработанные на основании данных довоенного времени, но для применения в условиях более планомерной работы, носящей характер монопольности перевозок, с учетом особенностей перевозки рода грузов по их платежеспособности, имеют следующую систему построения. Все грузы, перевозимые на непаровых судах за буксиром парохода, по данным 1927 г., подразделяются на 22 группы по наименованию, грузов и кроме того имеется 23-я группа для грузов, особо не поименованных. Такое подразделение до известной степени соответствует платежеспособности груза, но также учитывает и удобство груза для перевозки и себестоимость перевозки. Поэтому тарифы на громоздкие и легковесные товары выше средних; кроме того по некоторым группам на одни и те же грузы имеется разница в тарифах в зависимости от направления их вверх или вниз по течению. Тарифы построены по системе наращивания ставки по поясам к начальной ставке за 200 *км*; на расстоянии до 1 000 *км* пояса имеют протяжение по 50 *км*, а после 1 000 *км*— по 100 *км*. Ставка наращивания по поясам почти не диференцируется, но ставка, прибавляемая к фрахту за каждый пояс в 50 *км* в пределах первых 1 000 *км*, далее прибавляется за каждый пояс в 100 *км*. Размер ставки наращивания за один пояс—10, 20 и 30 коп. в зависимости от начальной ставки, рода груза и направления перевозки. Так, схема построения тарифов для хлебных грузов имеет следующий вид: за расст. до 200 *км* —2 руб.

с тонны; от 201 до 600 *км* прибавляется по 20 и 30 коп., чередуясь, за каждый пояс в 50 *км*; от 601 до 1 000 *км* прибавляется по 20—30 коп. за каждый пояс в 100 *км*; свыше 1 000 *км* прибавляется по 20 коп. за каждый пояс в 100 *км*.

На основании такого рода схем Волжского госпароходства получается следующий коэфициент понижения тонно-километровой ставки по основным расстояниям:

Расстояния	Хлеб		Лес		Камени. уголь	
	т/км ставка	коэфициент	*т/км* ставка	коэфициент	*т/км* ставка	коэфициент
500 . .	0,780	100	0,700	100	0,600	100
1 000 . .	0,520	66	0,500	71	0,420	70
1 500 . .	0,413	79	0,400	80	0,340	80
2 000 . .	0,360	87	0,345	86	0,300	88
2 500 . .	0,328	90	0,316	90	0,280	93
3 000 . .	0,303	92	0,293	92	0,263	94

Соотношение ставок по роду грузов, при среднем пробеге для транзитных грузов в 1 500 *км*, получается следующее:

Род груза	Хлеб	Лес	Нефть	Цемент	Камени. уголь	Проч.
Направление	вниз	вниз	вверх	вверх	вверх	вверх
Фрахт за 1 500 *км*	6.20	6.00	3.57	6.30	5.10	10.60
Соотношение	100	96,7	57,6	101,6	82,3	170,9

Сравнение систем построения довоенных фрахтов и современных тарифов.

Если систему построения современных тарифов малой скорости сравнить с системой образования довоенных фрахтов, выведенной выше на основании данных о довоенных фрахтах, то основное различие между обеими системами выразится в следующем:

Соотношение фрахтовых ставок по роду грузов

(по средним пробегам)

Род груза	Хлеб вниз	Лес вниз	Нефть вверх	Железо не в деле, цемент вверх	Проч. вверх
Довоенн.	100	57,0	75,0	75,0	—
Соврем.	100	96,7	57,6	101,6	170,9

Коэфициент *т/км* ставок по расстояниям:

Расстояния	Хлеб вниз		Лес		Цемент	
	Довоенн.	Соврем.	Довоенн. условно	Соврем.	Довоенн. условно	Соврем.
500 *км* . .	100	100	100	100	100	100
1 000 „ . .	80	66	80	71	80	76
1 500 „ . .	82	79	82	80	82	76
2 000 „ . .	83	87	83	86	83	85
2 500 „ . .	87	90	87	90	87	89
3 000 „ . .	90	92	90	92	90	91

Анализ довоенной и современной систем фрахтов указывает на целый ряд положительных и отрицательных сторон этих систем. Довоенная система, насколько удается выявить ее, менее развита и уточнена, нежели современная, но она вырабатывалась путем долгого опыта, параллельно с развитием грузовых потоков, с учетом густоты их и преобладания тех или других грузов в общем составе грузооборота. Это позволяет отнестись к ней с известным доверием. Положительная сторона ее в том, что она довольно рационально диференцирует ставку по мере увеличения пробега груза. Эта диференциация более последовательна, чем современная, и на дальних пробегах дает более дешевые фрахты, чем современные, но несколько выше на средних пробегах. При современной системе могут получаться недоборы во фрахте на средних пробегах, для покрытия которых придется повышать тарифы на дальних пробегах, что может повлиять отрицательно на дальние перевозки. Диференциация ставки по классам товаров, вероятно,

лучше учтена в современных тарифах, так как учет мог быть сделан не только по себестоимости перевозки, но и по платежеспособности груза и ценности перевозки для грузовладельца, тогда как в довоенное время в основу установления фрахтов бралась почти исключительно себестоимость перевозки. Но вообще установление какого-то точного и правильного соотношения фрахтовых ставок по классам грузов является делом условным и, помимо прочих обстоятельств, которые необходимо при этом иметь в виду, в значительной части зависит от состава грузооборота и доли участия в нем тех или других родов груза.

