

# **Взаимодействие видов транспорта**

**(Конспект лекций)**

**2000**

# Содержание

- 1) Введение
- 2) Роль и значение транспорта
- 3) Организация управления транспортной системой
- 4) Транспортная обеспеченность страны
  - Показатели транспортной обеспеченности и доступности
- 5) Железнодорожный транспорт
- 6) Органы управления железнодорожным транспортом
- 7) Водный транспорт
  - Особенности водного транспорта
- 8) Структура флота
- 9) Речной флот
- 10) Речные порты и пристани
- 11) Морские порты
- 12) Основы организации движения флота
- 13) Магистральный трубопроводный транспорт
- 14) Технико-экономические характеристики магистрального трубопровода
  - нефте и продуктопроводы
  - трубопроводы для транспортировки твердых материалов
- 15) Воздушный транспорт
- 16) Технико-экономические особенности воздушного транспорта
- 17) Управление полетами
- 18) Промышленный транспорт
- 19) Виды транспорта
- 20) Городской транспорт
- 21) Технико-экономическая характеристика отдельных видов транспорта
  - Уличные виды транспорта
  - Внеуличный транспорт
- 22) Взаимодействие различных видов транспорта
- 23) Основы взаимодействия
  - Себестоимость перевозок
- 24) Основы комплексной теории транспорта
- 25) Сопротивление движению транспортных средств
  - Удельное сопротивление трения
  - Удельное сопротивление от подъема
  - Сопротивление от прохождения кривых
  - Удельное сопротивление среды
  - Значение удельного сопротивления движению
- 26) Общее уравнение движения
- 27) Совершенствование системы управления и государственное регулирование транспортной системы в условиях рыночной экономики

# Введение

"Транспорт – это ось гравитации страны"

Д.И. Менделеев

Существование любого государства невозможно без развитого транспорта. Особенно велика роль транспорта для России.

Транспортный комплекс включает в себя:

- 1) Железнодорожный транспорт (в России 86 тыс. км нормальной колеи с шириной колеи 1520 мм; в Европе ширина колеи – 1435 мм). В США имеется проект по созданию супер-тяжелых грузовых магистралей. Сейчас существует 86 тыс. км магистральных дорог; 89 тыс. км путей промышленных предприятий. Имеются также пути узкой колеи.
- 2) Автомобильный транспорт (в России 750 тыс. км автодорог, в США в 10 раз больше, в Японии 1100 тыс. км).
- 3) Речной транспорт (84 тыс. км речных путей).
- 4) Морской транспорт (1 млн. км морских путей).
- 5) Авиационный транспорт (800 тыс. км авиапутей).
- 6) Городской транспорт

На комплексном транспорте занято 4 млн. человек, а на дорожном транспорте – 6 млн. человек. Транспорт ежегодно потребляет 18% топлива, 6% электроэнергии, 10% - лесоматериалов, 4% - металлов.

В недавнем прошлом транспорт СССР был единым. Основой этого составляла общественная форма собственности на транспортные ресурсы. В связи с проведением рыночных реформ и приватизации транспортных средств понятие единства исчезло. Был приватизирован автомобильный, речной, авиационный, морской транспорт.

Упор делается на конкуренцию между видами транспорта. Рынок – это не анархия, а вполне регулируемый государственный механизм. Главное – это положительный результат для человека: его благосостояние, социально-экономическая защищенность и общепринятый уровень свободы. Конечным результатом должна быть ресурсосберегающая экономика, важнейшей частью которой является транспорт. Специфика транспорта в России заключается в том, что в силу сложившейся геополитических условий для транспорта нет конкурентного рынка, а есть во многих регионах какой-нибудь один вид транспорта, а другой дополняет его.

- 7) Трубопроводный транспорт (220 тыс. км в России, в США – 280 тыс. км).

Устав железных дорог 1895 г. перешел неизменно в советскую Россию. В советское время морской транспорт занимал 3-е место в мире. Аэрофлот по мощности был также на 3-м месте в мире. Трубопроводы равнялись длине трубопроводов США. Городской транспорт был на уровне, строился метрополитен.

В России была принята программа транспорт России.

## Роль и значение транспорта

- 1) Экономическая роль
- 2) Политическое значение – объединяет области, края, государства, создает международные связи
- 3) Социальное значение – обеспечивает трудовые и бытовые поездки людей
- 4) Культурная функция
- 5) Оборонное значение

## Организация управления транспортной системой

В России имеется министерство транспорта. В этом министерстве образованы:

- Федеративная авиационная служба (ФАС) России;

- Федеративная служба морского флота (Рос Морфлот);
- Федеративная служба речного флота (РосРечфлот);
- Федеративная автомобильно-дорожная служба.

Начальник каждой службы является министром. Железные дороги – единственный вид транспорта вне юрисдикции министерства транспорта.

В министерстве транспорта имеет ся советник (МТ). МТ, в отличие от ранее существующих транспортных министерств не распоряжается собственностью транспортных предприятий и не планирует их хозяйственную деятельность. Задача МТ – проведение собственной политики в области цен и тарифов.

На местах в регионах формируются региональные управления транспортно-дорожным комплексом.

На морском транспорте учреждены морские администрации портов, которые осуществляют регулирование деятельности компаний.

На железных дорогах в основном сохранилась вертикальная структура управления: МПС дороги – отделения дорог со структурными единицами: станции, депо (локомотивные, вагонные), дистанции, участки.

В МПС имеется программа коренной реорганизации.

## Транспортная обеспеченность страны

### Показатели транспортной обеспеченности и доступности

Эти показатели отражают уровень транспортного обслуживания хозяйства, населения и зависят от многих факторов:

- протяженность сети;
- пропускная и провозная способность;
- конфигурации улиц;
- параллельность ходов;
- дождя, гололеда и др.;

Чем больше показатель, тем больше развита сеть.

1) Густота сети на 1000 км<sup>2</sup>

$$d_s = \frac{1000 L_{\text{э}}}{S}$$

$L_{\text{э}}$  – протяженность эксплуатационной длины;  $S$  – площадь территории.

2) Транспортная обеспеченность населения на 10000 человек

$$d_n = \frac{10000 L_{\text{э}}}{H}$$

$H$  – число населения.

3) Обобщенный показатель (формула Эйнгеля)

$$d_{\text{э}} = \frac{L_{\text{э}}}{\sqrt{SH}}$$

4) Успенский ввел формулу: объем предъявленных для транспортировки грузов

$$d_y = \frac{L_{\text{э}}}{\sqrt[3]{SHQ}}$$

$Q$  – количество грузов.

5) С развитием различных видов транспорта появился показатель по приведению их к общему виду

$$d_K = \frac{L_{\text{привед}}}{\sqrt[3]{S_0 HQ}}$$

$S_0$  – обжитая территория

Василевский предложил следующий коэффициент приведения транспортной линии к одному км железных дорог (пропускной и провозной способностей)

- для автомагистралей - 0,45
- обычное шоссе - 0,15
- речной путь - 0,25
- магистральный газопровод - 0,30
- нефтепровод - 1

Показатели по железнодорожному транспорту  $d_s^{\text{ж/д}}$ .

- мир в целом - 1,81
- СНГ - 0,65
- США - 2,27
- Азия - 1,35
- Россия - 0,51
- Африка - 0,50

6) Макроэкономическим показателем уровня транспортного обслуживания считают объем приведенного грузооборота в тонно-километрах, (грузооборот – количество тонн, приведенных на один километр) приходящегося на 1 рубль национального дохода.

$$d_m = \frac{\sum QL}{ВВП}$$

## Железнодорожный транспорт

В 1788 г Ярцев в Петрозаводске уложил чугунные рельсы. Такая дорога была построена во Франции через 13 лет, а в США через 17 лет.

Первая железная дорога была построена в 1825 г в Англии между городами Стогктон и Дармингтон. Между этими городами раньше были поезда на конной тяге. А Джордж Стефенсон запустил паровоз.

