



**Областное государственное бюджетное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Рязанский автотранспортный техникум имени  
С.А. Живаго»**

**Учебное пособие**

по дисциплине

**« ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА НА  
АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ»**



Для студентов по специальности 23.02.01

Организация перевозок и управление на транспорте  
(автомобильный транспорт)

Квалификация выпускника: **техник**

Рязань 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

### Введение

#### ***ТЕМА 1: ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ЗАДАЧИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА***

1. Введение. Основные понятия о транспорте и транспортном процессе
2. Виды транспорта
3. Транспортная сеть и ее показатели
4. Охрана окружающей среды и потребление энергоресурсов
5. Роль и место автомобильного транспорта в транспортной системе
6. Метод выбора более выгодного вида транспорта или их сочетания по критерию приведенных затрат

#### ***ТЕМА 2: АВТОМОБИЛЬНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА***

1. Классификация автомобильного транспорта
2. Классификация и индексация подвижного состава автомобильного транспорта
3. Общая характеристика, удельные приведенные затраты, трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость перевозок.
4. Грузовместимость и ее оценки, коэффициенты использования габаритных размеров, компактности, использования массы, удельная грузоподъемность пола кузова.

#### ***ТЕМА 3: ОСНОВЫ ГРУЗОВЕДЕНИЯ***

1. Грузы и их классификация
2. Правила перевозок опасных, крупногабаритных и тяжеловесных грузов
3. Правила перевозок пищевых и скоропортящихся грузов
4. Упаковка и тара
5. Маркировка грузов
6. Средства пакетирования груза
7. Контейнеры
8. Структура перевозочного процесса
9. Объем перевозки грузов, грузооборот, грузопотоки
10. Эшоры и картограммы грузопотоков

#### ***ТЕМА 4: ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА***

1. Общие сведения по системе показателей, езда, оборот
2. Парк грузовых автомобилей, основные показатели и измерители работы
3. Использование грузоподъемности, пробег, коэффициент использования пробега, длина ездки
4. Простой под погрузкой-разгрузкой и скоростные характеристики грузового подвижного состава
5. Производительность грузового автомобиля, производительность парка
6. Производительность тягача со сменными прицепами

## **ТЕМА 5: СЕБЕСТОИМОСТЬ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

1. Себестоимость перевозок
2. Анализ себестоимости перевозок
3. Метод характеристических графиков
4. Интегральный метод анализа эффективности работы АТП
5. Пути повышения производительности автомобилей и снижения себестоимости перевозок
6. Решение задачи анализа эффективности работы подвижного состава интегральным методом

## **ТЕМА 6: ВЫБОР ПОДВИЖНОГО СОСТАВА. ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОПАРКА**

1. Принципы выбора подвижного состава. Учет климатических и дорожных условий
2. Принципы выбора подвижного состава оптимальной грузоподъемности для использования с заданными погрузочно-разгрузочными средствами
3. Выбор типа автомобиля-самосвала для перевозки навалочных и насыпных грузов
4. Выбор автомобилей-тягачей для перевозок тяжеловесных грузов
5. Выбор структуры парка автомобилей с учетом партионности перевозок
6. Методика выбора оптимального подвижного состава по равноценной длине ездки
7. Эффективность применения автопоездов
8. Эффективность применения специализированного подвижного состава
9. Выбор подвижного состава по экономическим показателям
10. Методика выбора и оптимального распределения грузового подвижного состава по заказам

## **ТЕМА 7: ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

1. Цикл перевозок и маршруты перевозок грузов
2. Общие сведения о задаче маршрутизации
3. Экономико-математические методы в планировании перевозок
4. Оптимальная организация перевозок маятниковыми маршрутами
5. Постановка задачи маршрутизации полнопартионных перевозок
6. Метод ГлавМосавтотранса (алгоритм метода)
7. Пример решения задачи маршрутизации полнопартионных перевозок методом ГлавМосавтотранса
8. Постановка задачи
9. Метод составления сборно-развозочных маршрутов по кратчайшей связующей сети
10. Маршрутизация мелкопартионных перевозок методом Кларка-Райта
11. Задача коммивояжера. Метод сумм при оптимизации кольцевых маршрутов
12. Классификация моделей транспортных систем доставки груза
13. Модель работы одного автомобиля на маршруте (микро- и особо малые системы)

14. Модель работы нескольких автомобилей на маятниковом маршруте с обратным негруженным пробегом (малая система). Постановка задачи
15. Модель работы нескольких автомобилей на маятниковом маршруте с обратным негруженным пробегом (продолжение)
16. Модель работы автомобилей на маятниковых маршрутах с груженым пробегом в обоих направлениях (малые системы)
17. Модель работы автомобилей на маятниковых маршрутах с груженым пробегом в обоих направлениях (продолжение)
18. Модель работы автомобилей на кольцевых маршрутах (малые системы)
19. Организация движения по часовым графикам и расписанию
20. Организация движения по часовым графикам и расписанию (продолжение)

***ТЕМА 8: ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ***

1. Классификация грузовых автомобильных перевозок
2. Правовые основы и планирование перевозок грузов
3. Формы организации перевозки грузов
4. Документация на перевозку грузов
5. Прием, выдача и переадресовка грузов
6. Пломбирование, погрузка и разгрузка грузов
7. Составление актов, предъявление и рассмотрение претензий. Расчеты за перевозки

***ТЕМА 9: ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ***

1. Контейнерные перевозки
2. Транспортирование грузов пакетами
3. Перевозка строительных грузов
4. Перевозка торговых грузов
5. Перевозка почтовых грузов
6. Перевозка грузов промышленных предприятий

***ТЕМА 10: ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ***

1. Понятие о транспортно-экспедиционном обслуживании
2. Транспортная экспедиция в условиях современного рынка

***ТЕМА 11: УПРАВЛЕНИЕ ГРУЗОВЫМИ АВТОМОБИЛЬНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ***

1. Эксплуатационные службы автопредприятий.
2. Централизованные и децентрализованные системы управления.
3. Оперативное планирование перевозок

Список литературы

## Введение

Транспорту принадлежит важная роль в процессе общественного производства, т.к. он является неотъемлемым элементом всякого процесса производства.

Как и во всех других отраслях материального производства на транспорте осуществляется производственный процесс. Особенность его в том, что продукция этого процесса (т.е. перемещение грузов или людей) является одновременно и производственным процессом. Ясно, что эту специфическую продукцию нельзя накапливать (в отличие от продукции других отраслей), т.к. она не существует самостоятельно, вне самого производственного процесса.

Транспорт в промышленно развитых странах потребляет 12-17% всех энергетических ресурсов (из них 60% автомобили). Энергоемкость грузовых перевозок составляет 1690% по отношению к энергоемкости перевозок по железной дороге. Автомобильный транспорт перевозит до 80% всех грузов страны.

В РФ транспорт представляет собой единую транспортную систему, в которую входят железнодорожный, автомобильный, водный (речной и морской), воздушный, трубопроводный и, частично, промышленный (при перевозках вне территории предприятий).

Транспорт представляет собою совокупность перевозочных средств, путей сообщения, средств управления и связи, а также различных технических устройств, механизмов и сооружений, обеспечивающие их работу.

## **ТЕМА 1: ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ЗАДАЧИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

1. Введение. Основные понятия о транспорте и транспортном процессе
2. Виды транспорта
3. Транспортная сеть и ее показатели
4. Охрана окружающей среды и потребление энергоресурсов
5. Роль и место автомобильного транспорта в транспортной системе
6. Метод выбора более выгодного вида транспорта или их сочетания по критерию приведенных затрат

1. Введение. Основные понятия о транспорте и транспортном процессе

Транспорту принадлежит важная роль в процессе общественного производства, т.к. он является неотъемлемым элементом всякого процесса производства.

Как и во всех других отраслях материального производства на транспорте осуществляется производственный процесс. Особенность его в том, что продукция этого процесса (т.е. перемещение грузов или людей) является одновременно и производственным процессом. Ясно, что эту специфическую продукцию нельзя накапливать (в отличие от продукции других отраслей), т.к. она не существует самостоятельно, вне самого производственного процесса.

Транспорт в промышленно развитых странах потребляет 12-17% всех энергетических ресурсов (из них 60% автомобили). Энергоемкость грузовых перевозок составляет 1690% по отношению к энергоемкости перевозок по железной дороге. Автомобильный транспорт перевозит до 80% всех грузов страны.

В РФ транспорт представляет собой единую транспортную систему, в которую входят железнодорожный, автомобильный, водный (речной и морской), воздушный, трубопроводный и, частично, промышленный (при перевозках вне территории предприятий).

Транспорт представляет собою совокупность перевозочных средств, путей сообщения, средств управления и связи, а также различных технических устройств, механизмов и сооружений, обеспечивающие их работу.

Перевозочные средства – подвижной состав, трубопроводы, контейнеры, поддоны, одноразовая или многооборотная тара.

Подвижной состав – автомобили, прицепы, полуприцепы, транспортные тракторы, локомотивы, вагоны, суда, самолеты, вертолеты, дирижабли.

Пути сообщения – автомобильные дороги, железнодорожные и водные пути, воздушные линии, монорельсовые и канатные дороги, трубопроводы.

Технические устройства и механизмы – погрузочно-разгрузочные машины и механизмы, конвейеры, бункеры, пакетформирующие машины.

Сооружения – гаражи, стоянки, автобазы, депо, станции технического обслуживания, доки, ремонтные мастерские и заводы, склады, погрузочно-разгрузочные пункты, терминалы, грузовые и пассажирские станции, вокзалы, аэропорты, пристани, компрессорные и насосные станции.

В зависимости от своего назначения транспорт может быть:

- внутрипроизводственный (внутризаводской, внутри совхозный), технологический транспорт, обеспечивающий перемещение предметов труда внутри предприятия (завода, шахты, карьера, колхоза и т.д.) и не входящий в состав транспорта как отрасли народного хозяйства;

- городской, перевозящий пассажиров и грузы в пределах черты города, населенного пункта;

- пригородный, перевозящий пассажиров и грузы в зоне с радиусом до 50 км от черты города;

- внутрирайонный, выполняющий перевозки между объектами внутри экономического района;

- межрайонный, выполняющий перевозки между соседними экономическими районами;

- междугородный, осуществляющий перевозки за пределы города (населенного пункта) на расстояние > 50 км;

- межреспубликанский, обеспечивающий перевозки по территории двух и более республик;

- международный, выполняющий перевозки за пределы или из-за пределов территории страны

Грузом называются машины, агрегаты, детали, сырье, продукты питания, строительные материалы и конструкции, топливо, химикаты, и т. п. с момента предъявления их к перевозкам и до момента доставки и сдачи потребителю.

Транспортный процесс перевозки груза составляют:

- подготовка груза к перевозке;
- подача подвижного состава;
- погрузка груза;
- оформление перевозочных документов;
- перемещение (собственно перевозка);
- выгрузка;
- сдача груза грузополучателю.

Транспортный процесс перевозки пассажиров составляет:

- подача пассажирского подвижного состава;
- обеспечение удобной посадки людей;
- перемещение пассажиров необходимым комфортом;
- организация выхода пассажиров.

Основными показателями работы любого вида транспорта являются *объем перевозок* и *выполненная транспортная работа*.

Объем перевозок – это количество перевезенных (или запланированных к перевозке) грузов и пассажиров.

Транспортная работа – это количество перевезенных (или запланированных к перевозке) грузов и пассажиров с учетом расстояния перевозок.

Большое значение в осуществлении перевозок имеют такие составляющие элементы транспортного процесса как:

- транспортно-экспедиционные операции, к которым относятся прием, упаковка, маркировка и выдача грузов представителю перевозчика, кратковременное их хранение на промежуточных складах, оформление различного рода платежей, передача груза с одного вида транспорта на другой, выдача груза грузополучателю и т. п.;

- погрузочно-разгрузочные операции, к которым относятся погрузка грузов на транспортные средства, их выгрузка, крепление, замер и оформление документов.

Перевозки грузов и пассажиров организуются одним несколькими видами транспорта.

Перевозки в прямом сообщении – это перевозки, осуществляемые одним видом транспорта (автомобильным, железнодорожным или водным).

Перевозки в прямом смешанном сообщении – это перевозки, осуществляемые двумя или несколькими видами транспорта по единому транспортному документу, составленному на весь путь следования.

Разновидностью прямых смешанных перевозок являются смешанные бесперегрузочные (комбинированные) перевозки грузов, в которых участвует несколько видов транспорта, и при которых сами грузы не перегружаются, а следуют от грузоотправителя к грузополучателю в контейнерах, контрейлерах или в укрупненной таре.

## 2. Виды транспорта

Железнодорожный транспорт занимает ведущее место в ЕТС РФ. На его долю приходится около 60% грузооборота и около 40% пассажирооборота. Несмотря на то, что протяженность железных дорог в СНГ составляет 11% протяженности всех железных дорог мира, доля мирового грузооборота превысила 50 и 25% всего мирового пассажирооборота. Около 9% основных производственных фондов народного хозяйства приходится на железнодорожный транспорт. На нем работают около 3,5 млн. чел., в том числе в сфере перевозок около 2 млн. чел.

Характерной особенностью развития советских железных дорог является сравнительно быстрое техническое перевооружение подвижного состава. В настоящее время 99,6% общего грузооборота железных дорог осуществляется с помощью электровозной и тепловозной тяги. Протяженность электрифицированных линий железных дорог составляет около 30% (более 46 тыс. км.). РФ по протяженности электрифицированных линий занимает первое место в мире. На этих линиях выполняются более 52% всего грузооборота железных дорог.

Новые электровозы позволили в значительной мере увеличить среднесуточную производительность подвижного состава. Уже работают

электровозы большой мощности: ВЛ10–5200 кВт и ВЛ80Т–6520 кВт. На очереди выпуск еще более мощных электровозов.

Для повышения пропускной способности перенапряженных грузопотоками линий и производительности труда на перевозочной работе созданы секционные электровозы, обеспечивающие вождение тяжеловесных поездов массой до 9 тыс. т.

Подвижной состав железнодорожного транспорта постепенно переводится на роликовые подшипники вместо подшипников скольжения. Ролики снижают потери тяговых усилий на трение в подшипниках, исключают перегрев букс.

В настоящее время вагонный парк железных дорог состоит в основном из четырехосных вагонов, средняя грузоподъемность которых составляет 62,4 т. Освоен производством восьмиосный парк вагонов повышенной грузоподъемности, среди которых универсальные цельнометаллические вагоны грузоподъемностью 125 т, цистерны – 120 т, специализированные полувагоны с глухим кузовом – 132 т, вагоны-самосвалы – до 180 т.

Уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте достиг 93%. Широкое развитие получили перевозки с применением контейнеров, в том числе крупнотоннажных массой брутто 10, 20 и 30 т. Строятся и вводятся в эксплуатацию все новые механизированные комплексы для перегрузочных операций с крупнотоннажными контейнерами.

Растут объемы укладки тяжелых рельсов Р-65 и Р-75, увеличивается протяженность пути с железобетонными шпалами и с бесстыковыми участками. Расширяется применение автоматики, телемеханики и современных средств связи. Полностью внедрены системы автоматического торможения и автосцепки. Успешно работает автоматическая система управления билетно-кассовыми операциями для пассажирских перевозок.

Речной транспорт выполняет значительный объем перевозок грузов и пассажиров, являясь важной отраслью народного хозяйства.

Ни одно государство мира не располагает такой большой сетью речных путей, как РФ. В стране насчитывается более 100 тыс. крупных рек, протяженность которых превышает 3 млн. км. Около 500 тыс. км рек пригодно для судоходства и сплава, из них эксплуатируемых основных водных путей 145 тыс. км (больше чем в США в 3,5 раза). Большая их часть (около 115 тыс. км.), находится на территории РФ.

Кроме рек, в стране имеются более 2 тыс. озер, построены искусственные водные каналы и в том числе такие, как Беломорско-Балтийский (222 км), Волго-Балтийский имени ни Ленина (360 км), канал имени Москвы (128 км), Волго-Донской (101 км).

Единая глубоководная система европейской части РФ имеет гарантированные глубины используемых водных путей 3,8 ...4,0 м и пропускает суда грузоподъемностью до 10 тыс. т. Она соединила пять морей: Белое, Балтийское Каспийское, Азовское и Черное. Водный путь от Одессы до Ленинграда сократился до 4678 км вместо 8749 км морского пути вокруг Европы.

Большое значение речной транспорт имеет в северных; и восточных широтах на реках Оби, Енисее, Лене, Ангаре, Амуре и др. Из-за отсутствия во многих районах автомобильных и железных дорог преимущества речного транспорта в сезон открытого судоходства бесспорны. Удельный вес грузооборота речного транспорта в района: европейского Севера составляет примерно 40%, в Красноярском крае – 30%, в Якутии около 60%, Тюменской и Томской областях – 50% от общего грузооборота всех видов транспорта.

К достоинствам речного транспорта следует отнести: высокую пропускную способность глубоководных путей, возможность перевозить тяжеловесные крупногабаритные неделимые грузы, относительно небольшие удельные затраты энергетических ресурсов на транспортную работу, сравнительно невысокие себестоимость перевозок и капитальные вложения, меньшую металлоемкость. К недостаткам его относятся: большие сроки доставки грузов, сезонность перевозок в климатических зонах, где реки замерзают или мелеют.

Морской транспорт занимает важное место в ЕТС РФ, выполняя перевозки грузов и пассажиров между портами страны (каботажные плавания), а также большие объемы международных перевозок

РФ – великая морская держава. Длина береговой линии страны, включая острова, превышает 110 тыс. км, а протяженность морской границы около 47 тыс. км. В нашей стране создана контрольная служба, именуемая Регистром РФ. Регистр РФ – орган, осуществляющий технический надзор за советскими морскими судами (в процессе постройки, ремонта и эксплуатации) и проводящий их классификацию.

Морской транспорт располагает современным, технически совершенным флотом, оснащенным судами, предназначенными как для перевозки генеральных грузов (готовые промышленные изделия, некоторые полуфабрикаты, штучные грузы в таре), так и массовых грузов (навалочных, насыпных, наливных). Генеральные грузы, как правило, наиболее ценные, погрузка и выгрузка их обычно требуют больших затрат времени и рабочей силы.

В общем объеме сухогрузных перевозок на долю навалочных грузов (руда, глинозем, уголь, зерно, удобрения и др.) приходится примерно 50%. Для их перевозки созданы однопалубные с большим раскрытием палубы суда, которые получили названия балкеры.

Суда для перевозки наливных грузов (нефть, нефтепродукты, аммиачная вода, жидкие пищевые продукты, химические вещества, сжиженные газы) называются танкерами.

В последние годы получили большое развитие специализированные суда, предназначенные для перевозки определенного рода груза (рудовозы, углевозы, лесовозы, цементовозы, зерновозы, контейнеровозы, газовозы, лихтеровозы, суда рефрижераторы, суда паромы и др.). Специализированные суда обеспечивают лучшую сохранность количества и качества перевозимого груза, сокращают время погрузки и выгрузки и трудоемкость технического обслуживания. Намечилось направление перехода от узкоспециализированных судов к судам совмещенной специализации, позволяющим в ряде случаев

загружать их в обратные рейсы другими видами грузов (лесозерновозы, хлопколесовозы, углерудовозы и др.).

Как и на других видах, на морском транспорте растет грузоподъемность одной средней единицы подвижного состава. Флот пополняется крупнотоннажными судами.

Морской транспорт незаменим для большинства международных перевозок грузов на большие расстояния. На его долю приходится свыше 45% всех перевозок экспортных и импортных грузов.

Автомобильный транспорт является одной из важнейших отраслей народного хозяйства и подТЕМАется на транспорт общего пользования и ведомственный.

Бесспорная сфера применения автомобильного транспорта – перевозки грузов и пассажиров на небольшие расстояния. Однако для некоторых условий экономически целесообразно осуществлять автомобильные перевозки определенных видов грузов и на большие расстояния, иногда на тысячу километров и более (перевозки ранних овощей, фруктов, высоко стоимостных небольших по размеру партий грузов, в районах, не имеющих железных дорог или водных путей сообщения, во вновь осваиваемых районах Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии). Предприятия и организации автомобильного транспорта общего пользования, помимо перевозок осуществляют транспортно-экспедиционное обслуживание предприятий, организаций, учреждений и населения.