Проектирование новых фрахтов для судоходного предприятия.

При установлении цен за перевозку грузов можно пользоваться двумя методами построения фрахтов: по себестоимости данной перевозки или по платежеспособности грузов.

Метод построения фрахтов по себестоимости перевозки подробно разработан и освещен в предыдущих главах исследования; поэтому ниже мы даем проект построения фрахтов по платежеспособности грузов, учитывая, что жел.-дор. транспорт, с которым приходится сравнивать цены за перевозку, свою тарифную политику основывает главным образом на принципе платежеспособности груза.

Для построения фрахтов и установления высоты фрахтовых ставок в определенном районе деятельности речного пароходства необходимо иметь следующие основные данные:

1) размеры ожидаемого грузооборота и состав его по отдельным родам грузов, распределенного также по классам платежеспособности груза,

2) средние пробеги грузов,

3) сумму расходного бюджета судоходного предприятия, вызываемую организацией судоходства для данных размеров движения,

4) коэфициент диференциации ставок по платежеспособности груза, распределенного на известное количество классов,

5) коэфициенты диференциации ставок по расстоянию пробега груза.

Обозначим:

$P_1, P_2 \ldots\ldots P_n$ — эквиваленты количеств грузов по классам в тонно-километрах, выраженные в процентных отношениях ко всему грузообороту, принимаемому за $100^0/_0$,

n — число грузовых классов,

l — средний пробег груза,

S — расход судоходного предприятия для организации указанного размера движения,

a — средняя себестоимость перевозки груза за один тонно-километр:

$$a = \frac{S}{\Sigma Pl} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1),$$

a_1; a_2, ... a_n — коэфициенты ставок с тонно-километра для отдельных классов товаров по отношению к хлебной ставке, принимаемой условно за единицу,

x — абсолютная искомая тонно-километровая ставка для хлеба.

Учитывая, что тонно-километровые ставки для отдельных классов товара определяются рядом:

$$a_1\ x,\ a_2\ x \ldots\ldots a_n\ x,$$

можно составить уравнение:

$$(a_1\ P_1 + a_2\ P_2 + \ldots\ldots\ldots + a_n\ P_n)\ x = 100a,$$

откуда определяется:

$$x = \frac{100a}{a_1\ P_1 + a_2\ P_2 + \ldots + a_n\ P_n} \ldots\ldots\ldots\ldots (2).$$

Из формулы (2) легко найти ставки для всех классов груза при среднем пробеге l. Далее, применив скалу коэфициентов диференциации ставок по расстоянию, не представит труда построить общую таблицу фрахтов по классам и основным расстояниям.

Для построения фрактов по перевозке груза по Волго-Донскому каналу взяты наиболее положительные стороны довоенной и современной систем фрахтов по платежеспособности, а именно:

а) схема диференцирования фрахтовой ставки по классам принята современная, действующая в Волжском госпароходстве, как наиболее правильно отражающая распределение грузов по их платежеспособности в современных условиях. За основную ставку принята ставка II класса — на хлеб. По этой схеме получается следующее соотношение фрахтовых ставок по классам:

Классы	I	II	III	IV	V
Товар	Сахар, бумага, пром. товары и др., особо не поименованн. грузы	Хлеб, металл, цемент, рыба	Лесные материалы	Каменн. уголь, руда	Нефте-грузы
Соотношение ставок	170	100	95	80	57

Ввиду большого разнообразия сортиментов лесных материалов, различных по своей ценности и платежеспособности, для III класса установлено подразделение на 3 категории с соответствующей диференциацией ставки, а именно: для 1 категории—ценных пород леса—ставка выше на 20%, а для 3 категории—крепежного леса—ставка ниже на 10% против основной ставки III класса, которая остается для 2 категории—пиленого леса.

Точно так же повышена ставка V класса, в среднем около 4,2%, ввиду появления в составе грузооборота продуктов нефтяной перегонки, отнесенных вместе с мазутом к V классу.

С такими коррективами схема соотношения фрахтовых ставок по классам получает следующий вид:

Классы						
I	II	III 1 кат.	II 2 кат.	III 3 кат.	V	V
170	100	114	95	85	80	60

б) схема диференцирования ставки по расстоянию установлена из анализа волжских фрахтов довоенного времени. По этой схеме тонно-километровая ставка понижается с увеличением расстояния на 500 *км*. Понижение имеет различный процент, которым и устанавливается коэфициент *т/км* ставки для данного пробега. Если за начальный пробег принять 500 *км*, а последующие — с последовательным увеличением на 500 *км*, то получается следующая скала коэфициентов *т/км* ставки для основных расстояний:

Для расст. 500 *км* *т/км* ставка составляет 100%
" " 1 000 " " " " 80 " от пред.
" " 1 500 " " " " 82 " " "
" " 2 000 " " " " 83 " " "
" " 2 500 " " " " 87 " " "
" " 3 000 " " " " 90 " " "

Эта схема принята как наиболее подходящая к схеме диференциации ставки себестоимости перевозок в условиях намеченного грузооборота.