В России дорога была построена отцом и сыном Черепановыми в 1834 году. В 1735 в Санкт Петербурге была построена так называемая "Увеселительная дорога" от Царского села до Павловска для знати. Эта дорога показала возможность работы железнодорожного транспорта. Ширина – колеи этой дороги была 6 футов (1829 мм).

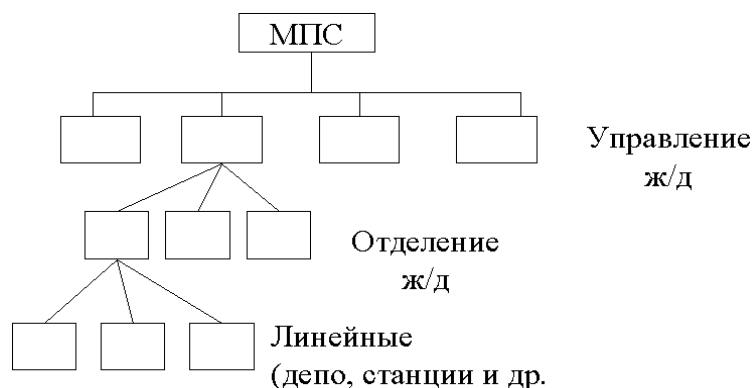
Мельников строил железную дорогу из Петербурга, а Крафт – из Москвы. Так была построена железная дорога из Москвы в Петербург. Она была лучшей в мире, построенной на 2 пути и самой ровной. Окончание строительства было в 1851 году. Журавский на этой дороге построил более 100 мостов.

Паровозы и вагоны в России начали строить с 1844 года. В 1861 начали строить дорогу Санкт Петербург – Варшава. Развитие капитализма в России после отмены крепостного права вызывает бурный рост железных дорог, начинается строительство частных железных дорог. Самое – значительное строительство – Транссиб. До революции было построено 73 тысячи дорог, а в СССР – 155 тыс.

## Органы управления железнодорожным транспортом

Единое централизованное управление железнодорожным транспортом осуществляет МПС. Министерство состоит из департаментов. Для удобства каждый начальник имеет свой индекс, например, министр – Ц, зам. министра – З, начальник дороги – Н и т.д.

Разработана программа транспорт России и различные подпрограммы.



## Автомобильный транспорт

В России этим видом выполняется более 86% объема перевозок грузов внутри страны и более 50% всех перевозок пассажиров. В грузообороте – порядка 9 %, хотя в других странах намного больше. В США автотранспорт выполняет 24% грузовых работ. По пассажирообороту автотранспорт на внешних перевозках уступает только железнодорожному. В большинстве развитых стран с учетом индивидуальных автомобилей доля составляет 89-92 %, в России – 46%. "Вечная проблема" России – плохие дороги и их малое количество, что сдерживает социально-экономический прогресс. В России дорог с твердым покрытием – 750 тыс. км, из них общего пользования – 520 тыс. км. В США – 6330 тыс. км, На Украине – 255 тыс. км, в Японии – 1100 тыс. км, в Англии – 387 тыс. км.

Густота дорог:

- в России – 45 км/1000 км<sup>2</sup>;
- в Японии – 3257 км/1000 км<sup>2</sup>;
- на Украине – 422 км/1000 км<sup>2</sup>.

Из наших дорог 15% - грунтовые, 47% - цементобетонные и асфальтобетонные, 38% имеют недолговечное щебеночное покрытие.

Значительное отставание должно быть преодолено в будущем. Себестоимость перевозки по нашим дорогам в 5-10 раз выше, чем по западным. На каждый рубль, вложенный в строительство дорог, приходится 3 рубля чистого дохода.

Действующая сеть автомобильных дорог по техническим и качественным характеристикам согласно СниПу делится на 5 категорий:

Категории	Расчетная интенсивность движения автомобиля в сутки	Расчетная скорость км/час	Число полос	Тип дорожного покрытия
I	7000 и более	60-150	4-8	Капитальное, цемент, железо, асфальтобетонное
II	3000-7000	60-120	2-4	Капитальное, цемент, железо, асфальтобетонное
III	1000-3000	50-100	2	Облегченный щебень, гравий, обработанные вяжущие материалы
IV	100-1000	40-80	2	Щебеночное и гравийное из местного материала
V	До 100	30-60	1	Грунтовая, профилированная

По народно-хозяйственному и административному значению дороги I и частично II категории называются **федеральными**, II категория и частично I – **республиканские**, III категория и IV – **местные**, V категория – **сельские**.

Плохое качество дорог увеличивает стоимость перевозки на 30-40%, расход топлива в 1,5 раза, стоимость эксплуатации в 2-3 раза, а срок службы автомобиля уменьшается на 30%.

К подвижному составу автомобилей относятся автомобили различной классификации. Автомобили делятся на:

- грузовые
- пассажирские
- специализированные (рефрижераторы, цистерны, фургоны – панелевозы, цементовозы и др.).

1) по виду двигателя:

- внутреннего сгорания
- карбюраторные
- дизельные
- газоболонные
- газотурбинные
- электрические
- солнечные

2) грузоподъемности:

- малый
- средний
- большой
- особо большой

3) по количеству осей и из них ведущих.

В структуре автопарка в нашей стране в основном отечественные машины.

В 1988 г. выпускалось 800 тыс. грузовых автомобилей, 55 тыс. – автобусов, 1200 тыс. – легковых автомобилей.

В 1998 г. выпускалось 143,3 тыс. грузовых автомобилей, 830 – легковых автомобилей, 75 тыс. – автобусов.

В Голицино выпускаются автобусы совместно с Мерседес, в Кургане совместно с Икарус.

Резко увеличилось количество автомобилей в последнее время. Сейчас в России – 50 автомобилей на 1000 человек, в США – 505 автомобилей на 1000 человек, в Германии – 340 автомобилей на 1000 человек.

Широкое применение автомобиля началось после первой мировой войны. Хотя автомобиль был изобретен в 1769 году Кунье. В 1870 г. был изобретен газовый автомобиль, в 1883 Бенц изобрел двигатель внутреннего сгорания, 1897 г. – изобретен дизель.

В России в 1712 г. Петром I началось строительство тракта между Петербургом и Москвой через Новгород. В 1817 – 1834 тракт был перестроен в шоссе. В 1820 г. создано первое в России общество дилижансов. В середине 30 гг. XIX века на летних перевозках было занято 800 тыс. человек, а зимой – 3 млн. Главенствующую роль в перевозках играли водные бассейны.

Автотранспорт – самый распространенный и популярный. Его достоинства:

- 1) самостоятельность (т.е. работает без участия других)
- 2) высокая подвижность и маневренность
- 3) удобство (работает "от двери до двери")
- 4) высокая скорость (в 2 раза выше, чем у железной дороги)
- 5) меньше капиталовложений для обеспечения минимальных размеров движения.

Автомобиль выполняет 2 функции:

- 1) связывающее звено между другими видами транспорта
- 2) самостоятельный вид транспорта

### Сферы применения автомобиля

Некоторые считают и есть расчеты, что сфера применения 50 км. Другие специалисты считают, что сфера применения 200-250 км. Это зависит от сети автомобильных дорог.

### Структура автопарка

На 1989 год

	Целесообразно	Факт	США
<2 тонн	29%	10%	69%
2-5 тонны	41%	80%	17%
>5 тонн	30%	10%	4%

### Проблема хозяина

Автомобильный парк делится на:

- 1) государственный (общего пользования)
- 2) приватизированный (частный)
- 3) ведомственный

Широкое применение автотранспорта превратилось в социальную проблему, требующую скорейшего решения по следующим аспектам:

- 1) большая транспортная усталость (по данным психологов, транспортная усталость снижает работоспособность на 7-12%)
- 2) возросший поток автомобилей снижает скорость движения
- 3) загазованность – самый главный недостаток
- 4) растущий шум
- 5) большое число ДТП (в мире 8млн человек стали инвалидами в результате ДТП)
- 6) автотранспорт создает резкую нехватку площадей городских магистралей (удельная площадь, приходящаяся на одного пассажира автомобиля в 15 раз больше площади, приходящейся на трамвайного пассажира)
- 7) постоянное повышение цен на горючее
- 8) себестоимость перевозки на автотранспорте намного больше, чем на железнодорожном.