В РФ автомобильный транспорт стал быстро развиваться в годы первой пятилетки, когда были заложены основы массового выпуска отечественных грузовых, легковых автомобилей и автобусов. Среди сложных проблем развивающегося автомобильного транспорта в настоящее время следует выделить проблему снижения трудоемкости перевозок. На автомобильном транспорте работают примерно 2/3 рабочих и служащих, занятых на всех видах транспорта. Учитывая же, что у автомобильного транспорта высокие темпы роста объемов перевозок и грузооборота по сравнению с железнодорожным и речным, одна из важнейших задач состоит в непрерывном и значительном росте производительности труда.

Автомобильный транспорт имеет сравнительно небольшой грузооборот, так как перевозки осуществляются в среднем на небольшие расстояния (около 17 км). Что же касается количества перевозимых грузов, то на долю автомобильного транспорта приходится 4/5 объема перевозок, выполняемых всеми видами транспорта. Погрузка и выгрузка автомобилей производится в многочисленных пунктах предприятий и на объектах народного хозяйства.

Большую социальную значимость имеет и работа по обеспечению на автомобильном транспорте эффективных мероприятий по дальнейшему повышению безопасности дорожного движения и снижению загрязнения окружающей среды.

Воздушный транспорт – наиболее скоростной. Основная сфера его применения — перевозки пассажиров, срочных грузов, почты на большие расстояния. Самолеты и вертолеты интенсивно используются и на сравнительно небольших расстояниях в районах, недоступных для

автомобильного транспорта. Большое значение воздушный транспорт имеет при необходимости срочной доставки пассажиров и грузов. «Аэрофлот» эксплуатирует известные советские самолеты Ил-62, Ту-154, Ту-134, Як-40, Ан-24 и др. На оснащение воздушного транспорта поступили новые самолеты: аэробус Ил-86 на 350 пассажиров (дальность полета до 4 тыс. км, крейсерская скорость 900 ...950 км/ч); для перевозки грузов Ил-76Т грузоподъемностью 40 т (дальность полета до 5 тыс. км, крейсерская скорость 850 км/ч); Як-42 на 120 пассажиров для линий протяженностью до 1850 км (скорость 820 км/ч), а также новый вертолет-кран Ми-10К грузоподъемностью 12 т.

Наряду с самолетами большой вместимости и грузоподъемности созданы 15-местные самолеты Ан-28 и Ан-32 и грузовой самолет Ан-72 грузоподъемностью 5 т, которые могут садиться не только на бетонные, но и грунтовые полосы аэродромов длиной 400 ...600 м и взлетать с них.

Пассажирские перевозки на воздушном транспорте преобладают над грузовыми. При переездах на большие расстояния пассажиры ради значительной экономии времени предпочитают пользоваться воздушным транспортом. Так, в пассажирообороте между Москвой и городами: Иркутск, Тбилиси, Ереван и Алма-Ата пользуются самолетами около 80% всех пассажиров, а в сообщении между городами Ашхабад, Душанбе, Хабаровск и Владивосток – до 90%.

Большое значение воздушный транспорт приобрел в перевозках скоропортящихся грузов. Ежегодно в районы Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока доставляется до 40 тыс. т ранних овощей и фруктов.

РФ осуществляет пассажирские перевозки воздушным флотом более чем в 80 государств.

Трубопроводный транспорт – сравнительно новый и быстро развивающийся вид транспорта, предназначенный для транспортирования нефти и нефтепродуктов, природного газа и других грузов.

В ЕТС рассматривается только та ее часть, которая отнесена к магистральному трубопроводному транспорту, доставляющему по трубам нефть, нефтепродукты, газ, уголь щепу и другие грузы из районов добычи (производства) на перерабатывающие предприятия или первоначальные базы (пункты налива), расположенные у железнодорожных станций, речных и морских портов, а также на промежуточные головные перекачивающие станции.

Средний диаметр труб строящихся в РФ газопроводов составил: в 1960 г. – 675 мм, 1965 – 706 мм, 1970 – 812 мм, 1975 – 1025 мм, и в 1980 г. – 1198 мм.

Тенденция к увеличению диаметра труб – положительное направление в развитии трубопроводного транспорта, так как с увеличением диаметра трубы резко повышается ее пропускная способность. Пропускная способность нефтепровода в год, например, соответствует следующим показателям: для диаметра трубы 520 мм – 8 млн. т, 720 мм – 15 млн. т, 1020 мм – 45 млн. т, 1420 – 75 млн. т, 2000 мм – 100 млн. т.

Трубопроводный транспорт обладает рядом преимуществ, которые обеспечили ему большие темпы развития в последний период времени. Для

передачи больших количеств газа на большие расстояния – газопровод, бесспорно, самый эффективный вид транспорта.

Промышленный транспорт обеспечивает перевозками промышленные объекты, которые имеют большое и сложное транспортное хозяйство. В его состав входят различные виды транспортных средств и путей сообщений (железнодорожные, автомобильные, трубопроводные, конвейерные, канатные, пневматические и др.).

Промышленный транспорт чаще всего является важной составной частью внутрипроизводственного технологического процесса. На подъездных железнодорожных путях промышленных предприятий, строек и организаций начинают и заканчивают свой путь около 90% всех грузов железных дорог страны.

По назначению перевозки на промышленном транспорте подразделяются на внутрипроизводственные (склад–цех, цех–цех, цех–склад) и внешние (завоз сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий и оборудования, отправление готовой продукции к пунктам железной дороги, близлежащим предприятиям и др.).

Издержки промышленного транспорта большие и составляют 20–30% от себестоимости продукции. В промышленном транспорте работают более 5 млн. чел. Объем перевозок составляет более 20 млрд. т.

### 3. Транспортная сеть и показатели ее работы

На долю транспорта РФ приходится 20% основных производственных фондов страны, 14% общего числа работников, занятых в народном хозяйстве, около 12% всех капиталовложений и свыше 10% потребляемых в стране энергоресурсов.

О значении транспорта можно судить по издержкам на транспорт при производстве многих видов продукции. Они составляют 15% от себестоимости производства в среднем.

Совокупность путей сообщения всех видов транспорта образует транспортную сеть.

Транспортная сеть обычно делится на сеть магистральных линий и низовую сеть.

Сеть магистральных линий состоит из путей сообщения большой протяженности, позволяющих обеспечить ускоренную доставку больших объемов грузов и пассажиров на большие расстояния.

Низовая транспортная сеть позволяет организовать регулярные перевозки грузов и пассажиров при транспортном обслуживании предприятий, организаций и населения городов и населенных пунктов.

Плотностью транспортной сети называется протяженность путей сообщения, приходящихся на 1 тыс. кв. км. площади страны (республики, области, района). Этот показатель чаще используется по видам транспорта (плотность сети автомобильных дорог, плотность сети железнодорожных линий и т. д.).

Плотность транспортной сети РФ крайне неравномерна (очень мала в восточных и северо-восточных районах).

Основная часть транспортной сети – железные дороги, обеспечивающие прямую связь между экономическими районами и союзными республиками.

В меридиальном направлении межрайонные связи осуществляются также речными путями.

Сложившаяся сеть трубопроводов (нефти и газа) имеет преимущественно широтное направление.

Внутренние морские линии сосредоточены главным образом в Черноморском, Каспийском и Дальневосточном бассейнах.

#### 4. Охрана окружающей среды и потребление энергоресурсов

Охране окружающей среды посвящена специальная статья Конституции РФ. В ней говорится: «В интересах настоящего и будущего поколений в РФ принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли и ее недр, водных ресурсов, растительного и животного мира, для сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды».

Многие виды транспорта оказывают вредное влияние на окружающую среду. Так, например, все транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания поглощают из атмосферы кислород, увеличивают в нем содержание углекислого газа. Кроме того, отработавшие и картерные газы, как правило, имеют токсичные вещества: окись углерода, окислы азота, углеводороды, альдегиды, соединения свинца (этилированный бензин), сажу и др. При большой насыщенности транспортными средствами, особенно в городах с малым воздушным обменом, возникают недопустимо большие концентрации токсичных веществ, которые оказывают вредное влияние не только на здоровье человека и все живые организмы, но и увеличивают разрушающее воздействие на строительные материалы, металлы, ткани, краски и т. п. Автомобили при движении выбрасывают в атмосферу большое количество резиновой пыли, в которой также имеются токсичные вещества.

В РФ существуют нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе населенных мест и осуществляется контроль над их содержанием. Борьба с загрязнением воздушного бассейна городов приобретает большое значение. Она идет по пути ужесточения требований к совершенству конструкции двигателей и их техническому состоянию в процессе эксплуатации, организации движения на территории города с проведением градостроительных мероприятий.

Нефтепродукты и продукты сгорания от автомобильного подвижного состава загрязняют землю и водоемы при мойке автомобилей, небрежном обращении со свежими и отработанными маслами и различными жидкостями. Все это в сочетании с нефтепродуктами, попадающими в воду при эксплуатации водных транспортных средств, оказывает губительное влияние на состояние планктона, рыб, птиц.

Автомобили, самолеты и железнодорожный подвижной состав создают шумовые и вибрационные «загрязнения» среды, которые могут оказывать отрицательное воздействие на здоровье людей. На улицах с интенсивным автомобильным движением, в зонах взлета и посадки самолетов, вблизи железнодорожных путей уровень шума иногда превышает допустимый существующими санитарными нормами.

Автомобили, трамваи, троллейбусы являются часто причиной возникновения радио- и телевизионных помех.

При строительстве автомобильных и железных дорог, прокладке трубопроводов часто уничтожается плодородный верхний слой почвы. Законодательством РФ предусмотрена обязательная рекультивация земель по окончании строительных работ.

Уменьшение отрицательного влияния транспорта на окружающую среду — это сложная социально-экономическая и техническая задача, решение которой осуществляется большим комплексом природоохранных мероприятий.

Транспорт в промышленно развитых странах потребляет 12–17% всех энергетических ресурсов. На автомобильный транспорт приходится 50–60% этого количества. Энергетическая база транспорта складывается из энергетических установок всех видов и в настоящее время распределяется примерно так: автомобильный транспорт 82%, железнодорожный 10%, воздушный 4%, энергетические установки судов 2% и насосные станции трубопроводов 2%. Энергетические затраты на перевозку грузов и пассажиров различными видами транспорта имеют большой диапазон (табл. 1.). Наиболее энергоемки перевозки пассажиров и грузов воздушным и автомобильным видами транспорта.

Данные расхода энергии приведены при условии полного использования грузо- и пассажироместимости и пробега. Если учесть фактическую степень использования транспортных средств (эффективность организации транспортного процесса), то *энергоемкости* грузовых перевозок по отношению к железнодорожному транспорту составят:

- нефтепроводного 65%,
- морского 117%,
- речного 133%,
- газопроводного 700%,
- автомобильного 1690%.

За последние 15 лет произошло значительное снижение удельных энергозатрат на всех видах транспорта. Это было достигнуто как внедрением новых, более экономичных силовых установок (замена паровых машин на дизели и электродвигатели) и увеличением грузоподъемности единицы подвижного состава, так и повышением уровня его технической эксплуатации и эффективности использования (увеличение коэффициентов использования пробега и грузоподъемности, уменьшение простоев).

Энергоемкость перевозок разными видами транспорта  
Таблица 1

Вид транспорта и тип подвижного состава	Энергоемкость в (МДж) на 100	
	П асс-км	ТКМ
Воздушный		
Вертолет (Ми-4)	4	
Самолет малый (Як-40)	07,0	
средний (Ту-134)		
большой (Ил-62)	550,0	
Железнодорожный		
Поезд с электротягой	234,0	2.8
» с тепловозной тягой		8,8
Поезд с электротягой	270,0	
Водный		38.
Речной сухогруз (5,0 тыс. т)	5,5	1
Морской » (13,5 тыс. т)	20,2	0
» танкер (150 тыс. т)		5.4
Трубопроводный		230
Нефтепровод 700 мм		-060
Газопровод 1420 мм		
Автомобильный		
Легковой автомобиль		
Автобус малый		
бензиновый	6	
» средний »	0—80	
» большой		300
дизельный	40-50	—400
Грузовой автомобиль		140
средний бензиновый	20—	—160
большой дизельный	25	100
Автопоезд дизельный		—110
	12-15	

## 5. Роль и место автомобильного транспорта в транспортной системе

Транспорт – в Российской Федерации образует Единую транспортную систему (ЕТС).

ЕТС - совокупность путей сообщения, перевозочных средств, технических устройств и механизмов, средств управления и связи.

ЕТС состоит из железнодорожного, автомобильного, морского, воздушного, трубопроводного, городского, промышленного и электронного (линий электропередач) транспорта.

Если весь грузооборот всех видов транспорта принять за 100 %, то грузооборот на соответствующем виде транспорта составит:

- железнодорожный – 45,3 %
- газопроводный – 18,5 %
- трубопроводный – 15,8 %
- морской – 9,6 %
- автомобильный – 6,3 %
- речной – 2,6 %
- воздушный – 1,9 %

Если весь пассажирооборот принять за 100 %, то соответственно получим:

- автомобильный – 44,7 %
- железнодорожный – 32,2 %
- воздушный – 19,4 %
- речной – 0,5 %
- морской – 0,2 %

В таблице 1 приведены средние значения расстояния перевозок и срока доставок для различных видов транспорта

Таблица 1

Вид транспорта	Среднее расст. перев., км	Срок доставки, сут.
Железнодорожный	800	4
Автомобильный	17	<1 часа
Морской	3600	9
Нефтепроводный	1840	7
Воздушный	1300	1
Речной	450	7

Если среднюю себестоимость перевозок на транспорте (затраты на выполнение 1 ткм) принять за 100 %, тогда:

- воздушный – 5000 %
- автомобильный – 1600 %
- речной – 85 %
- железнодорожный – 80 %
- морской – 65 %
- трубопроводный – 30 %

Формы взаимодействия видов транспорта:

- организационная;
- технологическая;
- техническая;

- экономическая;
- правовая;

6. Метод выбора более выгодного вида транспорта или их сочетания по критерию приведенных затрат

Пусть перевозки можно осуществить несколькими видами магистрального транспорта (рис. 1)



Рис. 1. Схема перевозок

Выбор оптимального вида транспорта производится по критерию приведенных затрат для каждого варианта проекта перевозок

$$C = c_{nv} + c_{np} + c_{nom} + c_m + E(k_m + c_{об}), \quad (1)$$

где  $c_{nv}$  – затраты на подвоз/вывоз грузов автомобилями к транспортному узлу или с узла;

$c_{np}$  – затраты на перегрузочные операции в транспортном узле;

$c_{nom}$  – стоимость потерь грузов при перевозке и перегрузках;

$c_m$  – затраты на транспортировку транспортом, принятым в качестве магистрального транспорта;

$E$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений  $E=0,15$ ;

$k_m$  – капитальные затраты на приобретение нового подвижного состава, на строительство и реконструкцию путей сообщения

$c_{об}$  – общая стоимость грузов, постоянно находящихся в процессе перевозки

В формуле (1) имеем:

$$c_{nv} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^4 Q_{ijk} l_{ij} H_k, \quad \text{руб.} \quad (2)$$

где  $l_{ij} = l_i + l_j$  – расстояние подвоза-вывоза из  $i$ -го пункта в  $j$ -й;

$Q_{ijk}$  – объем груза  $k$ -й стоимостной категории, перевозимый из  $i$ -го пункта в  $j$ -й;

$H_k$  – норматив затрат на подвоз-вывоз груза  $k$ -й стоимостной категории, (руб./ткм).

Затраты на погрузочно-разгрузочные (перегрузочные) работы

$$C_{np} = \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^4 Q_{ijk} H_k^a + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^4 Q_{ijk} H_k^b \right), \text{ руб.} \quad (3)$$

где  $H_k^a, H_k^b$  – норматив затрат на выполнение перегрузочных операций в соответствующем транспортном узле; зависит от категории груза и способа механизации.

Затраты на перевозки магистральным видом транспорта

$$C_m = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^4 Q_{ijk} l_m c_p, \text{ руб.} \quad (4)$$

где  $l_m$  – расстояние транспортировки магистральным транспортом;

$c_p$  – тарифная ставка (себестоимость).

Стоимость потерь грузов при перевозке и перегрузках

$$C_{nom} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^4 Q_{ijk} \alpha_k C_k, \text{ руб.} \quad (5)$$

где  $\alpha_k$  – норматив потерь грузов при перегрузках  $\alpha \approx 0,5...1\%$ ;

$C_k$  – средняя расчетная цена груза соответствующей категории, руб.

Категория, К	Груз
1	Грунт, песок, щебень, гравий, камень
2	Уголь, руда, лес, цемент
3	Металлы и металлоизделия, доски, зерно
4	Приборы и т. п.

Транспортная работа магистрального транспорта

$$P_m = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^4 Q_{ijk} l_m, \text{ ткм} \quad (6)$$

Для нахождения капитальных затрат сначала найдем потребное количество транспортных средств

$$N_T = 1.2 \frac{P_m}{365 P_c} \quad (7)$$

где  $P_c$  – расчетная среднесуточная производительность единицы подвижного состава

Вид подвижного состава	$P_c$ , ткм
Вагон г/п 60 – 63 т	10000 – 12000
Речное самоходное судно г/п 1500 т	250000 – 300000
Баржа г/п 1000 т	50000 – 60000
Автомобиль на 1 с/спис. т г/п.	300 – 400

Потребное кол-во локомотивов (буксиров)

$$N = 1.2 \frac{P_m}{365 P'_c} \quad (8)$$

Вид транспортного средства	$P'_c$ , ткм
Локомотив	500000 – 600000
Буксир 800 л.с.	150000 – 180000

Стоимость транспортных средств

железнодорожных:

$$c_T^{жс} = N_T \Pi_o^{ваг} + N_l \Pi_o^{лок} \quad (9)$$

речных:

$$c_T^p = N_T^{сам} \Pi_o^{сам} + N_T^{барж} \Pi_o^{барж} + N_{букс} \Pi_o^{букс} \quad (10)$$

автомобильных:

$$c_T^a = N_T^a \Pi_o^a \quad (11)$$

окончательно:

$$c_T = c_T^{жс} + c_T^p + c_T^a \quad (12)$$

Затраты на строительство, реконструкцию и ремонт путей составят:

$$c_p = L_p S_p,$$

$$c_c = L_c S_c, \quad (13)$$

где  $c_p, c_c$  – стоимость реконструкции или строительства пути;

$S_p, S_c$  – средняя стоимость реконструкции или строительства 1 км. пути;

$L_p, L_c$  – длина путей.

Окончательно капитальные затраты:

$$k_m = c_T + c_p + c_c. \quad (14)$$

Стоимость грузов в обращении

$$C_{обр} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^4 \frac{Q_{ijk} T_{ijk}^{дост}}{365 \cdot 24} C_k, \quad (\text{руб.}) \quad (15)$$

где  $T_{ijk}^{дост}$  – нормативное время доставки, час.

Нормативное время доставки грузов, час

Вид сообщения	Расстояние доставки грузов, км.								
	< 10	0–20	0–40	0–80	0–150	50–200	00–300	00–400	00–500
А – Ж	3					4	4	5	5
– А	0	2	4	6	8	0	5	0	5
А – Р	3					7	7	8	8
– А	5	0	8	6	3	0	5	0	5
А – А	2					8	1	1	1
– А			,5				0	2	4

После расчета приведенных затрат в качестве оптимального принимается проект перевозок, имеющий минимальные приведенные затраты.

## ТЕМА 2: АВТОМОБИЛЬНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

1. Классификация автомобильного транспорта
2. Классификация и индексация подвижного состава автомобильного транспорта
3. Общая характеристика, удельные приведенные затраты, трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость перевозок.
4. Грузовместимость и ее оценки, коэффициенты использования габаритных размеров, компактности, использования массы, удельная грузоподъемность пола кузова.

### 1. Классификация автомобильного транспорта

Автомобильный транспорт представляет собой совокупность путей сообщения, средств сообщения, технических устройств и сооружений. По принадлежности (подчиненности) автомобильный транспорт России делится на:

- а/т общего пользования (чуть более 30%)
- а/т ведомственного подчинения.