По распределении указанного грузооборота малой скорости (глава I) по классам на основании принятой классификации получается следующая таблица, устанавливающая процентное отношение к общему грузообороту и коэфициенты диференциации ставок по платежеспособности:

Классы	Наименование товаров	Общий пробег в млн. *т/км*	% от всего грузооборота как эквивалент количества грузов	Коэфициент диф. ставки по классам как экв. фракт. ставки	Произведение обоих эквивалентов как выручка
I	Сахар, бумага, промтовары	271,2	2,9	1,70	4,93
II	Хлеб, металл, цемент, рыба	3 216,7	34,3	1,00	34,30
III	Лесн. мат. 1 катег	144,5	1,6	1,14	1,82
	" " 2 "	722,5	7,7	0,95	7,41
	" " 3 "	578	6,2	0,85	5,27
IV	Каменный уголь, уральские грузы	3 694	39,2	0,80	31,78
V	Нефтегрузы	750,1	8,1	0,60	4,86
	Итого . . .	9 377	100	—	89,97

Пользуясь формулой (2) и приведенной таблицей, легко вычислить среднюю тонно-километровую ставку для хлеба, которая будет равна 0,22 коп., при среднем пробеге 1 422 *км*.

Из исчисленной ставки на основании схем диференциации ставки по классам и по расстоянию определяются тонно-километровые ставки для всех классов.

Таблица тонно-километровых ставок по классам и основным расстояниям (без пути).

Расстояние в км	500	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000
Коэфициент пониж. ставок	100	80	82	83	87	90
I класс	0,568	0,454	0,372	0,309	0,269	0,242
II „	0,334	0,267	0,219	0,182	0,159	0,143
III „ 1 кат.	0,381	0,305	0,250	0,208	0,181	0,163
III „ 2 „	0,318	0,254	0,208	0,173	0,151	0,136
III „ 3 „	0,284	0,227	0,186	0,155	0,135	1,122
IV „	0,268	0,214	0,176	0,146	0,127	0,114
V „	0,200	0,160	0,132	0,110	0,096	0,086

Из этой таблицы легко определить схемы с тонны груза для основных расстояний и вывести самые построения фрахтов по каждому классу.

Таблица фрахтов для основных растояний в коп. за 1 *т* (без пути).

Расстояние в км	500	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000
Коэфициент диф. ставки	100	80	82	83	83	90
I класс: сахар, бумага, пром. товары	284	454	558	618	673	726
II класс: хлеб, металлы, цемент, рыба	167	267	329	364	398	429
III класс, 1 кат.: лесные материалы ценных пород	191	305	375	416	453	489
III кл., 2 кат.: лес пиленый. .	159	254	312	346	378	408
III кл., 3 кат.: лес крепежн.. .	142	227	279	310	338	366
IV кл.: каменн. уголь, уральские грузы.	134	214	264	292	318	342
V кл.: нефтяные грузы	100	160	198	220	240	258

Ввиду того, что в составе нефтяных грузов V класса имеются тарные и светлые грузы, которые, как более платежеспособные, должны таксироваться выше мазута, следует по V классу установить две ставки для этих категорий грузов, исходя из того расчета, что на тарные и светлые грузы фрахт будет выше на 35—40% против мазута. С такими коррективами ставки V класса примут следующий вид:

Основн. расстояние в *км*	500	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000
V класс, 1 кат.: светлые и тарные грузы. . .	1,30	2,08	2,58	2,86	3,12	3,35
V класс, 2 кат.: мазут.	0,95	1,52	1,89	2,09	2,28	2,35

Ниже, для примера, приведем более детальные схемы построения тарифов по некоторым классам грузов.

Схема I класса.

За расст. до 500 *км* ставка фрахта 2 руб. 84 коп. с тонны; от 501 до 1 000 *км* к фрахту за 500 *км* 2 руб. 84 коп. прибавляется по 17 коп. за каждый пояс в 50 *км*; от 1 001 до 1 500 *км* к фрахту за 1 000 *км* 4 руб. 54 коп. прибавляется по 10,4 коп. за каждый пояс в 50 *км*; от 1 501 до 2 000 *км* к фрахту за 1 500 *км* 5 руб. 58 коп. прибавляется по 6 коп. за каждый пояс в 50 *км*; от 2 001 до 2 500 *км* к фрахту за 2 000 *км* 6 руб. 18 коп. прибавляется по 5,5 коп. за каждый пояс в 50 *км*; свыше 2 500 *км* к фрахту за 2 500 *км* 6 руб. 73 коп. прибавляется по 5,3 коп. за каждый пояс в 50 *км*.

Схема II класса.

За расст. до 500 *км* ставка фрахта 1 руб. 67 коп. с тонны; от 501 до 1 000 *км* к фрахту за 500 *км* 1 руб. 67 коп. прибавляется по 10 коп. за каждый пояс в 50 *км*; от 1 001 до 1 500 *км* к фрахту за 1 000 *км*. 2 руб. 67 коп. прибавляется по 6,2 коп. за каждый пояс в 50 *км*; от 1 501 до 2 000 *км* к фрахту за 1 500 *км* 3 руб. 29 коп. прибавляется по 3,5 коп. за каждый пояс в 50 *км*; от 2 001 до 2 500 *км* к фрахту за 2 000 *км* 3 руб. 64 коп. прибавляется по 3,4 коп. за каждый пояс в 50 *км*; свыше 2 500 *км* к фрахту за 2 500 *км* 3 руб. 98 коп. прибавляется по 3,1 коп за каждый пояс в 50 *км*.