## Водный транспорт

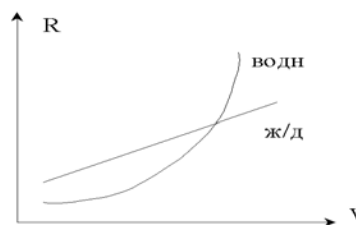
Первые водные каналы были построены в XI в Китае. В 1807 г. по реке Гудзон поплыл первый пароход, автором которого был Фултон.

### Особенности водного транспорта

Наличие естественных путей, не требующих больших затрат, использование силы течения воды определяет широкое использование водного транспорта.

Основные преимущества:

- 1) меньшее сопротивление движению на малых скоростях требует меньшего тягового усилия, чем на сухопутном транспорте. Мощность применяемого двигателя в 6-7 раз ниже.
- 2) нет габаритных ограничений
- 3) неограниченная пропускная способность по пути (пропускная способность снижается из-за плохих причалов портов)
- 4) незначительный расход топлива, т.к. движение между портами происходит по кратчайшему расстоянию
- 5) более низкая себестоимость перевозок в 2 раза ниже, чем на железнодорожном
- 6) производительность труда на морском транспорте выше в 5 раз, чем на железнодорожном.



Недостатки водного транспорта:

- 1) сравнительно невысокая скорость доставки



- 2) дорогие сооружения механизации порта, т.к. в результате сезонной работы механизмы простаивают
- 3) нерегулярность сообщения
- 4) извилистость речных путей, что удлиняет в 3-3,5 раза путь по сравнению с другими линиями.

**Флот** – голландское слово.

**Прочность судна** – корпус корабля должен держать удар волны, давление воды, давление грузов внутри, удары льда.

**Остойчивость** – способность корабля под действием внешних сил (ветер, волна, неравномерная нагрузка) возвращаться к нормальному состоянию.

**Ходкость** – способность преодолевать сопротивление движению от трения между его подводной поверхностью и водой.

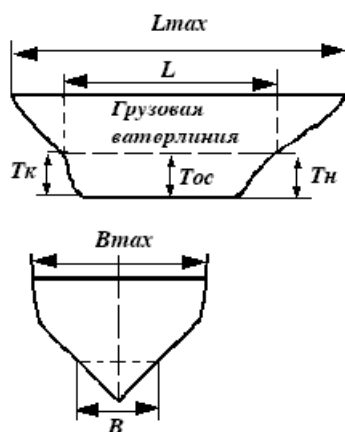
**Поворотливость** – способность менять направление движения с помощью рулей в кратчайшее время при наименьшем радиусе поворота.

Наружная форма корабля характеризуется очертанием 3-х его плоскостей:

- вертикальной ("боковой чертеж")
- горизонтальной
- вертикально-поперечной (проекция, называемая **мидделем судов**).

Основные размеры судна называются **размерением**.

**Плавуемость** – способность корабля плавать с полным грузом с определенной осадкой корпуса до установленной горизонтальной плоскости – **ватерлинии**.



$$T_n \neq T_k; T_k > T_n$$

$T_k$  – кормовая осадка

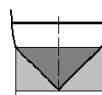
$T_n$  – носовая осадка

На крупных судах в 300 тыс. тонн  $T_{ос} = 30$  м

**Водоизмещение** – вес с полным грузом в тоннах, численно равный весу воды, вытесняемой подводной частью судна.

$$W = \delta L B T_{ос}, \quad W - \text{водоизмещение,}$$

$\delta$  - коэффициент полноты обводов (отношение объема подводной части судна к параметру, описанному вокруг подводной части).  $\delta = 0,6-0,85$



Один узел составляет 1,87 км

Различают **чистое водоизмещение**, т.е. без груза, пассажиров, воды и т.д.

**Грузоподъемность**  $D = W - W_0$ ,  $W_0$  – чистое водоизмещение

Грузоподъемность бывает:

- 1) полная или дедвейт
- 2) чистая или дедвейт карго

Грузоподъемность измеряется в  $m^3$ .

## Структура флота

В мире насчитывается 80 тыс. судов. Больше всех судов имеет Япония (10 тыс.), СССР – 7 тыс., США – 6,4 тыс. По дедвейту на первом месте стоит Либерия, на втором – Панама, на третьем – Япония, на четвертом – Россия, на пятом – Греция, на шестом – США.

У России на Балтике на сегодняшний день из 8-ми портов осталось 2, на Черном море из 12-ти портов осталось 2, на Азовском море – из 6-ти 2, на Дунае из 5-ти портов не осталось ни одного, на Каспии из 6-ти осталось 2.

Суда разделяются на:

- транспортные
- промысловые
- технические

- административные
- специального назначения
- самоходные и несамоходные.

Долгое время суда были универсальными, сейчас имеется четкое разделение- нефть, бензин, растительное масло, вина, молоко возят в танкерах; есть углевозы, лесовозы, рудовозы, рефрижераторы, контейнеровозы, газовозы. Специальные суда для навалочных грузов называются **балкеры**. Раскрытая палуба грузится грейфером. Существуют суда – ролкеры (роро), лихтеровозы. Особую категорию судов составляют паромы. Имеются суда, называемые подводными крыльями.

Рекорд скорости судна – 320 узлов/час (Кейбел).

Сегодня, когда в результате рыночных реформ и приватизации суда оказались в руках многочисленных и относительно небольших компаниях, которые не в силах обновить флот и успешно его эксплуатировать. Поэтому наш флот вынужден плавать "под удобными флагами". В стране нет банков, которые могли бы финансировать новые судостроения (норма окупаемости кредита 8-10 лет). Есть предложения в основу восстановления морского флота приобретать суда на рынке "сэконд-хэнд". На "бебоудгартер" (лицензия с последующим выкупом). За последние 8 лет тоннаж российского флота упал в 3 раза, за 5 лет валютные вложения упали в 2-3 раза. Из 1080 судов, плавающих 10 лет, плавают 240. Замена не поступила. В последние годы на западных верфях на деньги западных банков российскими компаниями было построено около 100 судов. На них работают российские моряки. Но этот флот не принадлежит России, в российский бюджет этот флот денег не дает. Но дает выжить морякам.

## Речной флот

20 декабря 2000 г. Коллегией Минтранса было записано, что государственная служба речного флота показала, что она не готова осуществлять государственное регулирование деятельности судовых компаний. На учете в речном регистре находится 32,6 тыс. судов. Средний их возраст – 24 года. Негодных – 1824, а годных с ограничением – 1402 судна. Строительство новых судов идет неудовлетворительно. Например, суда для внутрибассейнных перевозок.

93-95	96	97	98	99	План
30	1	-	7	-	669
28	10	8	1	3	364

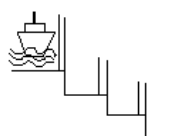
Внутрибассейнные  
внешние перевозки

В речном флоте наибольший процент занимают танкеры и нефтеполивные баржи. Есть также суда - рефрижераторы, суда для перевозки сжиженного газа, овощевозы, химические суда, автомобильевозы (вмещают до 500 машин).

Большое экономическое значение для речного транспорта имеет расширение безперегрузочного сообщения с применением специальных судов типа "река-море". Эти суда имеют грузоподъемность 2000-2700 тонн. Нефть перевозят 5000 тонн.

## Сооружения водного транспорта

На водном транспорте имеются явственные транспортные пути (реки, озера, моря). А также сложные гидротехнические сооружения, т.е. искусственные (водохранилища, каналы, шлюзы). Судходство совершается не по всей ширине, а по судовому каналу – **фарватеру**. Фарватер рассчитан на пропуск 2-х встречных судов. Его обозначают специальными знаками. Судовые каналы устраивают открытыми, когда реки одного уровня, и шлюзованными, когда реки на разных уровнях. Есть еще обходные каналы к шлюзам. Радиусы каналов не менее 6 длин расчетного судна.