А/т общего пользования осуществляет перевозку грузов и пассажиров независимо от их ведомственной принадлежности. Эффективность использования подвижного состава в автомобильном транспорте общего

пользования значительно выше, однако, надежность выполнения заказов на перевозки составляет ~ 60-70% от почти 100% надежности ведомственного транспорта.

А/т ведомственного подчинения принадлежит различным предприятиям, организациям, кооперативам.

Пути сообщения – это автомобильные дороги различных категорий:

*1 категория* – дороги общегосударственного значения, основные дороги республиканского значения, подъезды от крупных городов к аэропортам, речным и морским портам с расчетной интенсивностью движения более 7000 автомобилей в сутки. Имеют усовершенствованные капитальные типы покрытий: цементно-бетонные, асфальтобетонные, мостовые из брусчатки и т.п.

*2 категория* – дороги такого же народнохозяйственного значения, что и 1 категории, с тем же покрытием, но с интенсивностью 3000...7000 автомобилей в сутки.

*3 категория* – дороги общегосударственного и республиканского значения (кроме 1 и 2 категории), основные дороги областного или районного значения с интенсивностью 1000...3000 авт./сутки и с усовершенствованным облегченным покрытием: асфальтобетонные, дегтебетонные, из битумоминеральных смесей.

*4 категория* – дороги областного или районного, местного значения с интенсивностью 200...1000 авт./сутки с покрытием как у 3 категории.

*5 категория* – дороги местного значения, постоянные внутренние дороги совхозов и колхозов с интенсивностью < 200 авт./сутки с низшим типом покрытия из грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами.

Технические устройства и сооружения – это различная подъемно-транспортная техника, гаражи, стоянки, перегрузочные пункты, грузовые станции и т.п.

## 2. Классификация и индексация подвижного состава автомобильного транспорта (средств сообщения)

По дорожным регламентам все автомобили России разделены на три группы:

- *группа А* – автомобили и автопоезда дорожного типа для дорог с усовершенствованным капитальным покрытием, допускающим осевые нагрузки до 10 тонн от одиночной оси или 18 тонн от двух спаренных осей и полную массу до 52 тонн (т.е. для дорог 1, 2 и частично 3 категорий);

- *группа В* – автомобили и автопоезда дорожного типа для всей сети дорог общего пользования, имеющие осевые нагрузки до 6 тонн от одиночной оси, 11 тонн от двух спаренных осей и полную массу до 34 тонн;

- *внедорожные* – это автомобили, не допускаемые к эксплуатации по дорогам общего пользования и имеющие нагрузку от одиночной оси > 10 тонн.

Грузовые автомобили, прицепы и полуприцепы различаются по грузоподъемности и конструктивным особенностям на подвижной состав

общего назначения и специализированный. Автомобили, прицепы и полуприцепы общего назначения имеют неопрокидывающийся кузов типа бортовой платформы, и используется для перевозки всех видов грузов, кроме жидких без тары. К специализированному грузовому подвижному составу относятся самосвалы, фуры, цистерны и т.п.

Рекомендован следующий предпочтительный ряд грузоподъемности, т.: 0.5; 1; 1.5; 3.0; 5.0; 8.0; 16.

В зависимости от грузоподъемности автомобили делятся на:

- особо малой до 0.5 т (например, фуры на базе автомобиля Москвич);

- малой 0.5 ... 2т (УАЗ-451Д, ГАЗ-51-03);
- средней 2 ... 8т (ГАЗ-53А, ЗИЛ-130, МАЗ-500);
- большой 8 ... 16т (МАЗ-500А, КАМАЗ-5320);
- особо большие > 16т (внедорожные, Белазы).

По назначению весь подвижной состав можно разделить на виды в соответствии со схемой на рис. 1.

Тягачи разделяются на седельные и буксирные.

К прицепному подвижному составу относятся прицепы, полуприцепы, прицепные оси (ропуски), прицепы специальных типов (прицепы тяжеловозы, санные и др.).



Рис.1. Классификация подвижного состава по назначению

Автобусы классифицируются по назначению и вместимости кузова, которая зависит от габаритной длины автобуса.

По назначению: городские, междугородные, туристические, экскурсионные, школьные.

Вместимость автобусов представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Виды	Габари	Номинальная вместимость автобусов, число мест
------	--------	---

автobус ов	тная длина, м	городских			Пригородных		
		сидячи х	стоячи х	всего	сидячи х	стоячи х	Всего
Особо малые	до 5	10	–	10	–	–	–
Малые	6...7,5	18...22	10...15	28...37	20...25	5	25...30
Средние	8...9,5	20...25	30...35	50...60	25...35	10	35...45
Большие	10,5...1 2	25...35	55...75	80...11 0	35...40	15	50...55
Особо большие	16, 5 и больше	35...45	85...10 0	120...1 45	–	–	–

Легковые автомобили классифицируются по назначению и рабочему объему цилиндров двигателя.

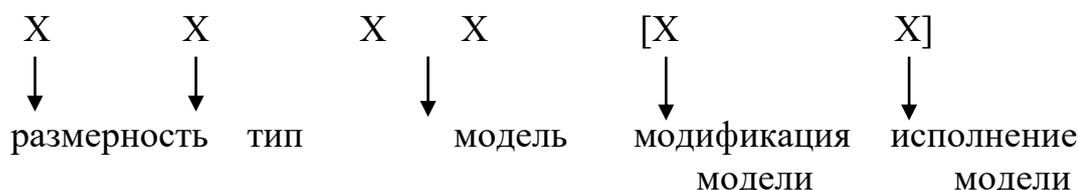
По назначению: личного пользования, служебные, автомобили-такси, прокатные.

По рабочему объему цилиндров двигателя:

- 1 класс (особо малый) < 1,2л
- 2 класс (малый) 1,271...1,8л
- 3 класс (средний) 1,8...3,5л
- 4 класс (большой) > 3,5л
- 5 класс (высший) не регламентируется

С 1986 г. в России действует специальная система обозначения (индексация) подвижного состава.

Каждая модель автомобиля обозначается сначала аббревиатурой завода изготовителя (например, КамАЗ, ЗИЛ, ГАЗ и т.п.), а затем записывается индекс, состоящий из четырех обязательных цифр и двух дополнительных необязательных (ниже отмечены квадратными скобками).



Первая цифра индекса может принимать значения – (1...7), вторая цифра индекса – (1...9), остальные цифры назначает завод-изготовитель.

#### Тип

- 1 - легковые автомобили;
- 2 - автобусы;
- 3 - бортовые грузовые платформы;
- 4 - седельные тягачи;
- 5 - самосвалы;
- 6 - цистерны;

- 7 - фургоны;
- 8 - прицепы;
- 9 - специальные, например, полуприцепы, роспуски.

Таким образом, если вторая цифра индекса некоторого транспортного средства есть, например, 4, – это автомобиль – седельный тягач.

Первая цифра индекса – размерность зависит у грузовых автомобилей от полной массы транспортного средства, у легковых автомобилей – от рабочего объема цилиндров двигателя, у автобусов – от габаритной длины.

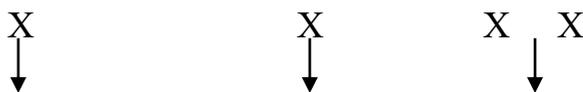
Значения первой цифры индекса, определяющей размерность транспортного средства, приведены в таблице 2.

### Размерность

Таблица 2

Показатель, характеризующий размерность транспортного средства	Первая цифра индекса						
	1	2	3	4	5	6	7
Полная масса грузового автомобиля, т.	<1.2	1.2-2.0	2.0-8.0	8.0-14.0	14.0-20.0	20.0-40.0	>40.0
Рабочий объем двигателя легкового автомобиля, л	<1.2	1.2-1.8	1.8-3.5	>3.5	-	-	-
Габаритная длина автобуса, м	-	>5	6-7.5	8-9.7	10.5-12	>16.5	-

Прицепной состав имеет индекс, состоящий также 4-х цифр:



8 - прицеп                      тип                      модель с учетом полной  
 9 - полуприцеп              кузова                      массы прицепного средства  
 (роспуск)

Вторая цифра индекса, определяющая тип кузова прицепного устройства, задается в соответствии со значениями, приведенными выше для типа одиночного автомобиля.

Значения третьей и четвертой цифр индекса приведены в таблице 3.

### Индексация прицепного состава

Таблица 3

Группа	Цифры индекса (3-я и 4-я)	Прицеп и полуприцеп с полной массой, т	Роспуск с полной массой, т
1	01 – 24	< 4	< 6

2	25 – 49	4 – 10	6 – 10
3	50 – 69	10 – 16	10 – 16
4	70 – 84	16 – 24	16 – 24
5	85 – 99	> 24	> 24

Перед цифровым индексом, так же как и для одиночных автомобилей, ставятся буквенные обозначения завода-изготовителя.

3. Общая характеристика, удельные приведенные затраты, трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость перевозок.

Выбор наиболее рентабельного автомобиля для заданных условий эксплуатации осуществляется путем сопоставления эксплуатационных качеств автомобилей разных марок между собой.

Общими качествами, по которым оцениваются все автомобили, являются скоростные качества, надежность, легкость управления, безопасность, готовность к действию и т.д. Имеется также ряд специальных показателей, которые наиболее полно характеризуют эксплуатационные качества подвижного состава. К ним относятся следующие показатели:

1) удельные приведенные затраты (наиболее важный интегральный показатель), которые существенно зависят от грузоподъемности, долговечности, надежности, простоты и периодичности технического обслуживания и ремонта, экономичности по расходу топлива и др. Удельные приведенные затраты представляют собой обратную величину отношения полезного суммарного эффекта от эксплуатации к суммарным затратам, т.е.

$$S_{\Pi} = \frac{C_{\text{Э}} + E[K - 0,1 \cdot (C_A + C_{\Pi})]}{W_{\text{РГ}}}$$

где  $C_{\text{Э}}$  – годовые текущие расходы на эксплуатацию транспортного средства, руб.;

$E$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K$  – капитальные вложения и другие единовременные затраты, в частности оборотные средства, необходимые для эксплуатации автомобилей, руб.;

$0,1 \cdot (C_A + C_{\Pi})$  – ликвидная стоимость автомобиля и прицепа, руб.;

$C_A, C_{\Pi}$  – цены нового автомобиля и нового прицепа, руб.;

$W_{\text{РГ}}$  – годовая производительность транспортного средства, ткм.

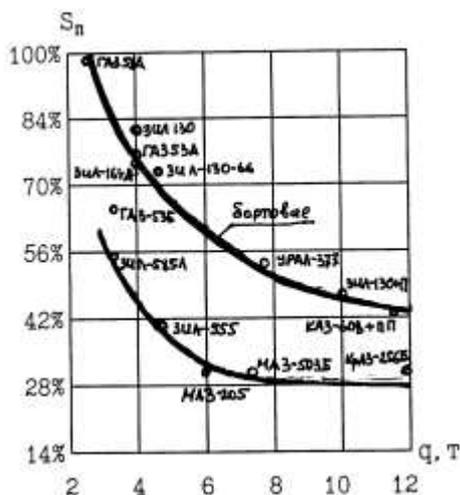


Рис. 1. Приведенные затраты для отечественных автомобилей

2) трудоемкость перевозок оценивается величиной затрат труда всех категорий трудящихся, приходящихся на единицу транспортной работы автомобиля (автопоезда), т.е.

$$T = \frac{T_B + T_{n-p} + T_{op} + T_{ay}}{W_{PG}},$$

где  $T_B$  – годовое число часов работы водителей;

$T_{n-p}$  – годовое число часов работы рабочих на погрузочно-разгрузочных операциях;

$T_{op}$  – годовое число часов работы на техническое обслуживание и ремонт;

$T_{ay}$  – годовое число часов работы административно-управленческого персонала.

3) энергоемкость перевозок оценивается количеством энергии, затрачиваемой на их выполнение:

$$\mathcal{E} = Q \cdot \rho \cdot \lambda / W_{PG},$$

где  $Q$  - годовой расход топлива, л;

$\rho$  – плотность топлива, кг/м<sup>3</sup> (при 20°C: 725 – для бензина, 820 – для диз. топлива);

$\lambda$  – теплотворная способность топлива, МДж/кг (44.4 – для бензина, 43.8 – для диз. топлива).

С этим показателем тесно связан "запас хода по топливу":

$$L_T = 100 \cdot V_B / Q_L$$

где  $V_B$  – емкость бака в л (за вычетом невыбираемого остатка);

$Q_L$  – расход топлива л/100 км.

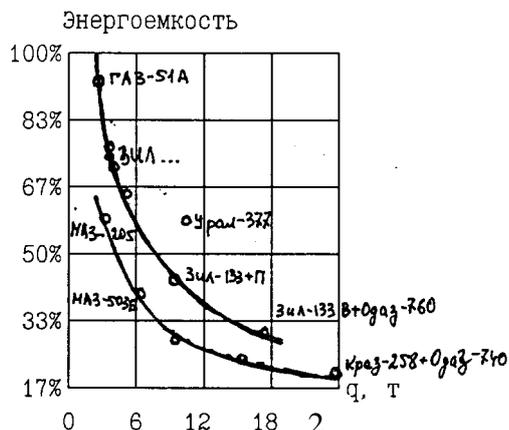


Рис. 2. Энергоёмкость перевозок автомобилями и автопоездами

4) материалоемкость перевозок оценивается количеством материалов, расходуемых при выполнении перевозок:

$$M = \frac{1000 \cdot (G_k + G_{\text{Э}})}{W_{\text{РГ}} T_a \eta}$$

где  $G_k$  – масса данного материала в конструкции автомобиля (автопоезда), кг;

$G_{\text{Э}}$  – масса материала, расходуемого в процессе эксплуатации за амортизационный срок службы автомобиля, кг;

$T_a$  – амортизационный срок службы автомобиля, лет;

$\eta$  – отношение массы деталей к массе заготовок.

Обычно материалоемкость оценивается по металлоемкости.

4. Грузовместимость и ее оценки, коэффициенты использования габаритных размеров, компактности, использования массы, удельная грузоподъемность пола кузова.

Выбор наиболее рентабельного автомобиля для заданных условий эксплуатации осуществляется путем сопоставления эксплуатационных качеств нескольких автомобилей разных марок между собой.

Общими качествами, по которым оцениваются все автомобили, являются скоростные качества, надежность, легкость управления, безопасность, готовность к действию и т.д. Имеются специальные показатели, которые наиболее полно характеризуют эксплуатационные качества подвижного состава. В первую очередь это удельные приведенные затраты, также используются трудоемкость, энергоёмкость и запас хода по топливу. Важное значение имеют следующие показатели:

1) грузовместимость автомобиля (прицепа) оценивается номинальной и объемной удельной грузоподъемностью, а также коэффициентом

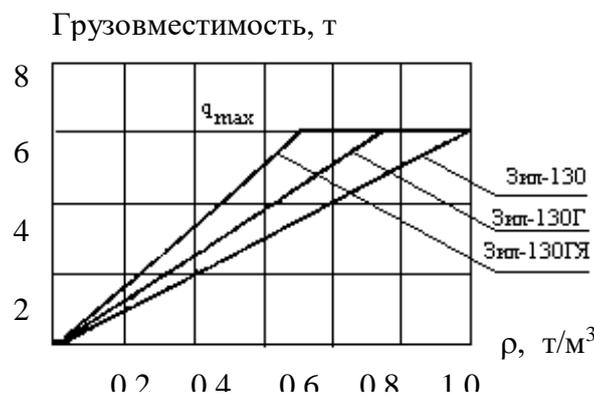
грузовместимости. Номинальная грузоподъемность  $q$  (т) – это максимально возможная по технической характеристике автомобиля масса перевозимого груза. Объемная удельная грузоподъемность – отношение номинальной грузоподъемности  $q$  к внутреннему объему кузова  $V_{\text{в}}$ :

$$q_{\text{уд}} = \frac{q}{V_{\text{в}}}$$

Если плотность груза меньше  $q_{\text{уд}}$ , то грузоподъемность автомобиля используется не полностью. Коэффициент грузовместимости  $\gamma_q$  характеризует степень использования грузоподъемности транспортного средства (ТС) при перевозке грузов с различной плотностью:

$$\gamma_q = V_{\text{в}} \cdot \eta_v \cdot \rho / q,$$

где  $\eta_v$  – отношение занятого объема кузова к его геометрическому



объему.

*Рис.3. Зависимость грузоподъемности от плотности перевозимого груза*

При  $\gamma_q \geq 1$  ТС может быть загружено до номинальной грузоподъемности.

2) коэффициент использования габаритных размеров  $\eta_{\Gamma}$  – отношение внутренней площади кузова к габаритной (у грузовых  $\eta_{\Gamma} = 0,4..0,6$ )

$$\eta_{\Gamma} = \frac{F_{\text{внут}}}{F_{\text{габ}}}$$

3) коэффициент компактности  $\eta_{\kappa}$  – отношение грузоподъемности автомобиля к габаритной площади для грузовых  $\eta_{\kappa} = 0.1...0.5 \text{ т/м}^2$ :

$$\eta_{\kappa} = \frac{q}{F_r}$$

4) коэффициент использования массы – отношение грузоподъемности  $q$  к собственной полной массе автомобиля  $G_a$  в снаряженном состоянии:

$$\eta_M = \frac{q}{G_a}$$

5) удельная грузоподъемность пола кузова – отношение грузоподъемности к площади пола кузова

$$q_F = \frac{q}{F_K}$$

### **ТЕМА 3: ОСНОВЫ ГРУЗОВЕДЕНИЯ**

1. Грузы и их классификация
2. Правила перевозок опасных, крупногабаритных и тяжеловесных грузов
3. Правила перевозок пищевых и скоропортящихся грузов
4. Упаковка и тара
5. Маркировка грузов
6. Средства пакетирования груза
7. Контейнеры
8. Структура перевозочного процесса
9. Объем перевозки грузов, грузооборот, грузопотоки
10. Эпюры и картограммы грузопотоков

#### **1. Грузы и их классификация**

Грузы – это все предметы и материалы с момента приема их к перевозке и до сдачи грузополучателю.

Грузы различаются по отраслевому признаку и по параметрам, характеризующим условия перевозок.

По отраслевому признаку они делятся на грузы промышленности, строительства, сельского хозяйства, торговли, коммунального хозяйства, почтовые и др. грузы.

По параметрам, характеризующим условия перевозок, грузы классифицируют по виду тары, массе, размерам, способу погрузки и разгрузки, величине отправок, по признакам специфических свойств, степени опасности условиям использования грузоподъемности автомобиля и условиям защиты от внешних воздействий.

По таре грузы делятся на тарные, в том числе и с супертарой (молоко в бутылках, в ящиках: бутылка – тара, ящик – супертара), и бестарные.

По массе одного грузового места грузы бывают:

- штучные: нормальной массы (до 250 кг), а для катных грузов (бочки, катушки, кабели - до 500 кг);

- повышенной массы (от 250 кг, а для катных от 500 кг до 30 тонн);

- тяжеловесные от 30 тонн и более (для перевозки требуются специальные разрешения ГИБДД и соответствующих организаций);

- мелкоштучные и насыпные.

По размерам грузы могут быть допускаемыми к перевозкам по дорогам общего пользования и крупногабаритными (хотя бы один из габаритных размеров которых превышает допустимые):

- по ширине – 2,5 м;

- по высоте на автомобиле – 4 м;

- по длине со свесом за пределы заднего борта кузова 2 м;

- общая допустимая длина автопоезда не должна превышать 20 м).

По способам погрузки и разгрузки грузы подразделяются на штучные, сыпучие, навалочные, наливные, порошкообразные, пылевидные, газообразные.

По величине отправок:

- на мелкопартионные (массой до 5 тонн);

- партионные (5...30 тонн);

- массовые (более 30 тонн).

Партия груза – это его количество, предъявляемое к единовременной перевозке в один адрес по одному транспортному сопроводительному документу.

По специфическим свойствам, которые надо особо учитывать при подготовке, хранении, погрузке, перевозке и разгрузке груза, делятся на скоропортящиеся, антисанитарные (мусор, нечистоты), живые (скот, птица, рыба, пчелы и т.д. ) и опасные.