Схема III класса 1 категория.

За расст. до 500 *км* ставка фрахта 1 руб. 91 коп.; от 501 до 1 000 *км* к фрахту за 500 *км* 1 руб. 91 коп прибавляется по 11,4 коп. за каждый пояс в 50 *км*; от 1 001 до 1 500 *км* к фрахту

за 1 000 *км* 3 руб. 05 коп. прибавляется по 7 коп. за каждый пояс в 50 *км*; от 1 501 до 2 000 *км* к фрахту за 1 500 *км* 3 руб. 75 коп. прибавляется по 4,1 коп. за каждый пояс в 50 *км*; от 2 001 до 2 500 *км* к фрахту за 2 000 *км* 4 руб. 16 коп. прибавляется по 3,7 коп. за каждый пояс в 50 *км*; свыше 2 500 *км* к фрахту за 2 500 *км* 4 руб. 53 коп. прибавляется по 3,6 коп. за каждый пояс в 50 *км*.

Таким же порядком устанавливаются схемы построения фрахтов для остальных классов. Разница между ставками на основных расстояниях будет оставлять ставки наращивания к предыдущим ставкам за каждые 500 *км*. Ставки наращивания должны начисляться по поясам в 50 *км* каждый. Таким образом получается по 10 поясов между основными расстояниями.

В целях поверки действительности покрытия намеченными размерами фрахтовых ставок ранее определенного расхода предприятия ниже приведен расчет проектируемой выручки:

Род грузов	Количество в тыс. *т*	Средний пробег в *км*	Фрахт в коп.	Выручка в тыс. руб.
Хлеб	1 639	1 370	316	5 179
Металлы	500	1 816	353	1 765
Сахар	54	2 231	645	348
Бумага, промтовары .	60	2 513	678	406,8
Рыба	30	1 091	279	83,6
Лес I кат.	125	1 050	312	390
„ II кат.	625	1 050	260	1 625
„ III кат. . . .	500	1 050	232	1 160
Каменный уголь . .	1 967	1 415	259	5 094,5
Цемент	20	1 472	329	65,8
Уральск грузы. . .	326	2 793	332	1 082,3
Нефтепродукты. . .	82	1 498	258	211
Мазут.	575	1 091	159	912
Итого . .	6 503	1 440	—	18 323

Приведенные выше фрахты, рассчитанные на грузооборот в 6 503 тыс. *т*, являются основным вариантом будущих фрахтов Волго-Донской системы; в процессе будущей работы или при уточнении и изменении основных данных в проектируемом грузообороте, а именно: состава грузооборота, средних пробегов, себестоимости, предложенный нами вариант потребует соответственных корректив.

Дополнительный сбор за путь.

Помимо фрахта за провоз грузов по Волго-Донской системе предполагается взимание особого сбора за путь на покрытие эксплоатационных расходов по содержанию и действию канала. Стоимость этого дополнительного сбора по предварительным расчетам определяется для грузов малой скорости в 1 руб. 82 коп.[1] с тонны, независимо от рода грузов и их пробега, путем деления стоимости соответствующей части эксплоатационных годовых расходов пути на предполагаемый грузооборот малой скорости. Хотя сбор этот взимается независимо от фрахта, тем не менее он по своим размерам является очень значительной составной частью провозной платы и в некоторых случаях не только нарушает последовательную градацию фрахтов по расстояниям и роду груза, но может нарушить среднее отношение провозной платы к платежеспособности грузов, особенно малоценных и дальних. Поэтому было бы важно установить какие-то формы диференцирования этого сбора, чтобы избежать в некоторых случаях резких или нецелесообразных повышений провозной платы.

Первым шагом в этом отношении является диференциация ставки дополнительного сбора по роду грузов в соответствии с их ценностью и платежеспособностью. Такого рода диференциация ставки существует, например, по взиманию грузового сбора в портах, установленного для приходящих в порт и отправляемых из порта грузов по их родовым и видовым признакам, а также по стоимости и значению их для народного хозяйства. Подобного рода диференциация ставки сбора, повидимому, легко может быть осуществлена и в данном случае.