Глубина канала берется с запасом 1 метр. Каналы питаются водой, самотеком из рек, озер или подачей воды насосами на высшую точку канала. Шлюзы сооружают для пропуска судов через плотины, камеры с 2-мя торцевыми воротами. Шлюзы бывают: однокамерные и многокамерные. **Однокамерные шлюзы** применяются, когда разность воды не превышает 20-25 метров. **Многокамерные шлюзы** применяются, когда разница больше. Шлюзы бывают: односторонние и двусторонние.

# Речные порты и пристани

По своему назначению они бывают:

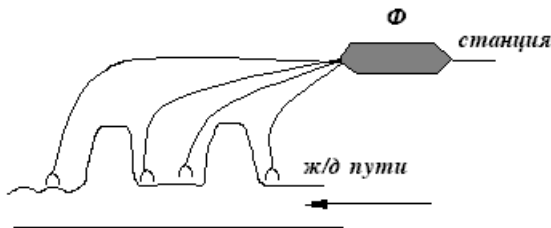
- рыбные
- грузовые
- военные
- затоны

Порты бывают:

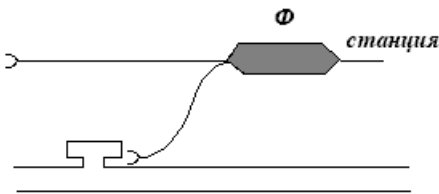
1) русловые 
$$L = \frac{nt}{24}(z + a);$$

L – длина причальной линии; n – количество судов; t – время обработки; z – длина судна; a – интервал между судами.

2) внерусловые



3) бассейновые



Водная поверхность в районе порта называется **акваторией**.

**Пристань** – прибрежный путь посадки или высадки пассажиров. Они бывают плавучими (дебаркадами).

## Морские порты

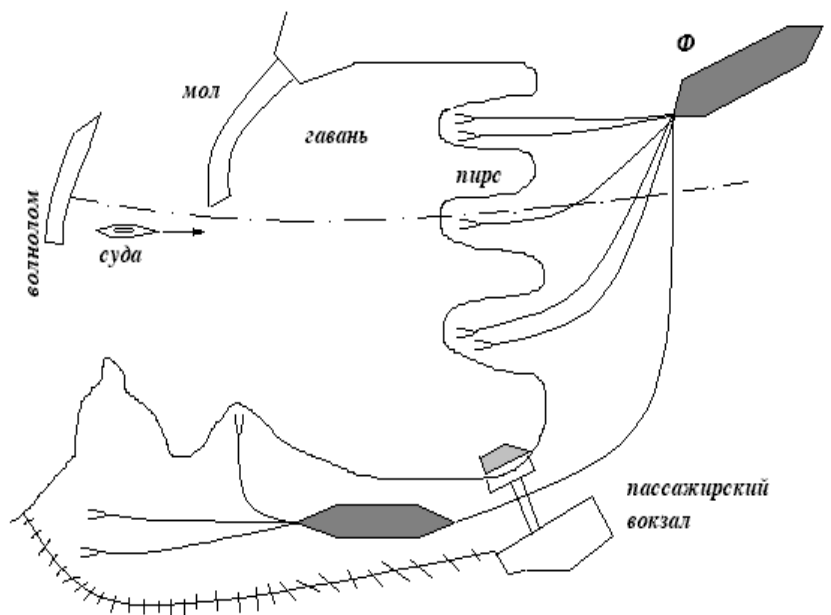
Морские порты бывают:

- торговые
- рыбные
- военные
- промысловые

Имеются специализированные порты:

- угольные
- лесные
- поливные
- комбинированные

54% портов у России. Из 77 крупных портов у нас осталось 40. Порты делятся на 3 категории. И есть вне категорий: Ленинград, Одесса, Новороссийск, Охотка и т.д.



# Основы организации движения флота

- 1) Речной флот
  - свободное движение
  - участковое движение

**Сквозное движение** – движение на линиях от погрузки до разгрузки без перевалок. **Участковое** – движение по системе тяговых плеч. Сквозное движение лучше. Движение поездов происходит по единому графику. Руководит движением диспетчерский аппарат, имеющий современные виды связи.

- 2) Морской флот в зависимости от назначения движения делится на:
  - внутренние (ксеботажные)- 10%
  - внешние (заграничные) – 90%

Плавание организуется по 2-м формам:

- 1) линейное (регулярное)
- 2) рейсовое (нерегулярное).

В США доля внутренних морских путей составляет 10%, в РФ < 1%. В США климат позволяет осуществлять перевозки круглый год, а в России 6 месяцев, а завоз на Крайний Север – 2-3 месяца.

## Магистральный трубопроводный транспорт

Парламент России собирается принять федеральный закон о магистральном трубопроводном транспорте России. Этот важнейший документ должен быть принят как можно скорее, т.к. заместитель председателя по энергии Шакиров, сказал, что состояние системы магистральных трубопроводов приближается к той критической черте, за которой реально возникает угроза национальной безопасности.

Система магистральных трубопроводов – это нефть (газ) и нефтепродукты. В XX веке она была уникальной по производительности, протяженности и сложности. В 90-е годы строительство новых трубопроводов прекратилось, и страна донашивает созданную систему. Ее потеря грозит большими экономическими убытками. Общая протяженность в настоящее время 215 тыс. км. В СССР было 250 тыс. км. По ним перемещается 100% добываемого газа, около 99% нефти и более 50% продукции нефтепереработки. Специалисты считают, что если не возродить работы по созданию нефтепроводов и их реконструкции, то России угрожает возможность оказаться в топливно-энергетической зависимости от Запада через 5-7 лет (по оценке Совета Безопасности России).

## Технико-эксплуатационные характеристики магистрального трубопровода

Магистральные трубопроводы являются самым дешевым видом транспорта для массовых грузов (жидких, газообразных и твердых тел).

Действующая сеть трубопроводного транспорта в основном построена в 70-90 годы XX века. Хотя первый трубопровод был построен в Баку в 1970 году. Диаметр этого трубопровода был 100 мм, протяженность - 12 км. Шухов построил трубопровод Баку-Батуми и нефть начала уходить на экспорт.

Трубопроводный транспорт имеет следующие преимущества:

- 1) трубу можно проложить между любыми пунктами по более короткому направлению с преодолением водных преград
- 2) первоначальные удельные затраты на строительство одного километра трубопровода в 2 раза ниже, чем на строительство железной или автомобильной дороги с соответствующей провозной способностью

- 3) эксплуатация трубопроводного транспорта непрерывно надежна (?), т.е. не зависит от климата и времени года
- 4) герметичность исключает потери в 2-3 раза по сравнению с железной и автомобильной дорогой
- 5) полная автоматизация процесса, поэтому маленький штат обслуживания, а отсюда большая производительность труда
- 6) низкая себестоимость (в 3 раза дешевле, чем на железной дороге).

Недостаток: Большая металлоемкость (трубы очень дорогие). Как нефть, так и газ должны быть специально подготовлены к транспортировке на промыслах.

## Нефте и продуктопроводы

Они бывают:

- магистральные
- промысловые
- разводящие
- базовые

**Магистральные:** длина >1000 км; диаметр – 1020 мм, 1400 мм до 2500 мм; давление – 50-60 атмосфер.

Под влиянием сопротивления движению давление в трубе падает. Величину напора можно определить из следующей формулы:  $H = \frac{kLV^2}{2gd}$  ;

k – коэффициент трения; L – длина участка трубопровода; d – диаметр трубы.

Скорость движения нефти – 1-1,5 м/сек.

Для снижения сопротивления внутри трубы укладывают пластики, эпоксидную смолу. Трубы укладывают в траншею до 2,5 м глубиной. Для защиты от коррозии делают изоляцию от блуждающих токов, строят станции катодной защиты (они дорогостоящие). На повышенных местах трубопроводы имеют устройства для выпуска скапливающегося воздуха, а в пониженных местах – осадочные колодцы для песка и грязи. На **станциях перекачки** находится насосное и машинное отделение, резервуары, контрольно-измерительные приборы (КИП) и автоматика, ремонтные хозяйства и дома для жилья.