Опасные грузы по ГОСТ 19433-88 делятся классы, подклассы, категории и 4 группы:

**1 группа** – мало опасные (стройматериалы, пищевые продукты, промышленные товары);

**2 группа** – опасные по своим размерам (крупногабаритные);

**3 группа** – пылящие или горячие (цемент, минеральные удобрения, горячий асфальт, горячий битум);

**4 группа** – собственно опасные.

Опасные делятся на 9 классов:

1) взрывчатые вещества;

2) газы сжатые, сжиженные и растворенные под давлением;

3) легковоспламеняющиеся жидкости ( $t_{всп} < 61 \text{ C}$  )

4) легковоспламеняющиеся твердые вещества и материалы, которые могут воспламеняться от внешних условий (трение, нагрев солнца и т.д.)

5) окисляющие вещества и перекиси, способные выделять кислород;

6) ядовитые и инфекционные вещества;

7) радиоактивные вещества;

8) едкие и коррозионные вещества;

9) вещества с относительно низкой опасностью при транспортировке, но требующие применения определенных правил перевозки и хранения.

Погрузка, перевозка и выгрузка различных грузов регламентируется "Правилами по охране труда на автомобильном транспорте"

В зависимости от объемной массы, т.е. от максимально возможного использования грузоподъемности подвижного состава, определяемого коэффициентом использования грузоподъемности, все грузы подразделяются на 4 класса, приведенных в справочнике "Единые тарифы на перевозку грузов автомобильным транспортом".

Каждый класс обеспечивает следующие коэффициенты использования грузоподъемности:

Класс	Коэффициент использования грузоподъемности, $\gamma$
1	1,0
2	0,71 ... 0,99
3	0,51 ... 0,70
4	0,41 ... 0,50

Если коэффициент использования грузоподъемности менее 0,41, то стоимость перевозок рассчитывается транспортной организацией и грузоотправителем (грузополучателем) в соответствии с указанием ТЕМАа 1 "Единых тарифов на перевозку грузов ..."

По условиям защиты от внешних воздействий – обычные и требующие особой защиты от атмосферных осадков, температурного воздействия, ударов и сотрясений.

Все грузы по сохранности от ударов и сотрясений делятся на 3 категории:

1-я – грузы, требующие особой сохранности при их перемещении (изделия из стекла, электронные приборы, опасные грузы и т.п.);

2-я – требующие соблюдения условий сохранности при их перемещении (оборудование, мебель, электротовары, посуда);

3-я – не требующие соблюдения условий сохранности (земля, песок, щебень и т.п.).

Для 1-ой категории средне квадратичные вертикальные ускорения  $< 2-3$  м/с<sup>2</sup>; для 2-ой –  $3-5$  м/с<sup>2</sup>; для 3-ей –  $5-7$  м/с<sup>2</sup>.

## 2. Правила перевозок опасных, крупногабаритных и тяжеловесных грузов

При транспортировке **опасных грузов** может возникнуть угроза пожара, взрыва, отравления токсичными веществами и т.д., поэтому необходимо выполнять ряд специфических требований.

Согласно ГОСТ 19433-88, на упаковке с опасным грузом, кроме маркировки, предусмотренной ГОСТ 14192-77, должны быть нанесены знаки опасности. Это квадрат, повернутый на угол со стороной не менее 100 мм и

Тема. Аенный на два равных треугольника. В верхнем треугольнике нарисован символ опасности, а в нижнем углу нижнего – номер класса. Между символом и номером – надпись, характеризующая опасность груза.

Установлено одиннадцать знаков опасности. На упаковке, имеющей форму параллелепипеда, знаки опасности наносят на три поверхности (боковую, торцовую и верхнюю); на бочках – на одном из днищ и на обечайке с противоположных сторон; на мешках – в верхней части у шва с двух сторон; а на кипах и тюках – на торцовую или боковую поверхности; на других видах тары (баллонах, корзинах и др.) – в наиболее удобном месте. При перевозке опасных грузов в контейнерах и пакетах знаки опасности наносят как на упаковку с опасным грузом, так и на контейнеры и пакеты. Если груз обладает более чем одним видом опасности, то на упаковку ставят несколько знаков, а номер класса наносят на знаке, который характеризует основной вид опасности. В сопроводительных документах должны быть правильные технические наименования грузов и подтверждение о нанесении на их упаковку знаков опасности.

С 1 января 1996 г. введены новые "Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом", обязательные для всех предприятий, организаций и учреждений, перевозящих, отправляющих и получающих их. Требования правил не распространяются на перевозки веществ подкласса 9.2.

Опасный груз разрешается перевозить только транспортным средством, на которое получено свидетельство ГАИ.

У автомобилей, предназначенных для перевозки взрывчатых веществ, легковоспламеняющихся жидкостей и газов выхлопная труба должна быть вынесена в правую сторону (перед радиатором). Если такое переоборудование невозможно, то ее устанавливают также справа вне зоны кузова (цистерны) и топливной коммуникации. При перевозке легковоспламеняющихся жидкостей и газов на выхлопной трубе кроме того, монтируется съемный искрогаситель. Для разовых перевозок грузов 1-го класса можно ограничиться съемным искрогасителем на выхлопной трубе. Для защиты топливного бака на его передней и задней стенках ставятся металлические щиты, а под днищем – металлическая сетка с ячейками 10x10 мм. Расстояние до щитов и сетки на менее 20 мм.

Электрическое оборудование автомобилей для перевозки опасных грузов 1-5-го классов должно удовлетворять следующим требованиям: номинальное напряжение до 24 V; электрические цепи имеют защиту от повышенных токов с помощью предохранителей и размыкаются с помощью выключателя, приводимого в действие из кабины водителя; электрические лампы, находящиеся внутри кузова, закрыты прочной сеткой или решеткой.

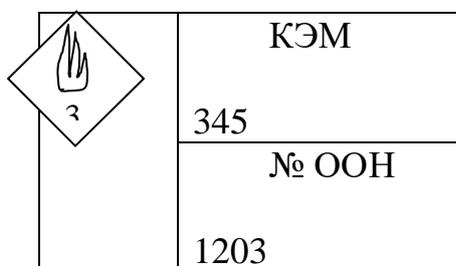
Транспортные средства также должны отвечать условиям безопасной перевозки конкретного груза.

К управлению допускаются водители соответствующей квалификации со стажем непрерывной работы по этой специальности не менее трех лет, прошедшие специальную подготовку и медицинскую комиссию и имеющие свидетельство о допуске к перевозке опасного груза.

Водитель обязан: в случае повреждения тары или упаковки с особо опасным грузом и возникновения опасности для других участников движения обозначить место вынужденной остановки двумя знаками "Въезд запрещен"; при дорожно-транспортном происшествии (ДТП) принять меры по первичной его ликвидации в соответствии с предписаниями аварийной карточки, обозначить место ДТП знаками "Въезд запрещен" (в случае перевозки особо опасных грузов) и по возможности не допускать посторонних лиц; по прибытии представителей органов внутренних дел и других должностных лиц – проинформировать об опасности, принятых мерах и предъявить документы на перевозимый груз.

Водителю запрещается: нарушать установленный маршрут движения; резко трогать с места и тормозить транспортное средство, двигаться с выключенным сцеплением, коробкой передач и двигателем; курить в кабине, разводить огонь ближе 100 м от автомобиля.

При выборе маршрута перевозок АТП обязан указать: сведения о грузе; допустимую скорость; возможность движения при ограниченной видимости и ночью; необходимость прикрытия; места стоянок и заправок. Маршрут не должен проходить через населенные пункты, вблизи промышленных объектов, зон отдыха, архитектурных памятников, культурно-просветительных, учебных, дошкольных и лечебных учреждений. Маршрут для особо опасных грузов согласовывается с ГАИ. При перевозке опасных грузов используется система информации об опасности (СИО). В нее входит: информационная таблица (знак) для обозначения транспортного средства; аварийная карточка мероприятия по ликвидации последствий ДТП; информационная карточка для расшифровки кодов экстренных мер.

	КЭМ
	345
	№ ООН
	1203

*Рис. 1 Информационная таблица для обозначения транспортного средства, перевозящего опасный груз 3-го класса*

На информационных таблицах (рис.1) указывается знак опасности код экстренных мер (КЭМ) и номер вещества по списку Организации Объединенных Наций (ООН). Они устанавливаются на транспортных средствах (спереди и сзади), перевозящих опасные грузы, а также на автоцистернах с любым опасным веществом.

КЭМ может состоять из цифр или букв, или из цифр и букв (сначала указываются цифры, а затем буквы). Цифрами обозначается код экстренных мер при пожаре и утечке, а также информация о степени опасности попадания вещества в сточные воды и водоемы:

- 1 - "Воду не применять! Применять сухие огнетушащие средства!";
- 2 - "Применять водяные струи";

- 3 - "Применять распыленную воду";
- 4 - "Применять пену или составы на основе хладонов";
- 5 - "Предотвращать попадание веществ в сточные воды и водоемы".

Буквами кодируются экстренные меры при защите людей:

Д - "Необходимы дыхательный аппарат и защитные перчатки";

П - "Необходимы дыхательный аппарат и перчатки только при пожаре";

К - "Необходим полный защитный комплект одежды и дыхательный аппарат";

Э - "Необходима эвакуация людей".

Аварийная карточка заполняется предприятием-изготовителем опасного груза и должна находиться у водителя, перевозящего груз (у водителя автомобиля прикрытия или у представителя грузоотправителя, грузополучателя).

Технические газы перевозят в сжатом и сжиженном виде в цистернах специальной конструкции, а также в баллонах. Эти грузы относятся к категории взрывоопасных и требуют выполнения специальных правил техники безопасности и перевозок.

Баллоны перевозят на автомобилях с универсальными кузовами по следующим схемам: укладка в кузова в три-четыре ряда вентилями в одну сторону (между рядами проложены двухсторонние обрезиненные прокладки с вырезами); в контейнерах по четыре или восемь баллонов, располагаемых вертикально и фиксируемых стальными кольцами-стяжками; в пакетах по 4-30 шт. В каждом (в баллонах снимаются башмаки - нижние навинчивающиеся опорные части) баллоны скрепляются металлическими стяжками. При перевозке по последним двум схемам применяются механизированная погрузка-разгрузка, в том числе механизмами, установленными на автомобиле.

При перевозке баллонов со сжиженным бутаном-пропаном населению применяются автомобили со специализированными кузовами, оборудованными горизонтальными гнездами. Погрузка-разгрузка выполняется вручную.

Баллоны во всех случаях должны иметь защитные колпаки, определенный цвет и четкую маркировку, в жаркое время их необходимо укрывать брезентом или другими материалами для защиты от солнечных лучей.

Воспламеняющиеся жидкости (сырая нефть, сырые масла, бензин, керосин, бензол, различные эфиры, смолы, спирты и другие с температурой воспламенения не выше 100°C) перевозят в цистернах, бочках и стандартной таре. Все герметизированные емкости устанавливаются пробками вверх и надежно закрепляются в кузове от самопроизвольного перемещения. Закрытые кузова имеют надежную систему вентиляции, на кузовах и цистернах оранжевой краской наносится надпись "Огнеопасно". Погрузка и разгрузка производится силами и средствами грузоотправителей и грузополучателей.

Массовые перевозки бензина, керосина, бензола и дизельного топлива осуществляется в специальных цистернах, устанавливаемых на автомобили, прицепы, полуприцепы. Налив и слив – самотеком и с помощью насосов.

Основным документом, регламентирующим условия международной перевозки опасных грузов, является Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ) с приложениями А и В, в которых определены опасные грузы, условия их допуска к перевозке и требования к транспортным средствам.

Тяжеловесные и крупногабаритные грузы массой до 300 т перевозят на серийно выпускаемых низкорамных прицепах-тяжеловесах. Прицеп (300 т) имеет 96 колес 240x508 мм, полуприцеп (120 т) - собственный силовой агрегат, переговорное устройство, кабину оператора и другое дополнительное оборудование. Коэффициент тары прицепов - 0,18-0,40, максимальная скорость движения - 8-60 км/ч. В настоящее время создан прицеп грузоподъемностью 600 т, имеющий 192 колеса.

Перевозка тяжеловесных и крупногабаритных грузов должна согласовываться с Госавтоинспекцией, дорожными и другими организациями. Грузоотправитель обязан предоставить при необходимости автомобиль прикрытия, бензозаправщик и другую технику.

### 3. Правила перевозок пищевых и скоропортящихся грузов

В кузовах-фургонах общего назначения перевозятся грузы не подверженные влиянию температуры.

В изотермических кузовах сохранение постоянной температуры в течение достаточно длительного времени достигается путем применения в их конструкции теплоизоляционных материалов. Такие кузова (термосы) не имеют источников холода или тепла, поэтому загружаемые в них грузы уже должны иметь требуемую температуру перевозки.

В кузовах-авторефрижераторах поддержание определенного температурного режима обеспечивается за счет источника охлаждения (подогрева) воздуха, размещаемого внутри кузова, либо вне его.

Выбор холодильной (обогревательной) установки авторефрижератора связан в основном с расчетом количества тепла, которое необходимо отвести из кузова или направить в него. Оно складывается из тепла, которое:

- 1) проникает в кузов через его стенки вследствие разницы температуры в кузове и наружного воздуха;
- 2) поступает в кузов с наружным воздухом через систему вентиляции и неплотности;
- 3) образуется в кузове под воздействием солнечной радиации;
- 4) выделяется грузом и его тарой (упаковкой).

Тепловой баланс может быть представлен следующим выражением:

$$Q = \delta n \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3), \quad (1)$$

где  $\delta n$  – коэффициент, учитывающий потери холода вследствие солнечной радиации, инфильтрации воздуха, открытия дверей и др. В практических расчетах можно принимать  $\delta n = 1.33$

$$Q_1 = 3,6 \cdot K \cdot S \cdot (T_n - T_e) \cdot T; \quad (2)$$

$$Q_2 = (m_1 C_1 + m_2 C_2) \cdot \Delta t; \quad (3)$$

$$Q_3 = m_1 \cdot A_{y\delta} \cdot T, \quad (4)$$

где  $T$  – продолжительность перевозки, ч;

$T_n, T_e$  – температура снаружи и внутри кузова;

$S$  – площадь поверхности кузова;

$m_1, m_2$  – соответственно масса продукта и тары, кг;

$\Delta t$  – разность между температурой продукта при погрузке и в конце перевозки;

$C_1, C_2$  – соответственно удельная теплоемкость перевозимого продукта и материала упаковки, кДж/(кг \* °С);

$A_{y\delta}$  – удельное количество тепла, отдаваемое продуктом при определенной температуре внутри кузова, кДж/(кг\*ч).

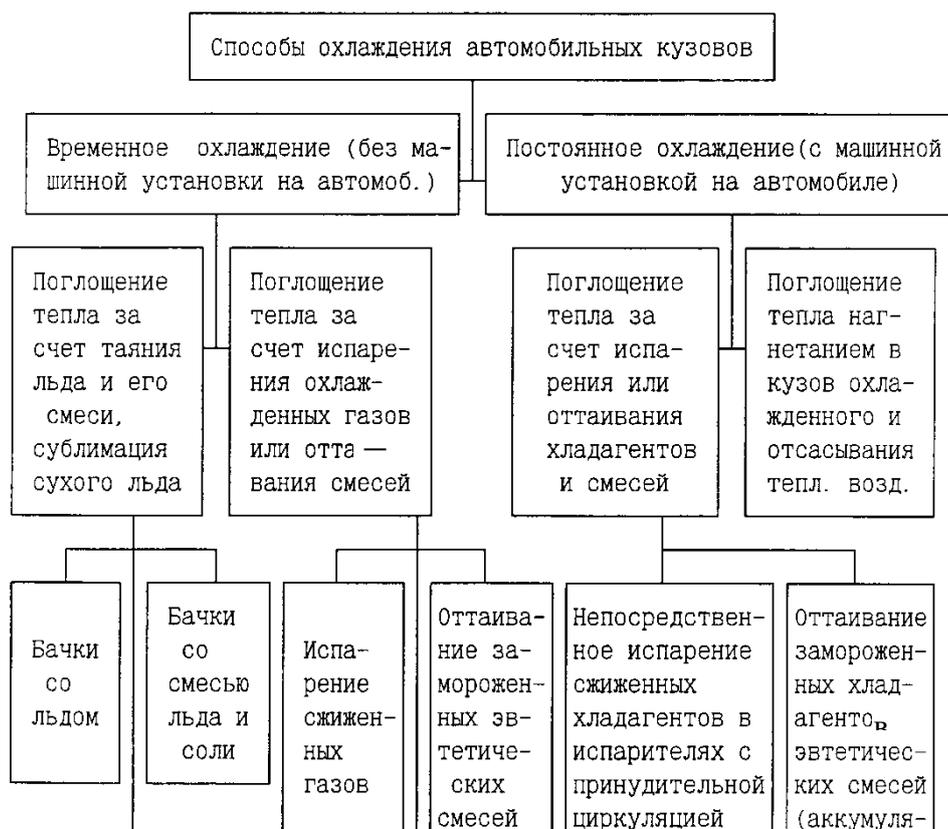
Если в результате расчета  $Q > 0$ , то для перевозки данного груза при данных температурных условиях следует применять фургоны, имеющие принудительное охлаждение. При  $Q < 0$  необходимо использовать фургоны с подогревом. При  $Q = 0$  можно использовать изотермические фургоны.

Производительность охлаждающей (+W) или обогревательной (-W) установки определяется как:

$$W = Q / T.$$

Классификация способов охлаждения кузовов-фурунов на рис. 2.

Рекомендуемые температурные режимы некоторых скоропортящихся продуктов при их перевозке в авторефрижераторах приведены в табл.3



*Рис. 2. Классификация способов охлаждения кузовов-фургонов*

Температурные режимы при перевозках некоторых скоропортящихся грузов в авторефрижераторах

Таблица 3

Наименование продукта	Температура продукта при погрузке, °С	Температура воздуха в кузове при перевозке, °С	
		от	до
Мороженные грузы (мясо, субпродукты, птица, рыба и т. д.)	Не выше -8	Не выше -12	-
Масло сливочное, слабосоленая сельдь в ящиках	-6	Не выше -6	-
Маринады, балыки копченые и вяленые, икра рыбная	0	0	-3
Колбасы копченые и полукопченые	0...+4	0	-3
Рыба горячего копчения замороженная	-10	Не выше -8	-
Сыры разные	+8	+8	-2
Абрикосы	+3	+3	0
Виноград	+8	+8	+1
Апельсины	+7...+10	+10	+4
Молоко свежее пастеризованное, молочные продукты в бутылках и тетропаках	+5	+5	0

4. Упаковка и тара

**Упаковка** – это средство или комплекс средств, обеспечивающих защиту груза от повреждений и потерь, а окружающую среду – от загрязнения.

**Тара** – это основной элемент упаковки, представляющий изделие для размещения продукции. Различают массу НЕТТО и массу БРУТТО. Плата за перевозку взимается за массу БРУТТО.

**Транспортная тара** – это тара, образующая самостоятельную транспортную единицу. Она бывает:

крупногабаритная  $> 1200 \times 1200 \times 1200$ ;

малогабаритная  $< 1200 \times 1200 \times 1200$ ;

индивидуальная (для единицы груза);

разовая (для однократного использования);

возвратная (используемая неоднократно);

многооборотная (многократное использование);

**Оборот тары** – обращение тары от одного заполнения до следующего заполнения.

**Период оборота** – календарное время одного оборота тары.

Тара по конструкции может быть: неразборная; разборная; складная; разборно-складная; закрытая (имеется крышка); открытая; штабелируемая; комбинированная; жесткая; мягкая; хрупкая; изотермическая; герметичная. Имеется размерный ряд тары, систематизированный на базе модуля размеров тары.

**Модуль размеров тары** – наименьшая общая кратная величина, применяемая для координации и унификации размеров тары.

Виды транспортной тары: ящик, бочка, барабан, фляга, канистра, баллон, мешок, лоток.

Виды потребительской тары (ГОСТ 17527-86): бутылка, банка, труба, пробирка, ампула, пакет, коробка, пачка.

Размеры транспортной и потребительской тары устанавливает ГОСТ 21140-75. ГОСТ 24831-81 предусматривает также тару-оборудование – изделие, предназначенное для укладывания, транспортирования, временного хранения и продажи из нее товаров.