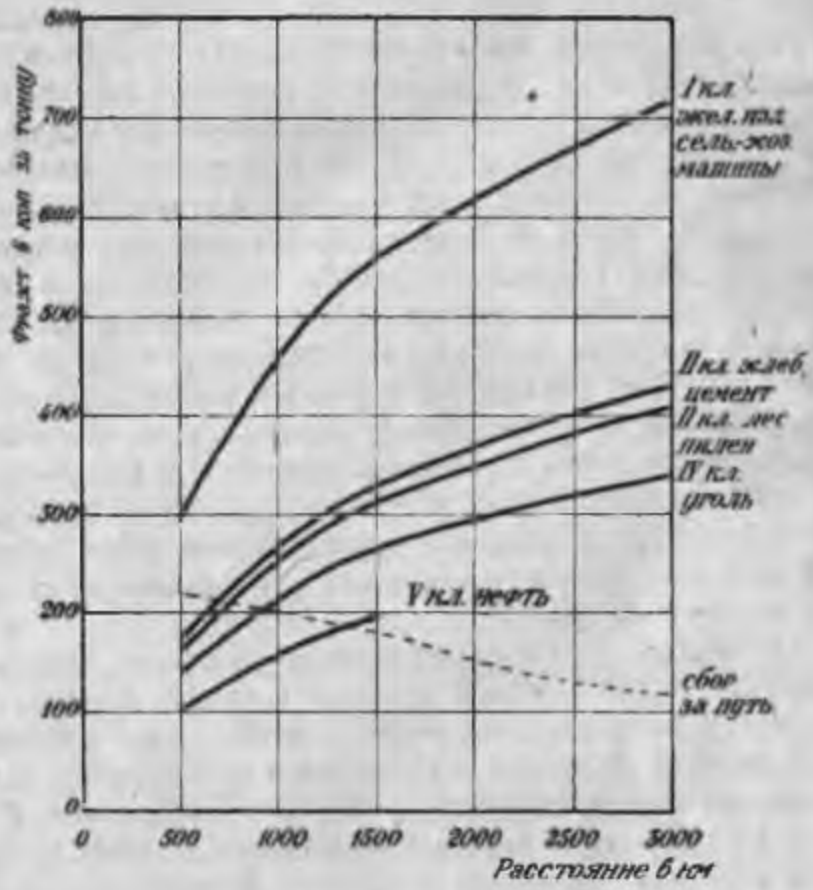
Диференциация ставки сбора пропорционально пробегу груза или основному фрахту конечно оказалась бы совсем нерациональной, так как могла бы чрезмерно повысить провозные платы на дальних расстояниях и тем самым создать запретительный режим для дальних грузов к следованию их системой. Но и сохранение одинаковой ставки сбора на всех расстояниях может оказаться невыгодным для дальних грузов и сократить район их тяготения к речным путям.

---

[1] Как указывалось в главе IX, вследствие изменений в строительной стоимости Волго-Донской магистрали, произведенных X сессией правительственной экспертизы, дополнительный сбор по себестоимости определился в 2 руб. 40 коп. с тонны.

Поэтому нужно подойти к такому способу взимания дополнительного сбора, чтобы он в меньшем размере падал на дальние перевозки за счет повышения ставки сбора на коротких и средних пробегах.

Таким методом является диференцирование ставки обратно пропорционально расстоянию, проходимому грузом. В практике такой метод находит себе применение в градации тонно-километровых ставок, которые тем выше, чем короче пробег. Если установить диференциацию ставки дополнительного сбора прямо пропор-



Черт. 14. Схема фрахтов.

ционально диференциации тонно-километровой ставки, то это будет означать ту же скалу коэфициентов, которая принята для тонно-километровых ставок. Тогда ставка сбора выразится в следующих размерах: на расстоянии до 500 *км* — 2 руб. 52 коп., до 1 000 *км* — 2 руб. 22 коп., до 1 500 — 1 руб. 80 коп., до 2 000 *км* — 1 руб. 52 коп., до 2 500 *км* — 1 руб. 30 коп. и до 3 000 *км* — 1 руб. 17 коп.

Прибавляя означенные ставки сбора к фрахтам за соответствующее расстояние, получаем фактические размеры провозной платы за грузы, следующие по Волго-Донской системе. Провозные платы при этом выравниваются на всех расстояниях, и разница в провозе на расстояниях 500 *км* и 3 000 *км* не достигает одного рубля с тонны. Такое положение, однако, вызывает опасение, не

окажутся ли ставки на коротких расстояниях до 1 000 *км* слишком высокими, могущими повлиять неблагоприятно на перевозки от ближайших к Сарепте пристаней и на самую заготовку в этом районе грузов. Поэтому представляется более рациональным и осторожным несколько понизить дополнительный сбор на ближайших пробегах, а именно: до 500 *км* взять 2 руб. 20 коп. и до 1 000 *км*—2 руб., оставляя для прочих расстояний те ставки, которые получаются на основании скалы коэфициентов.

Недобор, который получится от этого на грузах короткого пробега, сам по себе не окажется очень значительным и может быть покрыт путем повышения ставки сбора на ценных грузах. Это и будет служить к проведению диференциации ставки сбора по стоимости и платежеспособности грузов, о которых говорилось вначале. Для грузов же, входящих в состав грузооборота малой скорости, можно принять одинаковую ставку сбора, которая выразится в следующих размерах: для 500 *км*—2 руб. 20 коп., 1 000 *км*—2 руб., 1 500 *км*—1 руб. 80 коп., 2 000 *км*—1 руб. 52 коп., 2 500 *км*—1 руб. 30 коп и для 3 000 *км*—1 руб. 17 коп.