Станции перекачки бывают:

- головными
- промежуточными (через 100 и более км)
- конечные (нефтебазы).

Хранилища бывают:

- стальными
- бетонными
- стекловолоконными.

Американцы имеют резервуары из пластика, который они затопляют в океане.

Применяются телесистемы дистанционного наблюдения.

Магистральные газопроводы бывают:

- подземные
- надземные (на опорах).

Давление бывает до 100 атмосфер, трубы многослойные, напор, как правило, естественный.

Для бытового газа применяют одорезацию (придание специального запаха). Существуют газохранилища надземные, подземные, подводные.

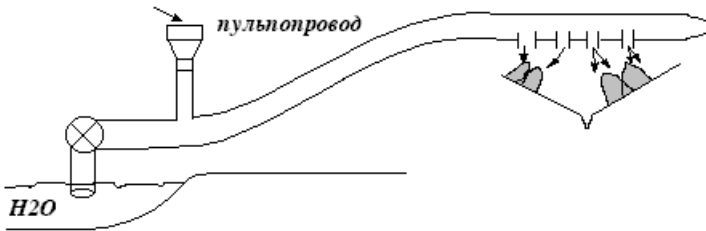
## Трубопроводы для транспортировки твердых материалов

- гидросистемы
- пневмосистемы

**Гидросистемы** транспортируют твердые смеси с водой, **пневмосистемы** – твердые смеси с воздухом.

Гидротранспорт делится на 2 группы:

- 1) самооттечный (без напора, за счет гравитации)
- 2) напорный.



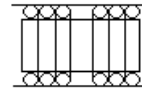
Диаметр пульпопровода – 800 мм.

Недостаток:

- предварительно необходимо дробление, помол и приготовление пульпы; скорость движения зависит от фракции так, чтобы материал не оседал на стенках трубы; медный, никелевый концентрат передается с обогатительной фабрики на завод по пульпопроводу; трубы внутри имеют резину, камень, т.к. быстро изнашиваются
- износ труб, на конечных операциях сушка и очистка
- наличие воды.

**Пневмоконтейнерные системы:** скорость – 50 км/час

В нашей стране 280 тыс. км трубопроводов



## Воздушный транспорт

Авис – (от лат.) птица.

Первый научный подход к проблеме полетов мы находим у Леонардо да Винчи (эпоха Ренессанса).

Выдающийся вклад внес в 1876 году капитан морского флота Можайский. В 1893 году братья Райт построили самолет с бензиновым двигателем. Он пролетел 800 метров. В 1913 году русский конструктор Сикорский построил самый большой в мире самолет (4,3 тонны) "Витязь". В 1924 году был построен АНТ. К началу войны СССР имел 62 мировых рекорда в области авиации. ТУ-104 установил за 2 года 26 мировых рекорда.

## Технико-экономические особенности воздушного транспорта

Преимущества воздушного транспорта:

- воздушные линии короче по направлению автодорог на 25%, речного транспорта на 40%
- высокая скорость
- требует в 10-20 раз меньше капитальных вложений на основание новых линий
- безопасность движения выше автомобиля в 2 раза.

Недостатки:

- сильная зависимость от погоды
- высокая себестоимость грузовых перевозок (в 100 раз выше, чем на железной дороге)
- авиация значительно загрязняет атмосферу (на 1 пассажиро-километр самолет выбрасывает 386 грамм грязи, автомобиль – 12 гр., железная дорога – 0,6 гр. За один трансатлантический полет самолет сжигает от 35 до 50 тонн кислорода – это столько, сколько потребляет город с населением 15-20 тыс. человек в течение года).

## Управление полетами

Для управления страна делится на районы диспетчерской службы. В районе аэропорта управление движением осуществляется АДЦ (диспетчерская служба аэропорта).

Применяется система, представляющая собой радиолокационный и вычислительный комплекс. Этот комплекс дает автоматический сбор, обработку и диспетчеру выдает следующие сведения:

- координаты воздушных судов
- их бортовые номера
- заданная и текущая высота
- скорости полета
- количество топлива.

Передача управления самолетами между смежными секторами происходит автоматически. Каждому самолету устанавливается высота эшелона, по которому он обязан совершить горизонтальный полет по маршруту. Высота нижнего эшелона должна быть не меньше 600 метров от низшей точки земного ландшафта в полосе 25 километров по обе стороны от линии пути.

## Промышленный транспорт

Наряду с магистральным транспортом имеется промышленный транспорт, который выполняет перевозки на промышленных предприятиях, стройках, карьерах. Промышленный транспорт выполняет технологические перевозки, а по большому счету промышленный транспорт осуществляет начальные и конечные перевозки.

Удельный вес затрат на промышленном транспорте, себестоимости продукции очень велики и составляют 20% (пищевой – 7%, а на открытых горных разработках – 60-65%, в обрабатывающих областях – 20-25%). На промышленном транспорте работает около 8 млн. человек.

Перевозки грузов на промышленном транспорте в 3 раза больше, чем на МПС. Например, для производства 1 тонны готовой продукции – 1 млн. тонн стали, требуется перевезти 17 млн. тонн грузов.

Средняя дальность перевозок на промышленном транспорте составляет 6,5 тыс. км, на МПС – 1000 км. Вот почему показателем грузооборот не пользуются, а пользуются показателем – перевозка грузов в тоннах.

На промышленном транспорте электрифицировано всего 20% путей, а на магистральном – 60%.

## Виды транспорта

Первое место держит железная дорога и автомобильная дорога. На железную дорогу приходится 32%, а на автомобиль – 56%, остальные 12% приходятся на непрерывные виды транспорта.

10 лет назад сохранялась тенденция увеличения перевозок на непрерывных видах транспорта.

Конвейерный транспорт характеризуется высокой производительностью – 5-20 тыс. м<sup>3</sup>/час. У конвейерного транспорта большой подъем (свыше 300 тыс.). Следующее преимущество – точность, которая обеспечивает более большую производительность механизмов, полная автоматизация транспорта, т.е. повышенная производительность труда.

В СССР при общем росте объемов перевозки и объемов транспорта на 30% темпы роста непрерывных видов транспорта планировалось увеличить в 2-3 раза.

В свое время были разработки по выбору сфер применения различных видов транспорта, и одним из показателей была энергоемкость. Сейчас экономисты считают, что на выбор вида транспорта будет влиять стоимость энергии и энергоемкость.

Монорельсовый транспорт: Этот вид транспорта никто сейчас не производит.

Подвесные канатные дороги (ПКД) – очень рентабельный вид транспорта, имеет большие перспективы.

Дирижабельный вид транспорта – применяется в горах.

## Городской транспорт

Феномен – рост народонаселения. На протяжении многих тысячелетий прирост народонаселения был 0,005%. За 20 тыс. лет население мира удвоилось, а с появлением земледелия – увеличилось в 100 раз. К началу нашей эры было 300 млн. человек. В 1850 году – 1 млрд.; в 1900 году – 1,5 млрд.; в 1965 году – 3 млрд., в 1973 году – 4 млрд., в 1989 году – 5 млрд., в 2000 году – 6 млрд. В 2030 году ожидается 9млрд. человек.

XX также считается веком урбанизации, т.е. бурного роста городов. В 1900 году в городе проживало 13,6% населения мира. Сегодня – 55%. В СССР в городе проживало 66% населения, на Западе - больше.

За 1000 лет на Руси создано 860 городов. За последние 70 лет – 1316 городов. В 1923 году было 2 города с населением больше миллиона. В СССР таких городов было 24.

Вместе с ростом городов рос и развивался городской транспорт. Первая мостовая в России появилась в 9 веке в Новгороде (деревянная).

Петр I начал мощение камнем. 150 лет назад в Москве главную транспортную работу выполняли 26 тыс. извозчиков. В 1840 г. появились первые линейки (телеги со скамьями), в них помещалось до 50 человек. В 1870 году появилась первая рельсовая дорога – конка. Первый трамвай появился в Киеве в 1891 году, в Москве – в 1903 году, в Санкт Петербурге – в 1907 году. Метро в Европе появилось в 1863 году в Лондоне с паровой тягой. Первые автобусы появились в Париже и Нью-Йорке в 1890 году. Троллейбусы испытывались в 1883 году в Америке, но из-за несовершенства конструкции токоприемника они не получили распространения.