По конструкции основания тара-оборудование бывает трех типов:

ТОС - тара-оборудование с основанием на опорах, выполненных в виде стоек;

ТОК - тоже, но опоры в виде колес;

ТОСК - комбинированные опоры в виде стоек и колес.

ТОСХ-1, ТОСХ-2 - для хлебобулочных изделий.

Кроме того, применяется транспортное оборудование: поддоны, кассеты, блок-кассеты, контейнеры.

## 5. Маркировка грузов

Маркировка грузов применяется при перевозках штучных грузов на дальние расстояния. Она производится в соответствии с ГОСТ 14192-77 и ГОСТ 19433-81 краской, наклейкой бумажных ярлыков, прикреплением бирок. Маркировка бывает товарная, грузовая, транспортная и специальная.

Товарная маркировка ставится предприятием-изготовителем и в ней указывается род груза и наименование предприятия.

В грузовой маркировке даются наименования пунктов отправления и получения, а также грузоотправитель и грузополучатель. Может быть указана также масса и объем груза.

В транспортной маркировке указывается число мест в партии груза и номер товарно-транспортного документа, по которому груз принят к перевозке.

В специальной маркировке даются особые указания по обращению с грузом при перевозке, хранении и погрузочно-разгрузочных работах. Грузовую и специальную маркировку наносит грузоотправитель.

На упаковку с опасным грузом наносятся специальные знаки опасности согласно требованиям ГОСТ 19433-88 "Грузы опасные. Классификация и маркировка".

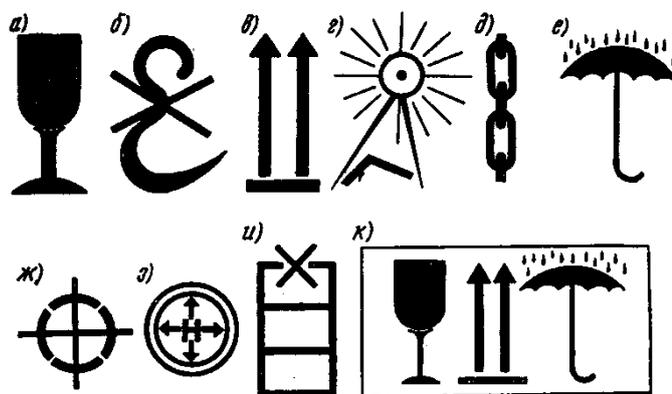


Рис. 1. Маркировка груза (предупредительные знаки):

а – осторожно хрупкое; б – крюками непосредственно не брать; в – верх, не кантовать; г – боится нагрева (тепла); д – место строповки; е – боится сырости; ж – центр тяжести; з – герметичическая тара; и – укладывать не более чем в один (два и т.д.) яруса; к – набор знаков

## 6. Средства пакетирования грузов

Средства пакетирования – это транспортное оборудование для формирования и скрепления грузов в укрепленную грузовую единицу. Они могут быть универсальными, специализированными, одноразовыми, многооборотными и др.

Средства пакетирования: поддон, пакетирующая кассета, пакетирующий строп, пакетирующая стяжка, пакетирующая обвязка, подкладной лист.

Поддоны бывают: универсальные, специализированные, плоские, стоечные, ящичные, гребенчатые, ящичные поддоны-резервуары, двухзаходные, четырехзаходные (для вилочных погрузчиков), двухнастильные.

Универсальные плоские (ГОСТ 9078 - 84), а так же ящичные и стоечные (ГОСТ 9570 - 84) поддоны имеют следующее условное обозначение:

первая цифра	для плоских поддонов – число настилов для ящичных и стоечных – число
--------------	---

	несъемных стенок (стоек)
буква	П – плоский поддон Я – ящичный С – стоечный
буква	О – с окнами для плоского поддона В – с выступами для плоского поддона О – с несъемной обвязкой для стоечного

Затем указываются - число заходов (для плоских поддонов):

- габаритные размеры в плане (для стоечных и ящичных);
- масса брутто (для плоских);
- основной материал (для плоских и стоечных);
- ГОСТ.

Для обозначения основного материала поддонов предусмотрены буквенные индексы: Д – дерево, С – сталь, Л – легкие сплавы, СН – синтетические материалы и их комбинации.

Стандартами предусмотрены плоские поддоны типов: П2 – однонастильный плоский двух заходный); П4; 2ПО4 – 2-х настильный, плоский с окнами, 4-х заходный); 2ПВ2.

Плоские поддоны имеют размеры в плане:

800 x 1200 и 1000 x 1200 – на массу брутто 1,0 и 1,25 т;

1200 x 1600 и 1200 x 1800 – на массу брутто 2,0 и 3,2 т.

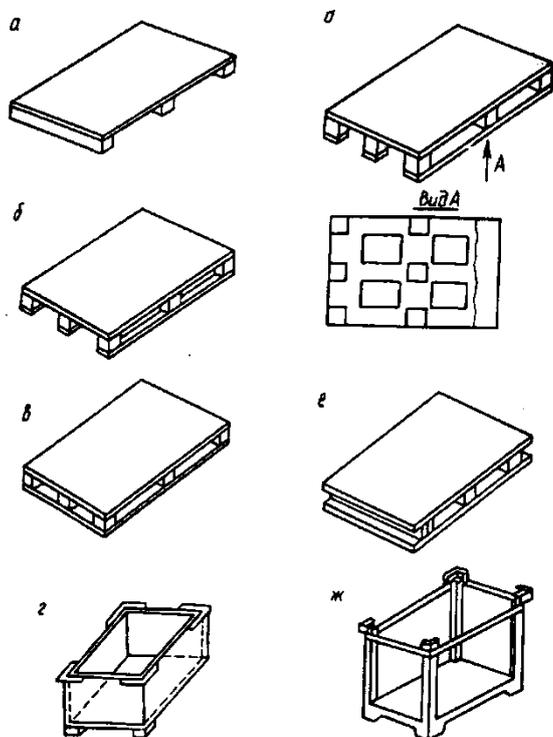
Основной тип плоских поддонов 2П4 800 x 1200.

Габаритные размеры универсальных ящичных поддонов:

ширина В = 835; 840; 1040, длина L = 1240, высота Н < 1150,  
масса брутто 1,0 и 1,25 т.

Габаритные размеры универсальных стоечных – В = 1240, L = 1640 (1840); Н = 1300; масса брутто 2,0 и 3,2 т.

Пример обозначения двух настильного плоского двух заходного с выступами из дерева и стали поддона: 2ПВ2 ДС ГОСТ 9078 – 84.



*Рис. 2. Типы поддонов:*

*а-е – плоские (а – однонастильный двухзаходный; б – однонастильный четырехзаходный; в – двухнастильный четырехзаходный; д – двухнастильный четырехзаходный с окнами в нижнем настиле; е – двухнастильный двухзаходный с выступами); з – ящичный; ж – стоечный*

## 7. Контейнеры

Грузовой контейнер – это транспортное оборудование многократного применения с внутренним объемом 1 м<sup>3</sup> и более, предназначены для перевозки и временного хранения грузов, удобное для загрузки и разгрузки, погрузки и выгрузки.

По назначению контейнеры подразделяются на универсальные и специализированные.

Специализированные: групповые, индивидуальные, контейнеры–цистерны, изотермические, теплоизолированные, отопляемые, рефрижераторные, технологические.

По конструктивным признакам – закрытые, открытые, контейнеры–платформы, разборные, складные и мягкие.

По размерности: малотоннажные с массой брутто до 2,5 т, среднетоннажные – 2, – 10 т; крупнотоннажные – 10 т и более.

Основными параметрами контейнеров являются: собственная масса, номинальная и максимальная масса брутто и грузоподъемность, габаритные и внутренние размеры; размеры дверного проема.

Основные параметры контейнеров (универсальных)

Обозначение	Мак сим. масса брут то	Наружные размеры, мм номинальные		
		длин а	ширина	выс ота
Крупнотонна жные 1В, 1ВХ 1СС 1С, 1СХ 10Т, 10ТХ	25,4	9125	2438	2438
	0	6058	2438	2591
	20,3	6058	2438	2438
	2	2991	2438	2438
	20,3	2100	2650	2400
	2	10,1		
	0	10,1		
Среднетоннаж ные 5, 5Х, УУК-5 УКМ-5 5П 5Т, УУК-5У, 3, 3Х, УУК-3		2100	2650	2400
	5,0	2190	2650	2400
	5,0	2190	2650	2591
	5,0	2100	1325	2400
	5,0	2100	1325	2400
	3,0			
Малотоннажн ые 1,25; 1,25Х АУК - 1,25 АУК - 0,625	1,25	1050	1325	1400
	1,25	1800	1050	2000
	0,62	1150	1000	1700
	5			

Для сыпучих продуктов предусмотрены мягкие контейнеры двух типов:

П – с грузовыми элементами в виде несущих проушин и Л – с грузовыми элементами в виде грузовых лент с кольцами.

Обозначаются буквами МК, цифрами, показывающими объем ( м<sup>3</sup>) и буквами П и Л.

Грузоподъемность: МК–0,5П(Л) – 1,5 т, МК–0,7П(Л) – 1,5 т, МК–1,0П(Л) – 2 т, МК–1,5П(Л) – 2 т, МК–2,0П(Л) – 4 т, МК–3,0П(Л) – 4 т.

ГОСТ 26380–84 – устанавливает типы, основные параметры и размеры грузовых специализированных групповых контейнеров.

ГОСТ 24582–81 – для контейнеров–цистерн.

## 8. Структура перевозочного процесса

Перевозочный процесс на всех видах транспорта состоит из трех частей: начальной операции, собственно перемещение из пункта отправления в пункт назначения, конечной операции.

**Начальные операции** включают в себя подачу подвижного состава под погрузку, собственно погрузку, вывоз загруженного состава с грузового фронта, документальное оформление перевозки и другие операции.

В пункте назначения совершаются конечные операции: происходит реформирование поездов, подача подвижного состава под выгрузку, документальное оформление и др.

Характеризуя собственно перемещение, нужно отметить, что в большинстве случаев при доставке грузов происходит переформирование в пути следования поездов, перецепка тягачей, догрузка судов, автомобилей в промежуточных пунктах и т. п.

Планирование, учет и анализ деятельности транспорта опирается на систему показателей, с помощью которых измеряют объем и качество работ транспорта. В качестве основных показателей используют: объем перевозок, грузооборот, объем перевозок пассажиров, пассажирооборот и др.

На некоторых видах транспорта определяют так же объем перевозок важнейших грузов по указанной номенклатуре, а на ж/д транспорте так же ежедневно учитывают погрузку вагонов в целом и по важнейшим видам грузов.

## 9. Объем перевозок грузов, грузооборот, грузопотоки

**Объем перевозок** измеряется в тоннах и показывает количество груза, которое уже перевезено или планируется перевезти. Обозначается буквой  $Q$ .

**Грузооборот** измеряется в тонно-километрах и показывает объем транспортной работы по перемещению груза, который уже выполнен или планируется выполнить. Обозначается буквой  $P$ .

**Грузопотоки** определяют количество тонн груза, перевозимого в прямом  $\sum Q_{np}$  и в обратном  $\sum Q_{обр}$  направлениях **в единицу времени**. Причем прямым направлением условно называют направление грузопотоков, имеющих большую величину.

Взаимосвязь объема перевозок  $Q$  и грузооборота  $P$  можно представить выражением:

$$Q = \sum Q_{np} + \sum Q_{обр}$$

$$P = Ql_q$$

где  $l_q$  – среднее расстояние перевозки грузов, км.

Объем перевозок, грузооборот и грузопотоки характеризуются величиной, структурой, временем их освоения и коэффициентами неравномерности.

**Структура** определяет наименование и класс грузов.

Общий объем перевозок и грузооборот АТП распределяются по группам грузов в соответствии с принятой номенклатурой (т.е. наименованием и классом грузов). Это есть структура перевозок. Структура дает не только количественную, но и качественную характеристику перевозок (см. табл.)

Наименование груза	Объем перевозок		Расстояние перевозки, км	Грузооборот	
	тыс. км	к итогу		тыс. км	к итогу
Железобетонные изделия	60,0	15,0	18,0	1080,0	20,0
Кирпич	42,4	10,6	20,0	848,0	15,8
.....	...	...	.....	...	...
Итого	400,0	100,0	13,4	5378,0	10,0

**Время освоения** включает дату начала, окончания перевозки и ее темпы. Перевозки бывают постоянные, временные и сезонные.

**Коэффициент неравномерности объема** перевозок  $\eta'_n$  и коэффициент неравномерности грузооборота  $\eta''_n$  определяют по формулам:

$$\eta'_n = \frac{Q_{max}}{Q_{cp}} ;$$

$$\eta''_n = \frac{P_{max}}{P_{cp}} = \frac{(Ql_q)_{max}}{(Ql_q)_{cp}} ,$$

где  $Q_{max}$ ,  $Q_{cp}$  и  $P_{max}$ ,  $P_{cp}$  – соответственно максимальное и среднее значение объема перевозок и грузооборота.

Коэффициенты неравномерности  $\eta'_n$  и  $\eta''_n$  в общем случае не равны между собой. (Они равны при  $l_q = const$ )

Неравномерность объема перевозок и особенно грузооборота затрудняет ритмичную работу подвижного состава. АТП должен приспособлять режим работы подвижного состава к колебаниям величин  $Q$  и  $P$  за счет изменения времени работы автомобилей на линии, технического обслуживания и ремонта в периоды спада объема перевозок, переноса отпусков и т.д.

При определении объема перевозок необходимо учитывать, что одни и те же грузы могут перевозиться несколько раз (например, завоз грузов сначала на базы, затем на склады, затем к потребителю).

Повторность перевозок приводит к тому, что объем перевозок может оказаться больше фактического количества груза. Она определяется коэффициентом повторности, представляющим собой отношение объема перевозок груза к фактически перевезенной массе груза.

Например. Необходимо перевезти 15 тыс. т строительных грузов, из которых 6 тыс. т перевозится один раз, 5 тыс. т – 2 раза, 4 тыс. т – 3 раза.

Объем перевозок грузов при этом составит:

$$Q = 6000 \cdot 1 + 5000 \cdot 2 + 4000 \cdot 3 = 28000 \text{ т}$$

Коэффициент повторности при этом

$$K_{повт} = 28000 / 15000 = 1,87$$

Снижение повторности перевозок является важной народнохозяйственной задачей!

Для изучения грузопотоков составляют шахматные (косые) таблицы, в которых дают сведения о корреспонденции (грузообмене) между грузообразующими пунктами и грузопоглощающими пунктами. Графически грузопотоки представляются эпюрами грузопотоков.

## 10. Эпюры и картограммы грузопотоков

**Эпюру грузопотоков** составляют следующим способом. Сначала откладывают в определенном масштабе длины участков, на которых осуществляются перевозки. Затем перпендикулярно этой линии откладывается в определенном масштабе количество груза. В первую очередь, откладывают груз, следующий в наиболее удаленные пункты получения. Исходными данными для составления эпюры грузопотоков являются сведения шахматной таблицы или схемы расположения грузообразующих и грузопоглощающих пунктов. Эпюры грузопотоков имеют прямое и обратное направление движения груза (прямое, – где больше груза). Отношение величины грузопотока в прямом направлении к грузопотоку в обратном направлении называется коэффициентом неравномерности грузопотоков по направлениям.

При составлении эпюры грузопотоков возможны два случая:

- 1) все пункты расположены на одной линии (рис. 1);
- 2) не все пункты расположены на одной линии (рис. 2).

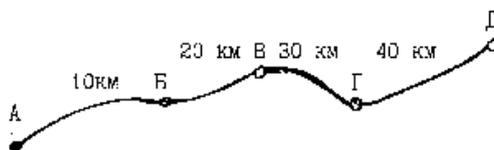


Рис. 1. Схема трассы с расположением пунктов на одной линии

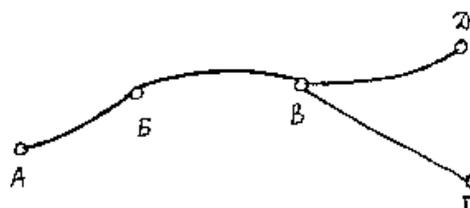


Рис. 2. Схема трассы с расположением пунктов не на одной линии

Пример. 1) Построить эюру грузопотоков для схемы на рис.1, данные в табл.2

Таблица 2

Из пункта	В пункт					Все отправлено
	А	Б	В	Г	Д	
А		100	200	-	200	600
Б	100		100	200	400	800
В	100	200		200	100	700
Г	-	100	200		200	600
Д	300	-	100	300		800
Всего прибыло	500	500	600	700	1050	3500

Схема эюры, построенная с учетом приведенных выше рекомендаций, показана на рис. 3. В качестве прямого направления грузопотоков принято направление с наибольшим грузопотоком (1200 т).

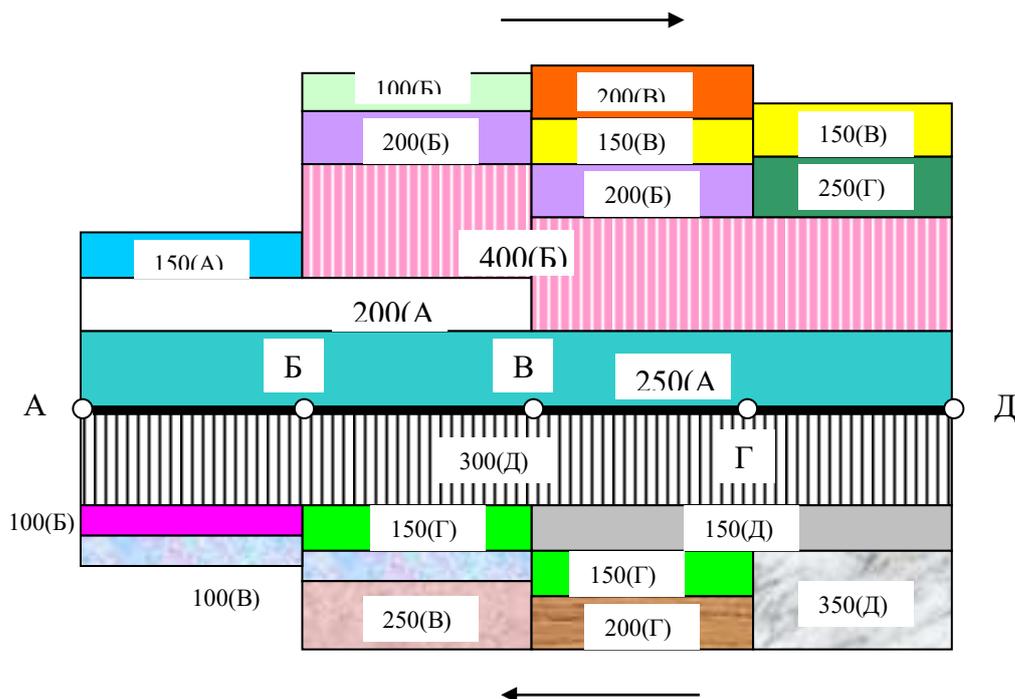


Рис. 3. Эюра грузопотоков

2) Построить эюру грузопотоков для схемы перевозок на рис. 2

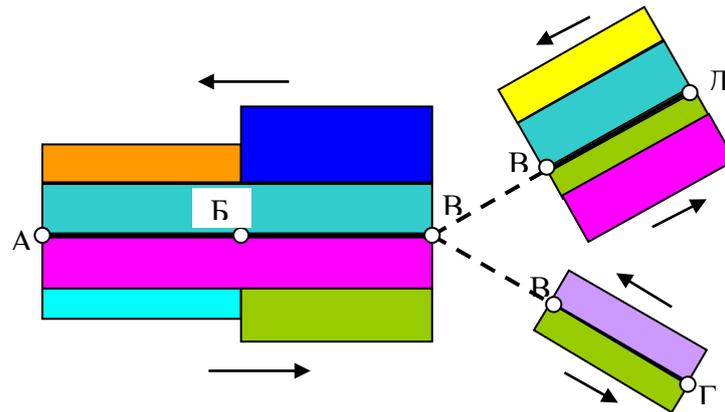


Рис. 4. Эюра грузопотоков

Площадь каждого прямоугольника на эюре грузопотоков представляет собой грузооборот в тонно-километрах на данном участке. Площадь всей эюры представляет грузооборот всей линии

$$P = Q_1 l_1 + Q_2 l_2 + \dots + Q_n l_n = \sum_{i=1}^n Q_i l_i, \text{ ТКМ}$$

Общий объем перевозок определяется как сумма всего отправленного или всего полученного груза

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = \sum_{i=1}^n Q_i, \text{ Т}$$

Среднее расстояние перевозки будет

$$l_{cp} = \frac{P}{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i l_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

Из эюры грузопотоков можно определить: количество груза отправленного и полученного каждым пунктом, количество транзитного груза через каждый пункт, объем перевозок и грузооборот на каждом участке и на всей линии, среднее расстояние перевозки и найти нерациональные встречные перевозки, т.е. перевозки одинакового груза во встречных направлениях.