Таким образом провозная плата, считая чистый фрахт и дополнительный сбор, выразится в следующих размерах (см. график № 14[1])

Наименование товара	Классы	Фрахт в коп	Расстояние в км					
			500	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000
			Ставки дополнительного сбора коп.					
			220	200	180	152	130	117
Железн. изд: сельскохоз. маш. и проч. непоименов. ниже грузы.....	I	чистый	284	454	558	618	673	726
		со сбором	504	654	738	770	803	843
Хлеб, цемент	II	чистый	167	267	329	364	398	429
		со сбором	387	467	509	516	528	546
Лесные материалы: ценные породы леса 1 кат.....	III	чистый	191	305	375	416	453	489
		со сбором	411	505	555	568	583	606
пиленый лес 2 кат.		чистый	159	254	312	346	378	408
		со сбором	379	454	492	498	508	525
крепежный лес 3 кат.		чистый	142	227	279	310	338	366
		со сбором	362	427	459	462	468	383
Уголь.....	IV	чистый	134	214	264	292	318	343
		со сбором	354	414	444	444	448	459
Нефть	V	чистый	100	160	198	—	—	—
		со сбором	320	360	378	—	—	—

[1] Если учесть исправления, внесенные в главе IX в стоимость Волго-Донской магистрали, согласно указаний X сессии правительственной экспертизы, то в таблице окончательных фрахтов следует ставки дополнительного сбора принять в размере: для 500 *км*—3 руб., 1 000 *км*—2 руб. 70 коп., 1 500 *км*—2 руб. 30 коп., 2 000 *км*—2 руб., 2 500 *км*—1 руб. 75 коп., 3 000 *км*—1 руб. 57 коп., соответственно изменив графу „фрахт со сбором".

На промежуточных расстояниях ставки дополнительного сбора необходимо диференцировать по поясам в 50 *км* в пределах каждой грани, а не прибавлять его в размере ставки, установленной для конечных расстояний той или другой грани, иначе может получиться, что полная провозная плата со сбором по перевозкам с более дальних расстояний окажется дешевле, чем с более коротких. Установление такой таблицы сбора по поясам не составит труда, равно как и пользование ею, так как ставки сбора можно поместить параллельно ставкам фрахта.

Сравнение проектируемых фрахтов с волжскими довоенными и современными.

Получившиеся по разработанному варианту фрахты, со включением в них дополнительного сбора, представляются вполне целесообразными по своим формам и градации. По размерам они ниже существующих волжских тарифов малой скорости на дальних расстояниях и выше довоенных, как это можно видеть из следующего сопоставления наиболее сравнимых и характерных хлебных фрахтов на основных расстояниях:

Расстояние в *км*	Проектируемые фрахты по первому варианту.	Волжские фрахты	
		Современн.	Довоенн.
500	387	390	160
1 000	467	520	256
1 500	509	620	315
2 000	516	720	348
2 500	528	820	377
3 000	546	910	409

Указанная разница в пользу проектируемых волго-донских фрахтов против современных фрахтов Волжского госпароходства объясняется лучшими техническо-эксплоатационными условиями плавания, которые будут в результате осуществления проблемы Волго-Дона, а также в результате предполагаемого превосходства грузооборота Волго-Дона и более планомерной и бесперебойной работы флота. По отношению к довоенным фрахтам проектируемые волго-донские фрахты значительно выше, например по хлебу на 50—100%, при чем левый предел относится к длинным пробегам, а правый к коротким.

Пассажирские и грузовые тарифы большой скорости.

Вопрос о пассажирских и грузовых тарифах большой скорости по Волго-Донской системе тесно связан с общими тарифами большой скорости Волжского госпароходства. Одни и те же суда, работающие на регулярных транзитных линиях от Нижнего и Перми до Ростова н/Д. должны обслуживать и системный грузооборот и часть волжского грузооборота. Поэтому тарифы на перевозки

большой скорости по Волго-Донскому пути не должны значительно отличаться по своим размерам от существующих в Волжском госпароходстве. Изменения в условиях работы транзитных линий, улучшение эксплоатационных измерителей и тот приток грузов, который намечается, могут оказать известное влияние на удешевление себестоимости перевозок, но на общем грузообороте Волги и Волго-Дона это удешевление отразится ничтожным снижением тарифа. В главе VIII „Себестоимость перевозок" определена себестоимость перевозки пассажира в 3 руб. 70 коп. и тонны груза в 5 руб. 37 коп., считая по среднему взвешенному пробегу 920 *км*. На основании тарифов Волжского госпароходства стоимость провоза пассажира на том же расстоянии выразится в 4 руб. 05 коп. а стоимость провоза тонны груза в 8 руб. 30 коп.

Из сопоставления этих ставок получается, что, по сравнению с волжскими тарифами, перевозки на транзитных линиях должны обходиться дешевле по пассажирам на 35 коп. с человека, или на 9%, и по грузам на 2 руб. 93 коп. с тонны, или на 35%. Однако нужно иметь в виду, что, кроме провозных плат, по Волго-Донской системе будет взиматься дополнительный сбор за канал.

Учитывая последнее обстоятельство, целесообразнее выравнить волго-донские тарифы до волжских путем включения в них дополнительного сбора за канал. В последнем случае на все перевозки пассажиров и грузов большой скорости будет распространяться единый тариф, при чем уплата дополнительного сбора с пассажиров и грузов, проходящих через канал, должна производиться из провозной платы за эти перевозки, а не взыскивать особо сверх провозных плат. Такой порядок является наибол рациональным, так как дополнительный сбор будет взиматься фактически за те грузы, которые проследуют через канал, и в то же время провозная плата волго-донских грузов не будет выше провозной платы остальных волжских грузов на тех же расстояниях.