Темпы роста перевозок значительно превышают темпы роста населения. Город в 2 млн. человек требует в 4 раза больше транспортных средств, чем 10 городов по 200 тыс. человек.

Городские пути сообщения подразделяются на:

- уличные и внеуличные
- рельсовые и безрельсовые
- общегосударственного (экспрессы) и районного значения.

Схемы путей сообщения связаны с планом города, его размерами, формой, рельефом и др.

Существует несколько схем планировки:

- 1) радиально-кольцевая (Москва, Париж, Лондон)
- 2) прямоугольная
- 3) диагонально-прямоугольная (появилась взамен прямоугольной из-за плохого движения транспорта) – пробиваются секущие диагонали к центру
- 4) города-линии (вдоль рек – Сталинград, Самара и др)
- 5) смешанная

В транспортном отношении наиболее удобными являются 2 схемы: радиально-кольцевая и диагонально-прямоугольная, т.к. они имеют наименьший коэффициент непрямолинейности маршрутов, т.е. отношения расстояния между двумя пунктами города к расстоянию по воздушной линии. В среднем прямоугольная система дает коэффициент непрямолинейности – 1,27, а радиально-кольцевая – 1,1.

Средним показателем является загрузка центра.

	Радиально-кольцевая	прямоугольная	Диагонально-прямоугольная	Город-линия
Связь с центром	1,0	1,38	1,06	2,52
Периферийное сообщение	1,0	1,24	1,09	2,25

Чем больше город, тем больше и средняя дальность поездки пассажиров:  $\bar{l} = 1,2 + a\sqrt{s}$



$a$  – поправочный коэффициент, который равен 0,25 для городов с населением до 1 млн. человек, 0,22 – для городов с населением более 1 млн. человек;  $s$  – площадь города.

Хороший город считается, когда максимальная длительность сообщения города не превышает 0,75 часа при неблагоприятных условиях с учетом времени подхода к остановкам.

## Технико-экономическая характеристика отдельных видов транспорта

Сравнению и оценке подлежат следующие виды оценки:

- скорость
- провозная способность
- себестоимость перевозок
- удобство пассажиров
- безопасность транспорта и поездок на нем

### Уличные виды транспорта

1) **трамвай** (tram – англ – рельс; way – путь)

В СССР обслуживал 110 городов, на его долю приходилась 1/5 городских перевозок (теперь 1/10). Развернутая длина 9 тыс. км, ширина колеи 1524 мм (есть и 1000 мм). Рельсы желобчатые массой до 65 кг/м и железнодорожные R43 и R50. Продольный уклон не более 0,06. Минимальный радиус кривой – 20 м. Расстояние между остановками 300-500 м. Работает на постоянном токе 600 В. Скорость до 70 км/час. Средняя скорость 16-20 км/час.

2) **троллейбус** (trolley – ролик)

Им освоена 1/4 городских перевозок. Общая длина линий 15 тыс. км. Уклон в длину – 0,08. Работает на постоянном токе 600 В.

3) **автобус**

Самый распространенный вид транспорта. На его долю приходится 40 % перевозок. Большинство автобусов карбюраторные – отравляют воздух. Основной вид транспорта в городах с населением 100 тыс. человек.

4) **автомобили**

На каждого пассажира требуется до 60 м<sup>3</sup> площади проезжей части. Перевозки пассажиров в России:

- автобус – 42%
- троллейбус – 12,8%
- трамвай – 10,2%
- метро – 6,0%
- автотранспорт – 29%

### Внеуличный транспорт

1) **Метрополитен**

По надежности и комфорту это лучший вид транспорта. Общая протяженность 11 метрополитенов (СССР) – 420 км. В Москве – 252 км в двухпутном исчислении. В Москве перевозят более 50% пассажиров. В последние годы не строят, т.к. строительство требует крупных капитальных затрат.

Линии метрополитена бывают подземные и наземные. Тоннели под землей строят глубокого (25 м и более) и мелкого (8-12 м) заложения.

Продольные уклоны от 3% до 40%. Радиус не менее 400 м, ширина колеи 5 футов (152,4 см).



Везде автоблокировка с автостопом. Блок-участок не менее 1 км. Ток постоянный – 750 В слева от рельсов. Длина вагона 19 м, ширина 2,7 м. В Чикаго есть грузовой метрополитен.

В настоящее время с появлением линейных двигателей возникло миниметро.

## 2) Скоростной трамвай

Внеуличный вид транспорта, т.к. делается на обособленной полосе. В центре города проходит в тоннеле (в Ижевске, Волгограде, Саратове, Старомосковье). Скорость приблизительно в 2 раза больше обычного трамвая.

Достоинства: дает большую провозную способность, меньший штат и подвижной состав.

Вид транспорта	Скорость	Провозная способность	Несчастные случаи	себестоимость
Трамвай	16-18 км/ч	3	4%	1
Скоростной трамвай	25-30 км/ч	2		1,15
Автобус	20-25 км/ч	4,5	15%	1,11
Троллейбус	18-20 км/ч		10%	1,77
Легковой автотранспорт	25-30 км/ч	6	70%	10
Метрополитен	35-40 км/ч	1	0,4%	1,25

Загазованность – бич автотранспорта. Для борьбы с загазованностью:

- применяются усовершенствованные двигатели;
- применяются нейтрализаторы;
- применяются дизели;
- создаются электромобили.

На Западе в последние годы скоростные трамваи и метрополитены стали строить на пневматике. В центральной части города строят движущиеся тротуары.

## Взаимодействие различных видов транспорта

Основная масса грузовых и пассажирских перевозок осуществляется с участием 2-х и более видов транспорта. Так 80% грузов, прибывающих в порты, передается на железную дорогу (на речных 50%). Практически вся нефть из трубопроводов передается на другие виды транспорта, а автомобиль взаимодействует со всеми видами транспорта, особенно велик его вес для пассажирских перевозок. Пунктами взаимодействия являются транспортные узлы. Раньше транспортные узлы в силу своего исторического развития, ведомства, частные владения, география, топография строились без учета быстрого перехода грузов с одного вида на другой. Транзитный пассажир покупал новые документы на провоз груза и проезд. Груз в этих пунктах перегружался. Только с введением смешанного прямого сообщения владельцы груза освобождались от заботы перегружать свой товар. Во взаимодействии различных видов транспорта должна возродиться ЕТС (единая транспортная система).

## Основы взаимодействия

В большинстве государств мира рациональное взаимодействие основных видов транспортных коммуникаций находится в государственной собственности. Взаимодействие различных видов транспорта заключается в слаженной и согласованной работе транспорта в общем перевозочном процессе. Это взаимодействие зависит от многих условий правового, экономического, технического, технологического, организационного и управленческого характера.

Правовой аспект совершенствования юридических и правовых отношений

Основные документы, определяющие взаимоотношения, обязанности, права и ответственность транспорта и клиентуры, грузоотправителей и грузополучателей:

- железнодорожный устав РФ
- кодекс торгового мореплавания

- устав внутреннего водного транспорта
- устав автомобильного транспорта
- воздушный кодекс.

Кроме того в кодексе имеются другие положения ведомства и министерства транспорта "О взаимном имуществе, ответственности организации морского транспорта и отправления за невыполнением планов перевозок, экспортирования и импортирования грузов и т.д."

#### Экономический аспект

Этот аспект очень важен.

- 1) Разработка единых планов перевозки грузов и пассажиров (годовые, оперативные, на квартал, месяц), что позволяет заранее подготовить подвижной состав или зарезервировать. Особенно велика задержка грузов при передаче их с железной дороги на речной транспорт.
- 2) Установление согласованных тарифов на перевозки разного вида транспорта. Необходимо создать систему унифицированных тарифов, которые стимулировали бы клиентуру и транспорт к смешанным перевозкам.
- 3) Введение единой номенклатуры грузов; разработка унифицированных планов и отчетных показателей; экономические показатели, характеризующие качество и эффективность перевозки грузов и пассажиров должны быть едиными:
  - себестоимость и стоимость перевозок
  - производительность труда
  - потребные капитальные вложения
  - степень использования подвижного состава и др.