Грузопотоки могут иметь так же вид картограмм. **Картограмма** – это эюра грузопотоков на карте, плане, схеме местности.

В зависимости от территории освоения грузопотоки могут относиться к транспортному пункту, участку дороги, экономическому или административному району, а так же ко всей стране.

#### **ТЕМА 4: ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

1. Общие сведения по системе показателей, ездка, оборот
  2. Парк грузовых автомобилей, основные показатели и измерители работы
  3. Использование грузоподъемности, пробег, коэффициент использования пробега, длина ездки
  4. Простой под погрузкой-разгрузкой и скоростные характеристики грузового подвижного состава
  5. Производительность грузового автомобиля, производительность парка
  6. Производительность тягача со сменными прицепами
1. Общие сведения по системе показателей, ездка, оборот

Для планирования, учета и анализа работы подвижного состава применяется система показателей, которая характеризует степень его использования:

- во времени (дни, автомобиле-дни, коэффициент выпуска, время в наряде, простои под погрузкой-разгрузкой, коэффициент использования рабочего времени);
- по скоростным свойствам (техническая и эксплуатационная скорость);
- по пробегу (нулевой, порожний и пробег с грузом, коэффициент использования пробега);
- по грузоподъемности (статический и динамический коэффициенты использования грузоподъемности).

Широко используются такие комплексные показатели как производительность подвижного состава, себестоимость, приведенные затраты.

В основе вычисления всех показателей используется понятие ездки и оборота.

**Циклом** транспортного процесса называется законченный комплекс всех операций для доставки груза с момента погрузки до момента следующей погрузки. На автомобильном транспорте под циклом понимается ездка, время

которой  $t_e$  складывается из:

$$t_e = t_n + t_{Д.Г.} + t_p + t_{Д.Х.} = t_{Д.е} + t_{П.Р.},$$

где  $t_n$  – время погрузки;

$t_{Д.Г.}$  – время движения с грузом;

$t_p$  – время разгрузки;

$t_{Д.Х.}$  – время движения без груза к месту новой погрузки;

$t_{Д.е}$  – время движения за езду;

$t_{П.Р}$  – простой под погрузкой-разгрузкой.

Иначе  $t_e$  можно представить в виде:

$$t_e = \frac{l_e}{V_e} + t_{П.Р.},$$

где  $l_e$ ,  $V_e$  – общий пробег и средняя скорость движения за езду.

В процессе перевозки груз объемом  $Q$  [тонн] перемещается на расстояние  $l_r$  [км] и при этом выполняется транспортная работа

$$P = Q \cdot l_r \text{ [ТКМ]}.$$

За  $Z_e$  ездов автомобиль перевезет (на  $n$ -звенном маршруте):

$$Q = \sum_{i=1}^{Z_e} Q_{\phi i} = \sum_{j=1}^n Q_{\phi j} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^{Z_{ej}} q_{\phi ij}$$

и выполнит транспортную работу

$$P = \sum_{i=1}^{Z_e} q_{\phi i} \cdot l_{ri} = \sum_{j=1}^n Q_{\phi j} \cdot l_{rj} = \sum_{j=1}^n l_{rj} \sum_{i=1}^{Z_{ej}} q_{\phi ij}$$

где  $q_{\phi i}$  – объем фактически перевезенного груза за  $i$ -тую езду, т;

$Q_{\phi j} = \sum_{i=1}^{Z_{ej}} q_{\phi ij}$  – объем перевозки грузов на  $j$ -ом звене маршрута;

$l_{ri}$  – длина  $i$ -ой ездки с грузом, км;

$l_{rj}$  – длина  $j$ -го звена маршрута, км;

$q_{\phi ij}$  – объем перевозки за  $i$ -ю езду на постоянное расстояние  $l_{ri}$  на  $j$ -ом звене маршрута;

$Z_{ej}$  – число ездов на  $j$ -ом звене маршрута.

Одна или совокупность нескольких ездов с момента подачи транспортного средства в пункт погрузки до момента очередного возвращения в этот же пункт образуют оборот.

Время оборота – это затраты времени на движение и простой под погрузкой-разгрузкой

$$t_0 = \frac{l_0}{V_{T0}} + \sum_{i=1}^m t_{n-pi},$$

где  $l_0$  – длина оборота, км;

$V_{T0}$  – средняя техническая скорость ТС за оборот, км/ч;

$t_{n-pi}$  – простой под погрузкой-разгрузкой за  $i$ -ю езду;

$m$  – число ездов с грузом за оборот.

Объем перевозок груза  $Q_0$  и грузооборот  $P_0$  за оборот составляют:

$$Q_0 = \sum_{i=1}^m q_{\phi i},$$

$$P_0 = \sum_{i=1}^m q_{\phi i} \cdot l_{ri}$$

## 2. Парк грузовых автомобилей, основные показатели и измерители работы.

Под парком подвижного состава понимают все транспортные средства (автомобили, тягачи, прицепы и полуприцепы) данного АТП.

Весь списочный (инвентарный) парк в  $j$ -е сутки  $A_{cj}$  подделяется на парк технически исправный (готовый к эксплуатации)  $A_{ri}$  и парк находящийся в ТО и ТР –  $A_{pj}$ , т.е.

$$A_{cj} = A_{Tj} + A_{pj}.$$

Одна часть технически исправного парка находится в эксплуатации –  $A_{эj}$ , другая часть в простое по организационным причинам –  $A_{пj}$ , т.е.

$$A_{Tj} = A_{эj} + A_{пj}.$$

Отсюда

$$A_{cj} = A_{эj} + A_{пj} + A_{pj}.$$

Каждая  $i$ -я единица ПС в течении  $D_i$  календарных дней находится часть дней в эксплуатации, часть дней в простое и часть дней в ремонте и ТО, т.е.

$$D_i = D_{эi} + D_{пi} + D_{pi}$$

Для определения времени в эксплуатации, ремонта или простоя парка ПС используют сложный показатель – автомобиле-дни

$$AD = \sum_{i=1}^{A'} D_i = \sum_{j=1}^D A_j = \sum_{K=1}^n AD_K$$

где  $AD$  – суммарное число автомобиле-дней парка в рассматриваемом состоянии;

$D_i$  – число дней в рассматриваемом состоянии  $i$ -го автомобиля за календарный период  $D$ ;

$A'$  – число автомобилей за период  $D$  (определяется как сумма их числа на начало календарного периода и числа поступивших за этот период или как сумма их числа на конец периода и числа списанных);

$A_j$  – число автомобилей в рассматриваемом состоянии в  $j$ -е сутки;

$D$  – продолжительность календарного периода, сут.;

$AD_K$  – суммарное число автомобилей-дней  $k$ -той группы автомобилей (например, одной грузоподъемности);

$n$  – число групп автомобилей.

Списочное число автомобиле-дней за календарный период  $D$  складывается из автомобиле-дней в эксплуатации, простое и ремонте, т.е.

$$AD = AD_{\text{Э}} + AD_{\text{П}} + AD_{\text{Р}}$$

Среднесписочное (среднесуточное) инвентарное число автомобилей за календарный период  $D$  составит

$$A_c = \frac{AD}{D} = \frac{\sum_{i=1}^{A'} D_i}{D} = \frac{\sum_{j=1}^D A_j}{D} = \frac{\sum_{K=1}^n AD_K}{D}$$

Средняя грузоподъемность единицы парка ПС за календарный период  $D$  вычисляется как средневзвешенная величина

$$q = \frac{\sum_{K=1}^n AD_K \cdot q_K}{\sum_{K=1}^n AD_K}$$

где  $q_K$  – грузоподъемность автомобилей  $k$ -той группы.

Время пребывания в наряде  $T_n$  определяется по отметкам в путевых листах за вычетом времени обеда и отдыха водителей.

Для парка авт.-часы в наряде за период  $D$

$$AT_H = \sum_{j=1}^D \sum_{i=1}^{A_{ej}} T_{Hij} = \sum_{i=1}^{A'} \sum_{j=1}^D T_{Hij}$$

где  $T_{Hij}$  – время в наряде  $i$ -го автомобиля в  $j$ -е сутки.

Среднее время нахождения автомобиля в наряде определяется как

$$T_H = \frac{AT_H}{AD_{\text{Э}}}$$

Техническое состояние парка за  $D$  дней характеризуется коэффициентом технической готовности

$$\alpha_T = \frac{AD_T}{AD} = \frac{(AD_{\text{Э}} + AD_{\text{П}})}{(AD_{\text{Э}} + AD_{\text{П}} + AD_{\text{Р}})}$$

Использование парка автомобилей за  $D$  календарных дней характеризуется коэффициентом использования парка

$$\alpha_{И} = \frac{AD_{\text{Э}}}{AD} = \frac{AD_{\text{Э}}}{(AD_{\text{Э}} + AD_{\text{П}} + AD_{\text{Р}})}$$

и коэффициентом выпуска

$$\alpha_{В} = \frac{AD_{\text{Э}}}{(AD_{\text{Э}} + AD_{\text{П}} + AD_{\text{Р}} + AD_{\text{НР}})},$$

где  $A_{\text{НР}}$  – автомобиле-дни нормируемого простоя (простои в праздники, выходные дни и т.п.).

Между последними коэффициентами справедливо соотношение

$$\alpha_{Т} > \alpha_{В} > \alpha_{И}$$

### 3. Использование грузоподъемности, пробег, коэффициент использования пробега, длина ездки

Использование г/п подвижного состава характеризуется коэффициентами статического и динамического использования грузоподъемности.

**Коэффициент статического использования г/п:**

$$\gamma_c = \frac{Q_{\text{факт.}}}{Q_{\text{макс.возм}}}$$

Отсюда

за  $i$ -ю ездку                      за смену для автомобиля                      для парка за календ. период

$$\gamma_{c1} = \frac{q_{\phi i}}{q} \qquad \gamma_{cc} = \frac{\sum_{i=1}^{Z_e} q_{\phi i}}{q \cdot Z_e}$$

$$\gamma_c = \frac{\sum_{i=1}^{Z_e} q_{\phi i}}{\sum_{i=1}^{Z_e} q_i} = \frac{\sum_{i=1}^{Z_e} q_i \cdot \gamma_{ci}}{\sum_{i=1}^{Z_e} q_i}$$

**Коэффициент динамического использования г/п:**

$$\gamma_{Д} = \frac{P_{\text{факт}}}{P_{\text{макс.возм}}}$$

Отсюда за

$i$ -ю ездку                      смену для автомобиля                      за календ. период для парка

$$\gamma_{Дi} = \frac{q_{\phi i} \cdot l_{ri}}{q \cdot l_{ri}} = \gamma_{ci} \quad \gamma_{ДС} = \frac{\sum_{i=1}^{Z_e} q_{\phi i} \cdot l_{ri}}{q \cdot \sum_{i=1}^{Z_e} l_{ri}} \quad \gamma_{Д} = \frac{\sum_{i=1}^{Z_e} q_{\phi i} \cdot l_{ri}}{\sum_{i=1}^{Z_e} q_i \cdot l_{ri}}$$

где  $Q_{\text{факт.}}$ ,  $Q_{\text{макс.возм}}$  – объем фактически перевезенного и максимально возможного объема груза, т;

$P_{\text{факт.}}$ ,  $P_{\text{макс.возм}}$  – фактически выполненная и максимально возможная транспортная работа, ткм;

$q_{\phi i}$  – объем фактически перевезенного груза за  $i$ -тую езду, т;

$q$  – номинальная грузоподъемность автомобиля, т;

$q_i$  – номинальная грузоподъемность автомобиля в  $i$ -той езде;

$l_{ri}$  – длина  $i$ -ой ездки с грузом, км;

$Z_e$  – число ездов

Общий пробег автомобиля складывается из пробега с грузом, холостого пробега (порожний пробег) и двух нулевых пробегов – от АТП до места первой погрузки и от места последней разгрузки до АТП

$$L = L_r + L_x + L_n = L_M + L_H = L_M + l_{H1} + l_{H2}.$$

где  $L_M$  – пробег на маршруте (складывается из пробега с грузом  $L_r$  и холостого пробега  $L_x$ );

$L_H$  – нулевой пробег (складывается из нулевого пробега от АТП до места погрузки  $l_{H1}$  и нулевого пробега от места последней разгрузки до АТП  $l_{H2}$ ).

Суточный пробег автомобиля, выполнившего  $Z_e$  ездов, составит

$$l_c = \sum_{i=1}^{Z_e} l_{ri} + \sum_{i=1}^{Z_e} l_{xi} + l_{H1} + l_{H2}$$

**Коэффициент использования пробега** – отношение производительного пробега (с грузом) к общему пробегу за определенный период, т.е.

Отсюда

за  $i$ -ю езду            за  $Z_e$  ездов на маршруте            для парка за календ.  
период

$$\beta_{ei} = \frac{l_{ri}}{l_{ri} + l_{xi}}$$

$$\beta_M = \frac{\sum_{i=1}^{Z_e} l_{ri}}{\sum_{i=1}^{Z_e} (l_{ri} + l_{xi})}$$

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^{Z_e} l_{ri}}{\sum_{i=1}^{Z_e} (l_{ri} + l_{xi}) + \sum_{j=1}^A L_{Hj}},$$

где А – списочный состав парка;

$L_{Hj}$  – нулевой пробег j-го автомобиля.

**Среднее расстояние перевозки**  $l_Q$  – это средняя дальность транспортирования 1т груза, т.е. отношение выполненной транспортной работы к объему перевезенного груза

$$l_Q = \frac{P}{Q}$$

Отсюда

за i-ю ездку	за $Z_e$ ездов для парка
$l_{Qi} = \frac{q_{\phi i} \cdot l_{ri}}{q_{\phi i}} = l_{ri}$	$l_Q = \frac{\sum_{i=1}^{Z_e} q_{\phi i} \cdot l_{ri}}{\sum_{i=1}^{Z_e} q_{\phi i}}$

**Средняя длина ездки с грузом** – это средний пробег с грузом за одну ездку

$$l_{er} = \frac{L_r}{Z_e} = \frac{\sum_{i=1}^{Z_e} l_{ri}}{Z_e}$$

#### 4. Показатели, характеризующие простой под погрузкой-разгрузкой и скоростные характеристики грузового подвижного состава

Общее время простоя под погрузкой-разгрузкой за одну ездку включает ожидание погрузки-разгрузки, маневрирование в пунктах погрузки-разгрузки, непосредственно погрузка-разгрузка, оформление товарно-транспортных документов.

Общее время простоя определяется предельными нормами простоя подвижного состава под погрузкой-разгрузкой, которые устанавливаются тарифами на грузовые перевозки.

Среднее значение времени простоя под погрузкой-разгрузкой за езду

$$t_{П-Р} = \frac{AT_{П-Р}}{Z_e} = \frac{\sum_{i=1}^{Z_e} t_{П-Рi}}{Z_e},$$

где  $AT_{П-Р}$  – автомобиле-часы простоя парка под погрузкой-разгрузкой за  $Z_e$  ездов;

$t_{П-Рi}$  – простой под погрузкой-разгрузкой за  $i$ -ю езду.

Техническая, эксплуатационная скорости и скорость доставки грузов характеризуют скоростное использование подвижного состава.

**Техническая скорость** – условная средняя скорость за время движения подвижного состава

$$V_T = \frac{L}{AT_{ДВ}},$$

где  $L$  - пробег;

$AT_{ДВ}$  – автомобиле-часы движения (включают кратковременные остановки у светофоров, переездов и т.п.).

Отсюда

за  $i$ -ю езду за  $Z_e$  ездов для парка

$$V_{Ti} = \frac{l_{ei}}{t_{ДВи}} \quad V_T = \frac{\sum_{i=1}^{Z_e} (l_{ri} + l_{xi})}{\sum_{i=1}^{Z_e} t_{ДВи}}$$

Нормативы технической скорости установлены в зависимости от типа дорожного покрытия и г/п подвижного состава:

а) при работе за городом:

49 км/ч – на дорогах 1 и 2 категории (усовершенствованное капитальное покрытие);

37 км/ч – на дорогах с твердым покрытием (3 и 4 категории);

28 км/ч – на грунтовых дорогах (5 категория);

б) в пределах городской черты:

25 км/ч – для автомобилей и тягачей г/п до 7т и цистерн емкостью до 6000 литров;

24 км/ч – для автомобилей и тягачей г/п более 7т и цистерн емкостью более 6000 литров.

**Эксплуатационная скорость** – это условная средняя скорость за время нахождения подвижного состава в наряде

$$V_{\varepsilon} = \frac{L}{AT_H} = \frac{l_{cc}}{T_H},$$

где  $L$  – суммарный пробег подвижного состава;

$AT_H$  – автомобиле-часы в наряде;

$l_{cc}$  – средне-суточный пробег;

$T_H$  – среднее время в наряде.

Отношение  $V_{\varepsilon}$  к  $V_T$  называется коэффициентом использования рабочего времени

$$\delta = \frac{V_{\varepsilon}}{V_T} = \frac{AT_{ДВ}}{AT_H} = \frac{AT_{ДВ}}{AT_{ДВ} + AT_{П-Р} + AT_{П}},$$

где  $AT_{П-Р}$  и  $AT_{П}$  – автомобиле-часы простоя под погрузкой-разгрузкой и по организационным причинам.

Зависимость  $V_{\varepsilon}$  от  $V_T$  для  $Z_e$  ездов при  $AT_{П} = 0$  имеет вид

$$V_{\varepsilon} = \frac{l_{er} \cdot V_T}{l_{er} + \beta \cdot V_T \cdot t_{П-Р}},$$

где  $l_{er}$  – средняя длина ездки с грузом;

$\beta$  – среднее значение коэффициента использования пробега за  $Z_e$  ездов;

$t_{П-Р}$  – среднее время простоя под погрузкой-разгрузкой.

**Скорость доставки грузов** – условная средняя скорость доставки грузов. Определяется отношением расстояния перевозки ко времени движения груза (от момента окончания погрузки до момента начала выгрузки)

$$V_D = \frac{l_D}{t_{ДОСТ}}.$$

## 5. Производительность грузового автомобиля, производительность парка

Производительность или выработка подвижного состава (П/С) – один из наиболее важных показателей. Она определяется количеством перевезенного груза или выполненной транспортной работой в единицу времени.

За одну средневзвешенную ездку единицей П/С перевозится  $Q_e = q \cdot \gamma_c$  [тонн] и выполняется транспортная работа  $Pe = q \cdot \gamma_D \cdot l_{er}$  [ткм].