Пассажирские тарифы для транзитных линий Волго-Донской магистрали (со включением дополнительного сбора за канал) будут иметь следующий размер в коп.:

От Ростова н/Д. до:	Расстояние в км	I кл.	II кл.	III кл.	IV кл.
Астрахани	1 091	20—80	16—70	8—30	5—20
Сталинграда	641	15—10	12—10	6—10	3—80
Саратова	1 060	20—30	16—20	8—20	5—10
Самары	1 498	25—60	20—50	10—30	6—40
Казани	1 963	30—20	24—10	12—10	7—60
Нижнего-Новгорода . . .	2 393	34—20	27—40	13—70	8—60
Перми	2 788	38—00	30—40	15—20	9—50

Тарифы большой скорости для транзитных линий Волго-Донской магистрали (со включением сбора за канал) будут иметь размер в коп.:

Расстояния в км	500	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000
Классы товара						
I. Аптек. тов., мануфактура, кондит., пушн.	23 40	35 10	39 60	44 10	48 60	53 10
II. Табачные изделия, москательные товары, фрукты, свечи, чай	21 00	31 40	35 40	39 40	43 40	47 40
III. Табак всякий, кожи выдел., овчины	17 80	26 60	30 00	33 40	36 80	40 20
IV. Толь, асфальт, колеса, патока, лимоны	15 60	22 90	25 70	28 50	31 30	34 10
V. Кожи невыделанн. розбитью, белила, инстр. ремесленн. .	12 90	18 90	21 20	23 50	25 80	28 10
VI. Бруски, точила, фрукты суш., вял. и проч., рыба суш. и вял., вино виноградное . . .	10 60	15 50	17 40	19 30	21 20	23 10
VII. Кожи невыд., хлопок, шерсть, бумага, минеральные воды, консервы	8 90	13 30	15 00	16 70	18 40	20 10
VIII. Трубы и их части, мыло, асбест	8 10	12 20	13 80	15 40	17 00	18 60
IX. Косы, вилы, железо, сталь не в деле, сельдь, малосол. . .	5 90	8 50	9 50	10 50	11 50	12 50
X. Алебастр, амоний, гипс, глина	5 30	7 40	8 20	9 00	9 80	10 60
XI. Шлаки, шпат, кварц	4 80	6 70	7 40	8 10	8 80	9 50
XII. Руды железн., цинк, свинец .	4 30	5 70	6 30	6 80	7 40	7 90
XIII. Хлебные грузы.	5 70	8 10	8 90	9 80	10 60	11 60

ГЛАВА XI

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ.

Осуществление всякого крупного гидротехнического строительства, имеющего транспортное значение, а тем более такого мощного, как Волго-Донской канал, всегда крайне благоприятно влияет на изменение эксплоатационно-технических условий плавания; этот факт вместе с появлением новых мощных грузовых потоков, конечно, внесет весьма серьезные и существенные изменения в режиме современной эксплоатации флота.

Указанные изменения для Волго-Донского судоходства в значительной части будут носить реконструктивный характер в следующих главнейших направлениях:

1. Создание наиболее рационального подвижного состава на основе стандартизации судостроения по образцу нескольких типовых судов, показавших наибольшую эффектность.

2. Создание новой формы организации управления Волго-Донским флотом.

3. Создание рациональной системы эксплоатации судов, основанной на стандартных графиках движения судов.

4. Создание диспетчерской связи на Волго-Донской магистрали.

5. Переоборудование берегового хозяйства: мастерских, пристаней, складов и т. п.

Нижеследующие соображения имеют целью в самых общих чертах установить некоторые перспективы в создании новой формы организации управления Волго-Донским флотом.

В настоящее время управление флотом Волжского и Донского бассейнов осуществляется следующими судоходными предприятиями:

1. Волжским государственным речным пароходством, имеющим районом действия р. Волгу от Рыбинска до Астрахани со всеми ее притоками.

2. Доно-Кубанским государственным речным пароходством, имеющим районом действия р. Дон с притоками.

3. Пароходными предприятиями различных государственных и кооперативных организаций.

4. Судоходными предприятиями частных лиц.

Мощность этих четырех основных групп судовладельцев характеризуется количеством их собственного флота по данным 1927 г.:

Наименование предприятия	Паровой флот			Непаровой флот		
	Количество	Мощность		Количество	Грузоподъемность	
		инд. сил	%		тонн	%
I. Волжский бассейн						
Волжское госпароходство	737	254 409	87,0	1 058	1 966 590	87,7
Госуд. органы и кооперация.	374	32 721	11,2	587	183 100	8,2
Частные лица	293	5 418	1,8	815	91 000	4,1
Итого. .	1 404	292 548	100	2 460	2 240 690	100
II. Доно-Кубанский бассейн						
Д.-Кубанск. госпароходство	38	8 065	90,0	103	73 121	97,0
Госуд. органы и кооперация.	14	578	6,3	14	800	1,1
Частные лица	12	341	3,7	507	1 500	1,9
Итого. .	64	8 984	100	624	75 421	100

Рассмотрение приведенной таблицы приводит к неоспоримому заключению, что наибольший удельный вес, конечно, имеет Волжское госпароходство, обладающее сейчас до 85% всего флота, числящегося в Волжском и Донском бассейнах в настоящее время.

Совершенно очевидно, что новый флот, подсчитанный для Волго-Донского канала в главе VII, явится плюсом к сектору государственного флота, так как он связан с транспортированием главным образом массовых грузовых потоков, направляющихся в экспортных целях.

Указанные соображения заставляют нас вопросы организации управления Волго-Донским флотом относить главным образом к государственному флоту, находящемуся в настоящее время в распоряжении НКПС.