До сих пор на всех видах транспорта имеются разные методики.

## Себестоимость перевозок

Себестоимость по видам транспорта зависит от многих факторов:

- общего объема перевозок
- густоты перевозок
- дальности перевозок
- стоимости технических средств
- сопротивления движению
- расхода топлива
- процента порожнего пробега
- продолжительности использования по времени
- профиля пути
- климата и др.

Приведенные в таблице показатели себестоимости не полностью сопоставимы, так в методичках по речному и автомобильному транспорту не включены расходы на содержание путевого хозяйства. На железной дороге доля путевого хозяйства составляет 12-15%. На речном не отражены затраты на погрузо-разгрузочную операции. То же самое на железнодорожном транспорте, т.к. большинство погрузки осуществляется на подъездных путях промышленных предприятий. На речном транспорте не учтены расходы на создание плотов. На морском транспорте не отражены расходы на ледоколы и по перевозке грузов, зафрахтованных флотом. На воздушном и трубопроводном транспорте учитываются все затраты. Кроме того средняя себестоимость разных видов транспорта не сопоставимы также потому, что в них имеются разные величины грузонапряженности и дальности перевозок. Например, при изменении дальности себестоимость меняется.

Пример: Если принять себестоимость  $S$  грузовых перевозок на железной дороге при дальности на 800 км за единицу:

дальность	800	200	100	50	25
Себестоимость в процентах	100	163	350	630	1180

Себестоимость определяется: 
$$C = \frac{(\mathcal{E}_r + \mathcal{E}_n)10}{\sum Pl + k \sum Al}$$

$\mathcal{E}_r$  – эксплуатационные расходы грузовых перевозок;  $\mathcal{E}_n$  – эксплуатационные расходы пассажирских перевозок; 10 – тоннокм;  $\sum Pl$  – грузооборот;  $\sum Al$  – пассажирооборот; k – коэффициент приведения.

Морской транспорт – k=1

Речной транспорт – k=10

Железнодорожный транспорт – k=2

Автомобильный транспорт – k=0,4

	10 ткм коп	10 пасскм коп
1) ж/д транспорт	3,16	7,02
2) морской транспорт	3,38	123,44
3) речной транспорт	4,07	33,97
4) автомобиль	59,02	13,78
5) воздушный транспорт	168,97	15,49
6) трубопроводный транспорт	2,08	-
7) метрополитен	-	6,38

Различные методики и их несовершенство не позволяет делать точные оценки эффективности того или иного вида транспорта.

#### Технический аспект

В общем он сводится к конструктивной и мощностной унификации всех элементов и звеньев различных видов.

Для этого требуется:

- 1) согласование пропускной и перерабатывающей способности, стыкующих линий, а также отдельных устройств в узлах, например, вместимость ж/д путей на станциях и причалах порта, мощности перегрузочной техники, емкости складов, наличие маневровых средств и др.
- 2) Увязка параметров подвижного состава, грузоподъемности автомобиля и судна
- 3) Планировка устройств узла, поточность элементов и их достаточность
- 4) Создание надежной и удобной системы связи АСУ.

#### Технологический аспект

Учитывает подчинения операций обработки грузов в транспортных узлах единому порядку, без которого быстрый и эффективный переход грузов с одного транспорта на другой невозможно. Для этого с конца 1939 г. работники академии наук СССР во главе с Образцовым предложили ЕТП (единый технологический процесс). ЕТП – самостоятельный документ, утверждаемый должностными лицами, например, станциям примыкания и заводами, автокомбинатам и станциям. Перевозки массовых грузов, которые по существу и определяют финансовое положение дорог и отрасли в целом, как показывает опыт, полностью оправдывает себя кольцевой маршрут.

Заключение 3-х сторонних договоров происходит между отправителями и железной дорогой – получателем. В договоре устанавливается объем, порционность, время отгрузки и срок доставки. Соблюдение таких договоров позволит получить отличные результаты от этой новой технологии:

- 1) жесткие графики движения грузовых поездов и оборотов локомотивов
- 2) единые технологические процессы работы подъездных путей клиентуры и портовых терминалов.

В связи с большой конкуренцией автотранспорта дороги должны активно внедрять скоростные поезда с контейнерами, контреллейрами (фуры).

Перевозка этих поездов планируется в транспортных коридорах.

#### Организационный аспект

В этом случае взаимодействие обеспечивается:

- 1) совместной разработкой документации по улучшению эксплуатационной работы, например, контактных графиков, гарантирующих согласованную частоту и равномерность.

- 2) принятие единой системы оперативного планирования текущей работы. Это суточные и сменные планы введения единого времени и порядок обмена необходимой информацией. Для продолжительных перевозок необходимо согласование расписания с другими видами транспорта, где взаимное ожидание должно быть минимальным в пунктах пересадки.

Одним из способов получения эффекта является **безперегрузочное сообщение**. На железнодорожном транспорте это замена у вагонов колесных тележек пассажирских поездов и части грузовых. У большей грузовых вагонов грузы перегружаются.

Опыт Испании и эксперименты в Болгарии по использованию новых тележек с самоустанавливающимися колесами. Раздвижка и сдвижка колесных центров происходит на ходу на определенных участках железной дороги. Колеса дорогие.

На водном транспорте это применение суда "река-море", а также суда - лихтеровозы позволяют не производить перегрузку с речного на морской транспорт. Также применяются суда "ро-ро".

Применялись паромные системы. В последние годы паромные переправы заменяются путями с помощью мостов и тоннелей.

**Трейлерные перевозки** – система перемещения железнодорожных вагонов на специальных платформах по шоссе к получателю.

Контрейлерная система перевозки автомобиля прицепами и на вагоне-платформе. Очень распространена в США. Недостаток – перевозка "мертвого" груза (25-30% от полезной нагрузки).

Контейнерные и пакетные перевозки. В 1934 году было создано 900 контейнеров. Тароупаковочные и штучные грузы до контейнеров шли по схеме: автомобиль – вагон – автомобиль с переработкой в 6 раз. Применение контейнеров сокращает переработку до 1 раза.

## Основы комплексной теории транспорта

Все виды транспорта, так или иначе, влияют друг на друга. Они взаимодействуют между собой, изолировано изучать их друг от друга нельзя. Конструкция автомобиля, вагона и контейнера одинаковы. Дизельные двигатели применяются в тепловозах, пароходах, автомобилях. Сигнализация применяется на улицах и автодорогах.

Тяговые расчеты, пропускная способность, графики движения по своей методике являются одинаковыми для всех. Применяемые формулы, в принципе, также одинаковы, отличаются только параметрами.

Основы комплексной теории транспорта впервые были сформулированы академиком В.Н. Образцовым.

### Категории пути:

- в воздухе – воздушная авиация
- на воде – подводное плавание
- бездушные пути – космос
- в воздушной среде с использованием твердой поверхности (железная дорога, автомобили, монорельсовый транспорт, конвейеры и т.д.)
- в воздушной среде с использованием водной поверхности (суда и аппараты на воздушной подушке)
- в воздушной среде в водных средах – суда на подводных крыльях.

### Пути характеризуются:

- способами направления движения
- допускаемыми осевыми и погонными погрузками на железнодорожных, автомобильных дорогах и осадкой судов на водных путях
- расчетными уклонами (море – 0; Волга – 0,00007; Енисей – 0,00037; горные реки – 0,01; железная дорога – максимум 0,6-0,8; воздушный транспорт – вертолет – 1)
- величиной путевых габаритов (железная дорога, автомобиль, речные суда)
- характером и величиной сопротивления.

# Сопротивление движению транспортных средств

Общее удельное сопротивление движению на всех видах транспорта можно определить по следующим формулам:

$$\omega = \omega_{TP} + \omega_i + \omega_{KP} + \omega_{CP};$$

где  $\omega_{TP}$  - удельное сопротивление трения;  $\omega_i$  - удельное сопротивление от подъема;  $\omega_{KP}$  - удельное сопротивление от прохождения кривых;  $\omega_{CP}$  - удельное сопротивление от прохождения среды.