При длительности одной ездки

$$t_e = t_{ДВ} + t_{П-Р} = \frac{l_e}{V_T} + t_{П-Р} = \frac{l_{er}}{\beta_e \cdot V_T} + t_{П-Р}$$

$$Z_{ч} = \frac{1}{t_e}$$

число ездов в час составит

Отсюда часовая производительность единицы П/С определится как

$$W_Q = Q_e \cdot Z_{ч} = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot \beta_e \cdot V_T}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{П-Р}} \quad [\text{Т/ч}]$$

и

$$W_P = P_e \cdot Z_{ч} = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot l_{er}}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{П-Р}} \quad [\text{ТКМ/ч}]$$

Суточная производительность автомобиля

$$W_{Qca} = W_Q \cdot T_H = \frac{T_H \cdot q \cdot \gamma_c \cdot \beta_e \cdot V_T}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{П-Р}} \quad [\text{Т/с}]$$

и

$$W_{Pca} = W_P \cdot T_H = \frac{T_H \cdot q \cdot \gamma_c \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot l_{er}}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{П-Р}} \quad [\text{ТКМ/с}]$$

Производительность автомобиля за календарный период  $D$

$$W_{QDa} = W_{Qca} \cdot D \cdot \alpha_B = \frac{T_H \cdot q \cdot \gamma_c \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot D \cdot \alpha_B}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{П-Р}} \quad [\text{Т/с}]$$

и

$$W_{PDa} = W_{Pca} \cdot D \cdot \alpha_B = \frac{T_H \cdot q \cdot \gamma_c \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot D \cdot \alpha_B}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{П-Р}} \quad [\text{ТКМ/с}]$$

Производительность на 1 среднесписочную автомобиле-тонну за год

$$W_{Qr1} = \frac{365 W_{Qca} \cdot \alpha_B}{q} = \frac{365 \cdot T_H \cdot \gamma_c \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot \alpha_B}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{П-Р}} \quad [\text{Т/Г}]$$

и

$$W_{Pr1} = \frac{365 W_{Pca} \cdot \alpha_B}{q} = \frac{365 \cdot T_H \cdot \gamma_D \cdot \beta_e \cdot l_{er} \cdot V_T \cdot \alpha_B}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{П-Р}} \quad [\text{ТКМ/Г}]$$

Производительность парка из  $A_c$  автомобилей за календарный период  $D$  составит

$$W_{QД} = W_{Qca} \cdot A_c \cdot D \cdot \alpha_B = \frac{T_H \cdot A_c \cdot q \cdot \gamma_c \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot D \cdot \alpha_B}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{П-Р}} \quad [\text{Т/с}]$$

и

$$W_{PД} = W_{Pca} \cdot A_c \cdot D \cdot \alpha_B = \frac{T_H \cdot A_c \cdot q \cdot \gamma_D \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot D \cdot \alpha_B \cdot l_{er}}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{П-Р}} \quad [\text{ТКМ/с}]$$

## 6. Производительность тягача со сменными прицепами

Пусть тягач движется по кольцевому маршруту, состоящему из  $n_2$  пунктов. Предположим, что за один оборот тягач выполнит  $n_1$  ездов и перевезет  $Q_0 = q \cdot \gamma_c \cdot n_1$  тонн груза.

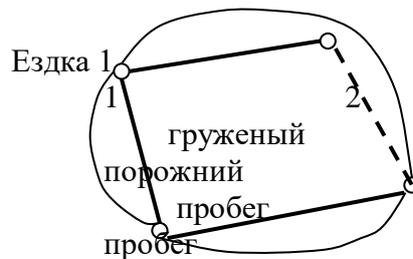


Рис. 1. Маршрут движения тягача

При этом время оборота составит

$$t_0 = t_{ДВ} + n_2 t_{0-П} = \frac{n_1 \cdot (l_{er} + l_x)}{V_T} + n_2 t_{0-П} = \frac{n_1 l_{er}}{\beta_e \cdot V_T} + n_2 t_{0-П}$$

где  $t_{0-П}$  – простой при отцепке и прицепке прицепов к тягачу.

Часовая производительность тягача определится в виде

$$W_{QT} = \frac{Q_0}{t_0} = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot n_1}{n_1 \cdot l_{er} + n_2 \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot t_{0-П}} \quad [\text{Т/ч}]$$

и

$$W_{PT} = \frac{P_0}{t_0} = \frac{q \cdot \gamma_D \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot n_1 \cdot l_{er}}{n_1 \cdot l_{er} + n_2 \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot t_{0-П}} \quad [\text{ТКМ/ч}]$$

Обычно последние формулы представляют в виде

$$W_{QT} = \frac{Q_0}{t_0} = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot \beta_e \cdot V_T}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{0-П} \cdot \frac{n_2}{n_1}}, \quad [\text{т/ч}]$$

и

$$W_{PT} = \frac{P_0}{t_0} = \frac{q \cdot \gamma_D \cdot \beta_e \cdot V_T \cdot l_{er}}{l_{er} + \beta_e \cdot V_T \cdot t_{0-П} \cdot \frac{n_2}{n_1}}, \quad [\text{ткм/ч}]$$

### **ТЕМА 5: СЕБЕСТОИМОСТЬ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

1. Себестоимость перевозок
2. Анализ себестоимости перевозок
3. Метод характеристических графиков
4. Интегральный метод анализа эффективности работы АТП
5. Пути повышения производительности автомобилей и снижения себестоимости перевозок
6. Решение задачи анализа эффективности работы подвижного состава интегральным методом

#### 1. Себестоимость перевозок

Это важнейший обобщающий экономический показатель работы транспорта.

Себестоимость автомобильных перевозок – это суммарные затраты на перевозки грузов или пассажиров отнесенные к объему перевозок грузов или пассажиров или к величине транспортной работы. Измеряется в руб/т, руб/пасс, руб/ткм, руб/пасс·км. При планировании и отображении фактической работы АТП себестоимость определяют в руб/ткм, руб/пасс·км, руб/пл.км – такси.

Для определения себестоимости перевозок  $S$  необходимо сумму расходов  $\sum S_{рас}$ , связанных с выполнением перевозок за определенный период времени, разделить на выполненную за то же время транспортную работу  $\sum P$ :

$$S = \frac{\sum S_{расч}}{\sum P}$$

Все расходы, связанные с выполнением перевозок, условно подтематически на переменные, постоянные, погрузочно-разгрузочные, дорожные и экспедиционные.

**К переменным** относятся расходы, связанные с работой (движением) АТС и исчисляемые на один км пробега:

- на эксплуатационные материалы (топливо, смазка, антифриз и т.д.);
- на технич. обслуживание и эксплуатационный ремонт автомобилей;
- на их амортизацию (восстановление их первоначальной стоимости, на капитальный ремонт);
- на ремонт и приобретение шин и др.

**К постоянным** относятся расходы, исчисляемые за календарное время (обычно за 1 час) пребывания автомобилей в АТП независимо от того, где они находятся: на линии, в ремонте, в простое и т.д. Эти расходы практически не зависят от пробега автомобиля: это расходы на содержание зданий и сооружений, налоги на сборы, хозяйственные расходы, зарплата административно-управленческого аппарата. Зарплата водителей с начислением на соц.страх. **условно** учитывается по статье постоянных расходов.

**К погрузочно-разгрузочным** относятся расходы, связанные с выполнением этих работ (содержание грузчиков и персонала, зарплата на содержание и обслуживание различных ПТМ). Эти расходы исчисляются на одну тонну перевезенного груза или на 1 час времени погрузочно-разгрузочных работ.

**Дорожными** называются расходы, связанные со строительством, ремонтом и содержанием автомобильных дорог и организацией дорожного движения. Дорожные расходы исчисляются на 1 ткм.

Если обозначить сумму переменных расходов, приходящихся на 1 км пробега через  $S_{пер}$ , постоянных расходов на 1 час работы через  $S_{пост.}$ , расходы на П-Р работы на 1 т груза через  $S_{n-p}$  и дорожных расходов на 1 ткм через  $S_{Д}$ , то

$$S = \frac{S_{пост.} \cdot V_{\varepsilon} + S_{пост.} + S_{n-p} \cdot W_q + S_{Д} \cdot W_P}{W_P}, \text{ руб/ткм} \quad (1)$$

где  $V_{\varepsilon}$  – эксплуатационная скорость.

$$V_{\varepsilon} = \frac{L}{T_H} = \frac{\sum l_{\Gamma} + \sum l_x + \sum l_H}{\sum T_{движ.} + \sum T_{пр}} = \left[ \frac{l_{e\Gamma} \cdot Z_e}{\beta} \right] : \left[ \frac{l_{er} \cdot Z_e}{V_T \cdot \beta} + t_{n-p} \cdot Z_e + \sum t_{ПС} \right] =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{V_T} + \frac{t_{n-p} \cdot \beta}{l_{er}} + \frac{\sum t_{ПС} \cdot \beta}{l_{er} \cdot Z_e}} \quad (2)$$

где  $V_e$  – эксплуатационная скорость при грузовых перевозках;

$t_{np}$  – простой при погрузке-разгрузке;

$t_{ПС}$  – простой случайный (например, по организационным причинам);

$\beta$  – коэффициент использования пробега подвижного состава;

В настоящее время на автомобильном транспорте при определенной себестоимости дорожные расходы и расходы на погрузочно-разгрузочные работы не включаются, хотя достигают до 35% от суммарной себестоимости.

Дорожные расходы в настоящее время в себестоимости перевозок явно не включаются. Они влияют на себестоимость косвенно, за счет повышения налога с оборота при определении стоимости топлива, шин и запасных частей. Погрузочно-разгрузочные работы ведутся обычно грузоотправителями и грузополучателями. В тех случаях, когда эти работы ведутся АТП, их работа оплачивается соответствующими организациями по тарифам за фактически выполненное число тонно-операций.

Если в (1) подставить значения  $V_{\mathcal{E}}$ ,  $W_Q$ ,  $W_P$  и пренебречь дорожной, погрузочно-разгрузочной составляющими, а также случайными постоянными, то себестоимость единицы транспортной работы можно выразить:

для грузовых автомобилей

$$S = \frac{1}{q \cdot \gamma_D \cdot \beta} \cdot \left[ S_{nep} + \frac{S_{nocm} (l_{er} + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p})}{l_{er} \cdot V_T} \right], \text{ [руб/ткм]} \quad (3)$$

Кроме себестоимости единицы транспортной работы иногда необходимо определять себестоимость 1 авт-ч работы и 1 км пробега

Себестоимость 1 авт-ч:

$$S_{a-ч} = S_{nep} \cdot V_{\mathcal{E}} + S_{nocm}, \text{ [руб/авт-ч]} \quad (4)$$

Себестоимость 1 км пробега

$$S_1 = S_{nep} + \frac{S_{nocm}}{V_{\mathcal{E}}}, \text{ [руб/км]} \quad (6)$$

## 2. Анализ себестоимости перевозок

Преобразуем формулу себестоимости перевозок грузовыми автомобилями к виду:

$$S = \frac{1}{q \cdot \gamma_D} \cdot \left[ \frac{S_{nep}}{\beta} + \frac{S_{nocm}}{\beta \cdot V_T} + \frac{S_{nocm} \cdot t_{n-p}}{l_{er}} \right] \quad (10)$$

2.1. Зависимость  $S$  от  $q \cdot \gamma_D$ , остальные члены – const, тогда

$$S = \frac{a_1}{q \cdot \gamma_D}$$

$q \cdot \gamma_D$  – уравнение равнобочной гиперболы, центр которой находится в начале координат.

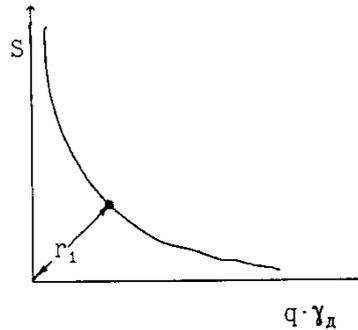
$$a_1 = \frac{S_{nep}}{\beta} + \frac{S_{nocm}}{\beta \cdot V_T} + \frac{S_{nocm} \cdot t_{n-p}}{l_{er}}$$

где

Расстояние от вершины гиперболы до начала координат равно

$$r_1 = \sqrt{2 \cdot a_1}$$

Чем больше величина  $a_1$ , тем дальше будет расположена вершина гиперболы и меньше крутизна ее ветвей.



2.2. Зависимость себестоимости от длины ездки с грузом, технической скорости и использования пробега

а) из (10) при  $l_{er} = var$ , следует

$$S_{1er} = \frac{a_2}{l_{er}} + b_2,$$

где

$$a_2 = \frac{S_{nocm} \cdot t_{n-p}}{q \cdot \gamma_D};$$

$$b_2 = \frac{1}{q \cdot \gamma_D} \cdot \left( \frac{S_{nep}}{\beta} + \frac{S_{nocm}}{\beta \cdot V_T} \right).$$

б) из (10) при  $V_T = var$ , следует

$$S_{VT} = \frac{a_3}{V_T} + b_3$$

где

$$a_3 = \frac{S_{nocm}}{q \cdot \gamma_D \cdot \beta};$$

$$b_3 = \frac{1}{q \cdot \gamma_D} \cdot \left( \frac{S_{nep}}{\beta} + \frac{S_{nocm} \cdot t_{n-p}}{l_{er}} \right).$$

в) из (10) при  $\beta = var$ , следует

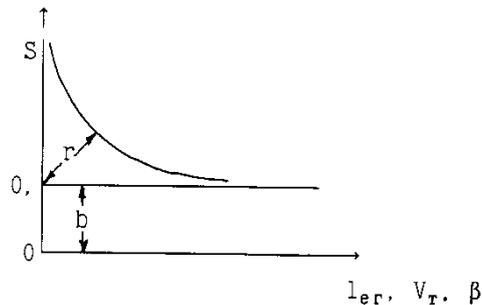
$$S_p = \frac{a_4}{\beta} + b_4$$

где

$$a_4 = \frac{S_{nep}}{q \cdot \gamma_D} + \frac{S_{nocm} \cdot t_{n-p}}{l_{er} \cdot q \cdot \gamma_D}$$

$$b_4 = \frac{S_{nocm} \cdot t_{n-p}}{l_{er} \cdot q \cdot \gamma_D}$$

Все полученные уравнения являются уравнениями равнобочных



гипербол.

1.3. Зависимость себестоимости от времени простоя под погрузкой и выгрузкой.

Из (1) при  $t_{n-p} = var$  следует

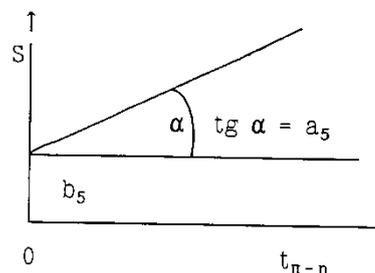
$$S = a_5 \cdot t_{n-p} + b_5$$

где

$$a_5 = \frac{S_{nocm}}{q \cdot \gamma_D \cdot l_{er}} ;$$

$$b_5 = \frac{1}{q \cdot \gamma_D} \cdot \left( \frac{S_{nep}}{\beta} + \frac{S_{nocm}}{\beta \cdot V_T} \right)$$

Это уравнение прямой



Количественная оценка влияния эксплуатационных факторов на себестоимость перевозок осуществляется работниками АТП путем построения характеристических графиков (для данных условий) или анализом структуры себестоимости перевозок (см. например, таблицу)

	Статьи затрат	Себестоимость по видам перевозок
--	---------------	----------------------------------

п/п		грузовые	автобусы	легков ые такси
	Зарплата водителей и кондукторов + начисления	33	33	42
	ГСМ	20	21	16
	Шины	5	5	3
	ТО,ТР	12	12	10
	Амортизация	14	14	12
	Накладные расходы	16	15	17
	Итого	100	100	100

### 3. Метод характеристических графиков

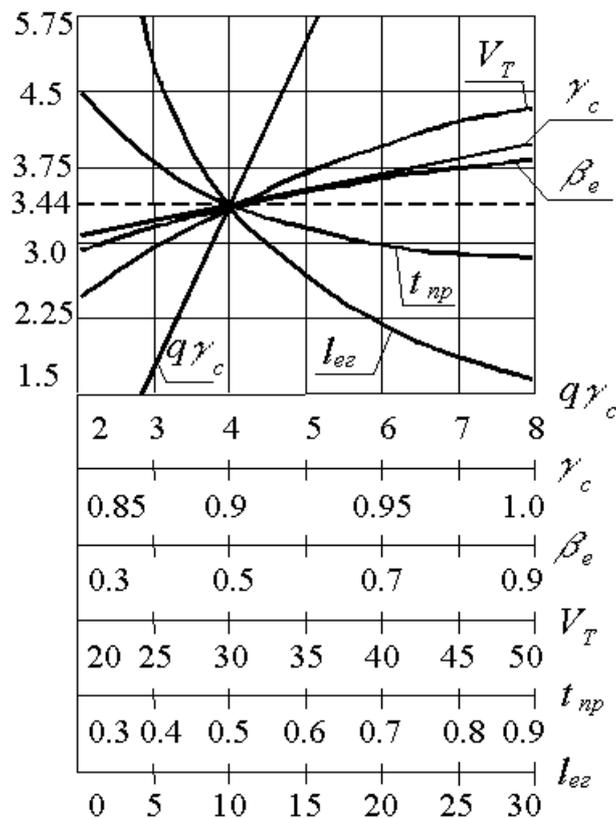
Этот метод основан на последовательном анализе влияния каждого фактора в отдельности на итоговый показатель, например, производительность или себестоимость. Метод использует рассмотренный выше прием, когда все показатели, кроме одного, принимаются постоянными, а для исследуемого показателя строится график. Применяя этот прием поочередно ко всем показателям получают семейство графиков, построенных на одной координатной сетке (но с разными осями). Такие графики называются характеристическими. Они позволяют найти показатель или показатели, изменение которых в реальных диапазонах, позволит причины и возможные резервы улучшения деятельности АТП (по итоговому показателю).

Метод является приближенным, так как не учитывает одновременного влияния ряда факторов на итоговый показатель. Однако в практике работы АТП его достаточно широко используют.

**Пример.** Определить за счет, каких показателей возможно увеличение часовой производительности "среднестатистического" автомобиля в АТП со значения 3.44 т/ч до значения 4 т/ч, если его показатели работы следующие:

$$l_{er}=10\text{км}, V_T=30\text{ км/ч}, \beta=0,5, t_{np}=0,5\text{ч}, q_{\phi}=4\text{т}, q=4,44, \gamma_c=0,9$$

$$W_{\phi}, [\text{т/ч}]$$



$\Delta W_{общ} = \Delta W_q + \Delta W_{\gamma_c} + \dots + \Delta W_{l_{er}}$  – при одновременном суммировании всех (или нескольких) факторов.

#### 4. Интегральный метод анализа эффективности работы АТП

Руководитель с помощью интегрального метода может определить те технико-эксплуатационные параметры (в дальнейшем факторы), которые оказали наибольшее негативное влияние на итоги работы автотранспортного предприятия. Под итогами понимается обычно значение какого-либо интегрального показателя, например, производительности "среднего" автомобиля, производительности парка в целом, себестоимости перевозок и т.д. Определение таких факторов позволяет Руководителю, произвести целенаправленный анализ работы служб и подТЕМАений АТП с целью выявления "узких мест" и затем принять корректирующие меры. Интегральный метод относится к одному из наиболее точных методов детерминированного факторного анализа и с математической точки зрения представляет собой исследование функции нескольких переменных (факторов) методами вариационного исчисления.

Пусть известна аналитическая зависимость итогового показателя от  $n$  показателей (аргументов - факторов), т.е.  $W = W(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Известны значения этих факторов и самой функции за прошлый и за анализируемый периоды (могут рассматриваться также плановые и фактические значения факторов и функции). Эти значения записываются в таблицу. В последнем столбец записываются приращения факторов и функции.

Прошлый период (план)	Анализируемый период (факт)	Приращение $\Delta x_i$
$x_1^0$	$x_1^1$	$x_1^1 - x_1^0$
...	...	...
$x_i^0$	$x_i^1$	$x_i^1 - x_i^0$
...	...	...
$x_n^0$	$x_n^1$	$x_n^1 - x_n^0$
$W^0$	$W^1$	$\Delta W = W^1 - W^0$

Полное изменение итогового показателя складывается из частных приращений от изменения каждого аргумента-фактора, т.е.

$$\Delta W = \Delta W_{x_1} + \Delta W_{x_2} + \dots + \Delta W_{x_i} + \Delta W_{x_n} \quad (1)$$

Нас интересует вклад каждого фактора в изменение итогового показателя. Как известно, каждое из этих значений определяется по формуле

$$\Delta W_{x_i} = \int_{L(M_0, M_1)} grad_{x_i}(W) dx_i = \int_{L(M_0, M_1)} \frac{\partial W}{\partial x_i} dx_i, \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

где интегралы берутся по траектории  $L(M_0M_1)$  при переходе от точки  $M_0(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$  к точке  $M_1(x_1^1, x_2^1, \dots, x_n^1)$ . От вида траектории в значительной степени зависит точность и возможность интегрирования.