Следовательно, прибавление нового флота и организацию движения его мы рассматриваем в плоскости реорганизации ныне существующих Волжского и Доно-Кубанского госпароходств, предполагая, что сектор кооперативого, трестовского и частновладельческого флота будет существовать, примерно, в тех же условиях, которые он имеет сейчас, и что круг его деятельности будет замыкаться главным образом в подсобной работе на местных, второстепенных линиях.

Волжское и Доно-Кубанское госпароходства в настоящее время работают как два самостоятельных предприятия, имеющих каждое право юридического лица, на основе уставов, утвержденных СТО в 1923 г.; во главе каждого госпароходства находится правление, утверждаемое НКПС.

Будущее волго-донское судоходство могло бы быть организвано в следующих возможных вариантах:

1. Волжское и Доно-Кубанское госпароходства остаются в существующем виде. Организуется третье самостоятельное госпароходство, ведающее перевозкой грузов, следующих через Волго-Донской канал, и подчиненное также НКПС.

2. Существующему Волжскому или Доно-Кубанскому госпароходствам поручается задача обслуживания грузового потока, направляемого через Волго-Донской канал.

3. Волжское и Доно-Кубанское госпароходства объединяются в единое судоходное предприятие „Волго-Донское госпароходство", обслуживающее как внутренний, так и транзитный грузооборот через Волго-Донской канал.

Перечисленные варианты, конечно, не исчерпывают всех возможностей в организационном вопросе. Но транспортирование главной массы грузов и обслуживание пассажирского движения так или иначе будет организовано применительно к одному из трех намеченных нами вариантов.

Перечислим кратко основные достоинства и недостатки указанных трех вариантов организации.

Первый вариант организации, при некоторых преимуществах, имеет ряд крупных недостатков:

а) Необходимость создания флота и всего хозяйства, связанного с ним, параллельного уже существующим установившимся хозяйствам Волжского и Доно-Кубанского госпароходств, что при незнании точного объема и характера работы в первые годы может породить ошибки и потребует, конечно, более значительных средств на создание своих береговых оборудований.

б) При работе трех крупных самостоятельных предприятий помимо конкуренции получится вредный параллелизм в эксплоатации флота, который затруднит маневрирование флота, создаст излишние порожние пробеги и, вне сомнения, повлияет на снижение продуктивности работы флота.

Второй вариант не уничтожает недостатков первого варианта в части возможной параллельной работы судов двух самостоятельных госпароходств—Волжского и Доно-Кубанского.

Третий вариант создания одного объединенного госпароходства является наиболее отвечающим рациональной эксплоатации подвижного состава и использования береговых устройств. Однако крупным препятствием в деле организации такого предприятия может явиться его огромный масштаб, с огромным флотом, разбросанным фронтом работ и вполне понятная боязнь неэластичности аппарата и прочих пороков, вытекающих из огромности предприятия.

Последнее обстоятельство заставит организовать волго-донское пароходство по типу синдицированного предприятия, разделенного на линии на ряд крупных предприятий, образованных по признаку обособленности их в судоходном и экономическом отношениях.

Рациональное судоходное районирование Волго-Донского бассейна, вероятно, создаст следующие четыре административные главнейшие единицы:

1. Окско-Москворецкое управление для обслуживания бассейнов рр. Оки и Москвы, являющихся довольно обособленными как в судоходном (свои типы судов), так в экономическом отношениях.

2. Камское управление для обслуживания бассейнов р. Камы и притоков: Белой, Вятки и т. д.

3. Донское управление для обслуживания местных нужд Донской области; в его распоряжении будут также находиться буксиры для транспортирования транзитных барж, следующих через канал.

4. Волжское управление для обслуживания магистрали Рыбинск—Астрахань; в его распоряжении будут также находиться буксиры для транспортирования барж, следующих через канал.

Необходимость наилучшего обслуживания экспортных и импортных задач Волго-Донской магистрали, вероятно, заставит организовать еще пятое управление или отдел транзитных волго-донских перевозок.

Названные управления будут иметь права распорядителей в движении, работах и кредитах на основе плана и сметы, утвержденной в правлении Волго-Донского пароходства. Следовательно, обязанностью и правом правления явятся следующие главнейшие функции.

1. Общее составление и утверждение планов и смет предприятий.

2. Общее распоряжение кредитами и регулирование движения и работ, производящихся в управлениях.

3. Установление тарифов и тарифной политики.

4. Заключение договоров на перевозку массовых грузов.

5. Вопросы централизованного снабжения.

6. Составление сводного отчета и баланса всего пароходства.

Перечисленное, конечно, является лишь чрезвычайно краткой схемой взаимоотношений правления и управлений Волго-Донским пароходством; совершенно очевидно, что только в инструкцион-

ном порядке может быть более точно определена степень компетенции управлений и правления в различных деталях хозяйства. Дальнейшая детализация управления линией будет иметь, примерно, ныне существующие ступени, а именно: агентство, пристань.

Обслуживание самого пути, со всеми гидротехническими сооружениями, на нем находящимися, вероятно, будет составлять обязанность ныне существующих Волжского и Доно-Кубанского управлений Внутренних водных путей, мыслимых так же объединенными в одно Волжско-Донское управление Внутренних водных путей.