## Удельное сопротивление трения

На железнодорожном и автомобильном транспорте это сопротивление складывается из сопротивления на качения между рельсом и колесом или шиной и покрытием дороги. При автомобильном транспорте существует **коэффициент  $\phi$**  (сцепление колеса с дорогой). Он зависит от состояния шин (новая или старая); при дожде, гололеде коэффициент снижается; зависит от скорости движения, от состояния покрытия дороги, а также от сопротивления трения в подшипниках, веса подвижного состава и других факторов.

Удельное сопротивление трения на железной дороге - главная составляющая основного сопротивления (в него входит и сопротивление от воздушного пространства).

На автомобилях:  $\omega_a = f_a \cos \alpha$ ;  $\alpha$  - угол наклона пути к горизонту. Для угла меньше  $6^\circ$   $\cos \alpha = 1$ .

$f_a$  - коэффициент сопротивления качению (зависит от состояния дороги, скорости).

Для асфальтобетона  $f_a = 0,01-0,02$

На щебенке  $f_a = 0,03-0,05$

Для грунта  $f_a = 0,06-0,07$

Для пашни  $f_a = 0,15-0,30$

При возрастании скорости коэффициент увеличивается на величину  $1 + \frac{V^2}{1500}$

Для водного транспорта это сопротивление трения воды о смоченную поверхность корпуса судна, зависит от скорости движения, формы и шероховатости поверхности судна.

$$\omega_{TP} = f_b S_e \frac{\rho V^2}{2}$$

$f_b$  - коэффициент трения воды о смоченную поверхность судна.  $f_b = 0.0019-0.0044$

$S_e$  - площадь смоченной поверхности судна [м<sup>2</sup>]

$\rho$  - плотность воды [кг/м<sup>3</sup>] (пресной - 102 кг/м<sup>3</sup>; морской - 104 кг/м<sup>3</sup>).

$V$  - скорость судна относительно воды [км/ч].

$$\omega_{TP}^B = 0,088 V^2 \sqrt{\frac{L}{Q}}$$

$L$  - длина судна

$Q$  - водоизмещение

На трубопроводном транспорте сопротивление трения возникает между движущимися жидкостями и внутренними стенками трубы. Зависит от шероховатости трубы, ее диаметра, режима потока (ламинарный или турбулентный), вязкости и жидкости.

$\omega_{TP}^L = k_L V$  - ламинарный

$V$  - скорость течения м/с

$k_L$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от физической вязкости жидкости.

$\omega_{TP}^T = k_T V^2$  - турбулентный

## Удельное сопротивление от подъема



$$\omega_i = P \sin \alpha$$

$$\omega_i \neq \pm Pi \quad ; i - \text{уклон}$$

Знак минуса ставится при спуске (тормозной режим).

Это сопротивление имеется на железных и автомобильных дорогах, авиации, конвейерах. В авиации зависит от траектории набора высоты.

На трубопроводном транспорте есть это сопротивление, но величина его не значительна.

## Сопротивление от прохождения кривых

$$\omega_{кр} = \frac{A}{R_{кр}}; A - \text{коэффициент}; R_{кр} - \text{радиус кривой.}$$

На рельсовом транспорте оно возникает от трения между внутренней гранью наружного рельса и гребнями колес. Определяется в зависимости от длины поезда.

$$\text{При } l_n < l_{кр} \rightarrow \omega_{кр} = \frac{700}{R_{кр}}$$

$$\text{При } l_n > l_{кр} \rightarrow \omega_{кр} = \frac{700 l_{кр}}{R_{кр} l_n}$$

Численные значения  $\omega_{кр} = 0,5-3$  кг/т ( $R=1600\text{м}-200\text{м}$ ).

На автотранспорте на кривых возникает поперечная сила вызывает боковой увод колеса, под влиянием которого колесо катится под некоторым уклоном  $\delta$  и требуются дополнительные затраты мощности двигателя для нормального движения. Опыт показывает, что при  $\delta < 1^\circ$  износ шин увеличивается в 5 раз, а расход топлива также увеличивается на 10-12%. При  $\delta = 1,8^\circ$  износ шин в 10-15 раз, а расход топлива на 40%. Исключают эти потери с помощью виражей.



На водном транспорте при поворотах сопротивление возражает, но оно мало и его не принимают в расчет. На трубопроводном транспорте.

## Удельное сопротивление среды

На железной дороге массу поездов или составов рассчитывают с учетом основного удельного сопротивления, включающегося и сопротивление воздушной среды.

На автомобильном транспорте сопротивления вызываются давлением встречного воздуха, трением о боковую поверхность и выступающие части, завихрением воздуха у колес и под кузовом.

$$\omega_{cp} = \frac{\rho k S (V \pm V_{cp})^2}{Q_{\delta p}} \quad [\text{кг/т}].$$

$\rho$  - плотность среды (для воды -1; для воздуха в 720 раз меньше)

$k$  - коэффициент обтекаемости

$S$  - наибольшая плотность поперечного сечения

$V$  - скорость движения

$V^2$  - скорость среды ("+" - против движения; "-" - по движению)

На водном транспорте сопротивление судна на глубокой воде состоит из сопротивления трения обшивки и остаточного сопротивления (вихревого или волнового).

Волновое сопротивление является основной преградой увеличения скоростей хода судов (при увеличении скорости в 2 раза сопротивление возрастает в 4, а потребная мощность должна увеличиться в 8 раз).

## Значения удельного сопротивления движению

	Ж/д грузовой поезд V=8-100 км/ч	Грузовой автомобиль V = 8-100 км/ч	Баржа (1000т) V1=8-16 км/ч V2=16-30 км/ч	Нефтепровод (диаметр 720 мм) V=5 км/ч	Транспортный самолет (10-60т) V=200-450 км/ч
$\omega_{дв}$	2,5-9 кг/т	9-100 кг/т (до 300)	0,4-4,5 кг/т 4,5-30 кг/т	3,5-4,0 кг/т	30-90 кг/т

## Общее уравнение движения

Из физики известно, что уравнение движения  $F=ma$ ,  $m$  – масса;  $a$  – ускорение. Применительно к транспорту это уравнение можно записать:

$$F = (\omega_{ep} + \omega_{kp} + \omega_{cp} \pm \omega_i + b) \frac{Q_{бр}}{g}$$

$$F = \frac{WQ_{бр}}{g}$$

$b$  – тормозное усилие;  $g$  – ускорение  $9,8 \text{ с}^2$ ;  $F$  – сила тяги;  $W$  – суммарное удельное сопротивление;  $Q_{бр}$  – вес (брутто в тоннах).

## Совершенствование системы управления и государственное регулирование транспортной системы в условиях рыночной экономики

В России, где конкуренция практически невозможна из-за естественных монополий и технологических особенностей перевозки грузов и пассажиров (пространство, погода, климат), государство должно выделять видам транспорта сектор транспортного рынка на монопольное обслуживание.

Государство оставляет за собой право:

- 1) контроля качества обслуживания
- 2) правильности применения и уравнения тарифов
- 3) контроля безопасности движения транспортных средств
- 4) соблюдением норм и правил проектирования и строительства транспортных средств и сооружений
- 5) выполнением стандартов экономических воздействий транспорта
- 6) учет национальных интересов.

Государственное регулирование должно иметь следующие сферы:

- 1) организация рынка транспортных услуг с определением параметров спроса и предложения транспортной продукции и услуг, юридического закрепления прав и обязанностей транспортных предприятий (получение лицензий), в выполнении правил справедливой конкуренции
- 2) регулирование тарифов не только важно для отрасли, а государства в целом, т.к. уровень тарифов влияет на качество жизни людей
- 3) налоговое регулирование (введение льгот на работы по восстановлению, замене и модернизации транспортных средств)
- 4) инвестиционное регулирование
- 5) рациональное дотирование убыточных, но социально значимых транспортных предприятий.