Х.Д. Квитко в книге "Эффективность использования грузовых автомобилей", М.: Транспорт, 1979 на большом фактическом материале доказал, что в качестве такой траектории (она называется экстремаль) с достаточной для практики точностью может быть использована прямая линия. При этом закон изменения  $i$ -го аргумента можно принять в параметрическом виде:

$$x_i = x_i^0 + \Delta x_i \cdot \varphi, \quad \varphi \in [0, 1]. \quad (3)$$

Это позволяет представить интегралы по траекториям (2) в виде простых определенных интегралов.

Для этого в каждой частной производной, которую необходимо найти сначала аналитически, осуществляется замена всех переменных  $x_i$  в соответствии с выражениями (3). В итоге получится  $n$  подынтегральных функций  $Y_i(\varphi)$ , ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), каждая из которых зависит только от одного аргумента  $\varphi$  и констант  $x_i^0$  и  $\Delta x_i$ , т.е.

$$\frac{\partial W}{\partial x_i} = Y_i(\varphi), \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Затем уже можно получить определенные интегралы

$$\Delta W_{x_i} = \int_0^1 Y_i(\varphi) d(x_i^0 + \Delta x_i \cdot \varphi) = \Delta x_i \cdot \int_0^1 Y_i(\varphi) d\varphi, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

Для вычисления  $i$ -го частного приращения по (4) в ряде случаев интегралы удастся взять аналитически. В большинстве практических случаев вычисление интегралов в (4) приходится выполнять каким-либо численным методом. Точность вычислений можно проконтролировать с помощью (1), которое должно обращаться в тождество с принятой в инженерной практике точностью ( $\leq 10\%$ ). Если такую точность получить не удастся, то либо в вычислениях содержатся ошибки, либо имеется слишком большая разница в параметрах предыдущего и анализируемого периода (представление законов изменения аргументов-факторов линейными функциями неправомерно). В последнем случае необходимо уменьшить длительности периодов и интервалы между ними.

Интегралы (4) обычно вычисляются одним из распространенных численных методов (например, методом Симпсона) на ЭВМ или с помощью средств вычисления интегралов в программном продукте MATCAD.

Затем все  $\Delta W_{x_i}$  ранжируются либо по возрастанию, если итоговый показатель – производительность, доход и т.п. (чем больше, тем лучше), или по убыванию, если итоговый показатель, например, себестоимость или приведенные затраты (чем меньше, тем лучше).

Первое приращение в этом ряду оказало наихудшее влияние на изменение итогового показателя, затем следует второе по значимости влияния приращение, третье и т.д. Соответствующие этим приращениям показатели являются искомыми. Именно они оказали наихудшее влияние на эффективность работы. В первую очередь Руководитель должен проанализировать причины, повлиявшие на изменение первого показателя, затем второго и т.д.

#### 5. Пути повышения производительности автомобилей и снижения себестоимости перевозок

Ясно, что каждый такой показатель зависит от определенного набора факторов и сторон деятельности автопредприятия. Если, например, таким показателем окажется средняя грузоподъемность единицы подвижного состава парка, то Руководитель может начать целенаправленную работу по увеличению количества автомобилей с грузоподъемностью более или менее средней.

Если таким показателем окажется, например, время в наряде, то Руководитель должен проанализировать причины уменьшения времени в наряде. Как известно, это может произойти при более позднем выпуске и/или при более раннем возвращении автомобилей в парк из-за ухудшения организации процесса перевозок или в результате роста количества сходов автомобилей с линии по техническим причинам. Если при этом снизилось значение коэффициента выпуска, а коэффициент технической готовности остался примерно на том же уровне, то причины - организационные. В противном случае - технические. Подобным образом анализируются и другие показатели.

После анализа этих причин Руководитель может уже принять соответствующее корректирующее решение.

Таким образом, интегральный метод дает руководителю инструмент для анализа работы АТП и облегчает поиск эффективного решения, корректирующего работу АТП.

#### 6. Решение задачи анализа эффективности работы подвижного состава интегральным методом

Проанализируем итоги работы некоторого АТП с помощью интегрального метода применительно к часовой производительности "среднестатистического" автомобиля парка. Средние показатели работы парка АТП за прошлый и анализируемый период представлены в табл. 1:

Средние за период показатели работы парка АТП

Таблица 1

Наименование показателя	Обозначение	Прошлый период (январь 2000 г.)	Анализируемый период (февраль 2000 г.)
Грузоподъемность, т	q	5,0	5,2
Коэфф. использования грузоподъемности	$\gamma$	0,7	0,65
Коэфф. использования пробега	$\beta$	0,55	0,52
Техническая скорость, км/ч	$V_T$	28	30
Длина ездки с грузом, км	$l_{ег}$	20	19
Простой под погрузкой-разгрузкой, час	$t_{п-р}$	0,6	0,51

Дальнейшие вычисления проведем с помощью пакета прикладных программ MATHCAD 8.0. Условимся обозначать переменные прошлого периода соответствующей буквой и цифрой 1, а переменные анализируемого периода – буквой и цифрой 2. Показатели с индексами будем для простоты обозначать соответствующими переменными без индексов.

1. Присвоим переменным исходные значения

$$q1:=5$$

$$q2:=5.2$$

$$\gamma1:=0.7$$

$$\gamma2:=0.65$$

$$\beta1:=0.55$$

$$\beta2:=0.52$$

$$v1:=28$$

$$v2:=30$$

$$l1:=20$$

$$l2:=19$$

$$t1:=0.6$$

$$t2:=0.51$$

2. Введем формулы для вычисления средней часовой выработки (производительности) единицы подвижного состава парка за соответствующий период

$$w1:=\frac{q1 \cdot \gamma1 \cdot \beta1 \cdot v1 \cdot l1}{l1 + \beta1 \cdot v1 \cdot t1}$$

$$w2:=\frac{q2 \cdot \gamma2 \cdot \beta2 \cdot v2 \cdot l2}{l2 + \beta2 \cdot v2 \cdot t2}$$

3. Запишем формулы нахождения приращений аргументов-факторов и итогового показателя

$$\Delta q := q_2 - q_1$$

$$\Delta \gamma := \gamma_2 - \gamma_1$$

$$\Delta \beta := \beta_2 - \beta_1$$

$$\Delta v := v_2 - v_1$$

$$\Delta l := l_2 - l_1$$

$$\Delta t := t_2 - t_1$$

$$\Delta w := w_2 - w_1$$

4. Выведем на экран рассчитанные значения приращений (не обязательный пункт)

$$\Delta q = 0.2$$

$$\Delta \gamma = -0.05$$

$$\Delta \beta = -0.03$$

$$\Delta v = 2$$

$$\Delta l = -1$$

$$\Delta t = -0.09$$

$$\Delta w = 0.298$$

Положительное значение  $\Delta w$  свидетельствует о том, что в анализируемом периоде выработка единицы подвижного состава парка возросла. Тем не менее РУКОВОДИТЕЛЬ хочет с помощью последующего анализа найти "узкие" места в производственном процессе и повысить в дальнейшем выработку подвижного состава.

5. Введем в соответствии с выражениями (3) предыдущей лекции формулы, задающие законы изменения аргументов-факторов, а также итогового показателя

$$q(f) := q_1 + \Delta q \cdot f$$

$$\gamma(f) := \gamma_1 + \Delta \gamma \cdot f$$

$$\beta(f) := \beta_1 + \Delta \beta \cdot f$$

$$v(f) := v_1 + \Delta v \cdot f$$

$$l(f) := l_1 + \Delta l \cdot f$$

$$t(f) := t_1 + \Delta t \cdot f$$

$$W(q, \gamma, \beta, v, l, t) := \frac{q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot v \cdot l}{l + \beta \cdot v \cdot t}$$

6. Далее в соответствии с интегральным методом нужно аналитически найти выражения частных производных от функции  $W(q, \gamma, \beta, v, l, t)$  итогового показателя по каждому аргументу-фактору. Однако MATHCAD 8.0 позволяет эти преобразования вручную не выполнять (они выполняются автоматически). Для этого достаточно лишь ввести формулы для вычисления производных

$$U_q(q, \gamma, \beta, v, l, t) := \frac{d}{dq} W(q, \gamma, \beta, v, l, t)$$

$$U_\gamma(q, \gamma, \beta, v, l, t) := \frac{d}{d\gamma} W(q, \gamma, \beta, v, l, t)$$

$$U\beta(q, \gamma, \beta, v, l, t) := \frac{d}{d\beta} W(q, \gamma, \beta, v, l, t)$$

$$Uv(q, \gamma, \beta, v, l, t) := \frac{d}{dv} W(q, \gamma, \beta, v, l, t)$$

$$Ul(q, \gamma, \beta, v, l, t) := \frac{d}{dl} W(q, \gamma, \beta, v, l, t)$$

$$Ut(q, \gamma, \beta, v, l, t) := \frac{d}{dt} W(q, \gamma, \beta, v, l, t)$$

7. Затем в соответствии с методом требовалось выполнить замену переменных в выражениях частных производных. MATHCAD 8.0 позволяет это не делать (все это будет сделано автоматически) и сразу перейти к вычислениям частных приращений в соответствии с формулами (4) предыдущей лекции

$$Wq := \Delta q \cdot \int_0^1 Uq(q(f), \gamma(f), \beta(f), v(f), l(f), t(f)) df$$

$$W\gamma := \Delta \gamma \cdot \int_0^1 U\gamma(q(f), \gamma(f), \beta(f), v(f), l(f), t(f)) df$$

$$W\beta := \Delta \beta \cdot \int_0^1 U\beta(q(f), \gamma(f), \beta(f), v(f), l(f), t(f)) df$$

$$Wv := \Delta v \cdot \int_0^1 Uv(q(f), \gamma(f), \beta(f), v(f), l(f), t(f)) df$$

$$Wl := \Delta l \cdot \int_0^1 Ul(q(f), \gamma(f), \beta(f), v(f), l(f), t(f)) df$$

$$Wt := \Delta t \cdot \int_0^1 Ut(q(f), \gamma(f), \beta(f), v(f), l(f), t(f)) df$$

8. Проверим точность вычислений для чего введем формулу и получим величину ошибки

$$\frac{\Delta w - (Wq + W\gamma + W\beta + Wv + Wl + Wt)}{Wq + W\gamma + W\beta + Wv + Wl + Wt} \cdot 100 = 5.288 \cdot 10^{-12}$$

Величина ошибки очень мала, следовательно, вычисления выполнены корректно (нет ошибок в вычислениях и допущение о линейности законов изменения аргументов-факторов в данном случае – справедливо)

9. Выведем результаты вычислений частных приращений

$$Wq = 1.453$$

$$W\gamma = - 2.745$$

$$W\beta = - 1.442$$

$$Wv = 1.773$$

$$Wl = - 0.581$$

$$Wt = 1.841$$

$$Wq + W\gamma + W\beta + Wv + Wl + Wt = 0.298$$

10. Проранжируем частные приращения в порядке возрастания (для этого и далее MATHCAD уже не нужен)

$$W_{\gamma} = - 2.745$$

$$W_{\beta} = - 1.442$$

$$W_l = - 0.581$$

$$W_q = 1.453$$

$$W_v = 1.773$$

$$W_t = 1.841$$

Из полученных результатов ясно, что изменение в анализируемом периоде показателей  $\gamma$ ,  $\beta$ ,  $l$  привело к снижению возможного значения производительности (отрицательные значения частных приращений). Причем наибольшее негативное влияние внесло изменение показателя  $\gamma$ .

Изменение показателей  $q$ ,  $v$ ,  $t$  привело к росту значения производительности. Наибольшее влияние на рост производительности оказало изменение показателя  $t$ .

Затем РУКОВОДИТЕЛЬ должен установить причины изменения показателей,  $\gamma$ ,  $\beta$ ,  $l$  в анализируемом периоде. Для этого необходимо изучить путевые листы и товарно-транспортные накладные за указанный период. Эти документы дадут РУКОВОДИТЕЛЮ информацию о том как использовался подвижной состав по грузоподъемности (параметр  $\gamma$ ) и по пробегу с грузом (параметры  $\beta$  и  $l$ ).

Чтобы повысить значение  $\gamma$ , РУКОВОДИТЕЛЬ должен отдать распоряжение службе эксплуатации о более корректном распределении подвижного состава по грузоподъемности в соответствии с заказами (категорически запретить перевозку небольших партий грузов большегрузными автомобилями). Для штучных грузов контролировать их укладку в кузовах, добиваясь максимальной массы груза; для грузов небольшой плотности применять подвижной состав с наращенными бортами; для мелкопартионных грузов стараться перевозить сразу несколько партий на одном автомобиле. И, вообще, выпускать подвижной состав в рейсы лишь тогда, когда коэффициент использования грузоподъемности в рейсе будет больше значения  $\gamma$  в анализируемом периоде.

РУКОВОДИТЕЛЬ далее разрабатывает мероприятия, которые позволят улучшить значения показателей  $\beta$  и  $l$  соответственно.

#### ***ТЕМА 6: ВЫБОР ПОДВИЖНОГО СОСТАВА. ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОПАРКА***

1. Принципы выбора подвижного состава. Учет климатических и дорожных условий
2. Принципы выбора подвижного состава оптимальной грузоподъемности для использования с заданными погрузочно-разгрузочными средствами
3. Выбор типа автомобиля-самосвала для перевозки навалочных и насыпных грузов

4. Выбор автомобилей-тягачей для перевозок тяжеловесных грузов
  5. Выбор структуры парка автомобилей с учетом партионности перевозок
  6. Методика выбора оптимального подвижного состава по равноценной длине ездки
  7. Эффективность применения автопоездов
  8. Эффективность применения специализированного подвижного состава
  9. Выбор подвижного состава по экономическим показателям
  10. Методика выбора и оптимального распределения грузового подвижного состава по заказам
1. Принципы выбора подвижного состава. Учет климатических и дорожных условий

При организации перевозок немаловажное значение имеет выбор эффективного типа подвижного состава для осуществления перевозок в конкретных условиях, определяемых свойствами грузов, природно-климатическими особенностями, наличием тары или упаковки, требованиями, предъявляемыми к сохранности грузов, технико-эксплуатационными характеристиками подвижного состава, сроками доставки, способами выполнения погрузочно-разгрузочных работ и другими. Рекомендуемая схема выбора типа подвижного состава приведена на рис.1.

Основанием для выбора подвижного состава для перевозки конкретного груза является: объем перевозок, Расстояние транспортирования и характеристика груза. В принятой классификации грузовые автомобили по грузоподъемности делятся на пять групп:

особо малой грузоподъемности	до	0,5т;
малой грузоподъемности	от	0,5 до 2,0т;
средней грузоподъемности	от	2,0 до 5,0т;
большой грузоподъемности	от	5,0 до 15,0т;
особо большой грузоподъемности	от	15,0т и более.

При перевозке массовых грузов необходимо использовать прицепы. В этом случае грузоподъемность автопоезда складывается из грузоподъемности автомобиля и грузоподъемности прицепов. По этой суммарной грузоподъемности он относится к той или иной группе автомобилей. Таким образом, на данном этапе определяются градации автомобилей по грузоподъемности для перевозок заданной номенклатуры грузов.

Дорожные условия характеризуются предельной осевой нагрузкой, предельной скоростью движения, предельными габаритными размерами АТС, типом и состоянием дорожного покрытия, наличием подъездных путей к пунктам погрузки и разгрузки грузов и другими параметрами.

По величине предельных осевых нагрузок все автомобили поделяются на группы А, Б и внедорожные автомобили. Для автомобилей и автопоездов группы А установлена предельно допустимая осевая нагрузка от одиночной наиболее нагруженной оси не более 100кН (при ее расстоянии до смежной оси 2,5м и более).

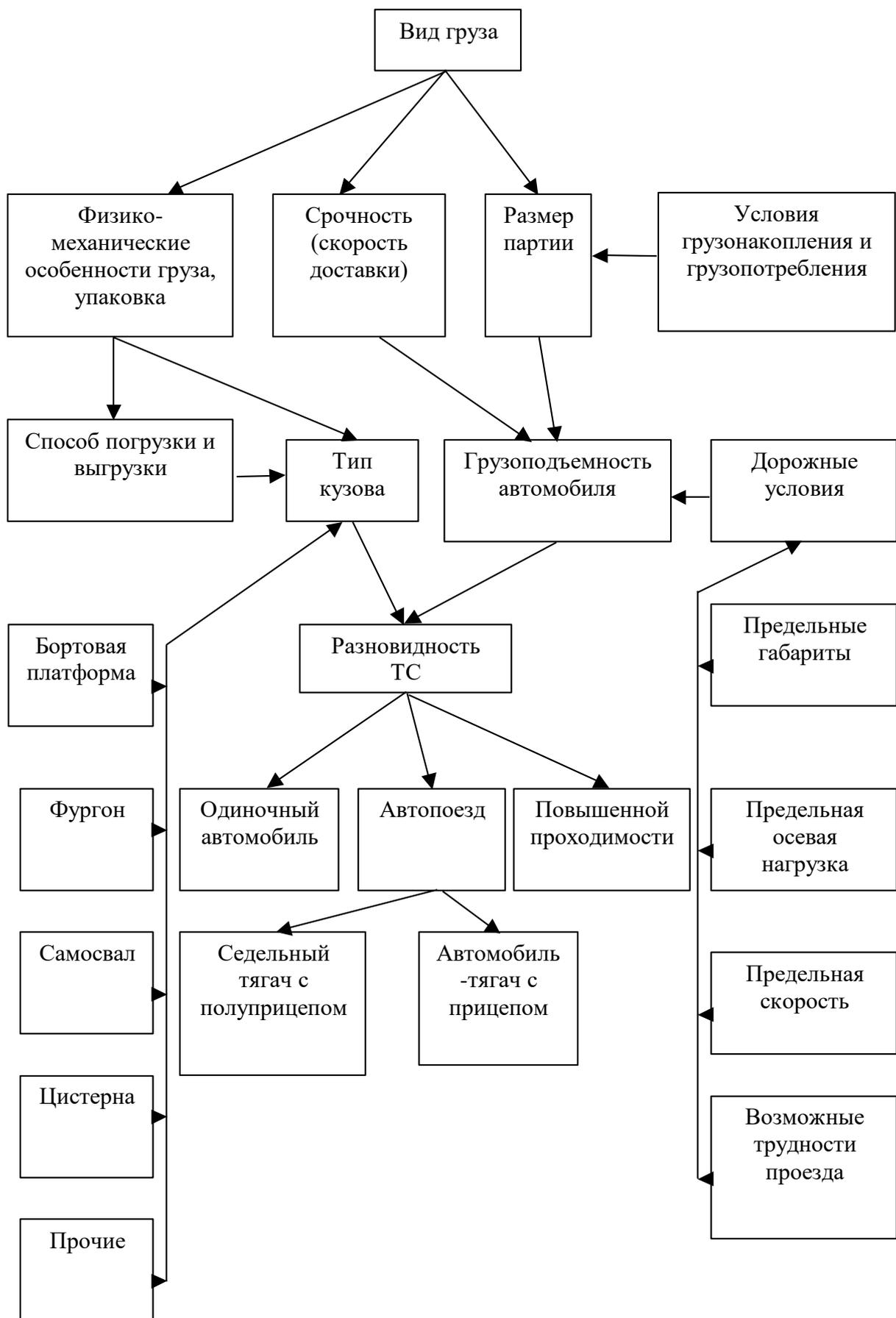


Рис.1 Схема выбора автомобильных транспортных средств

Автомобили группы А требуют дорог с усовершенствованным покрытием I и II технической категории (цементобетон, асфальтобетон).

Для автомобилей группы Б предельно допустимая осевая нагрузка от одиночной оси установлена не более 60кН. Автомобили и автопоезда этой группы допускаются к применению на дорогах общего пользования без ограничения.

К внедорожным автомобилям относятся автомобили у которых вес, приходящийся на одну из осей, превышает 100кН.

Нарушение этих норм приводит к преждевременному разрушению дорог. Чтобы избежать чрезмерных затрат на строительство дорожной сети, нагрузка на ось автомобиля не должна превышать 50-60кН.

Скорость АТС, помимо других факторов, связана с энергоемкостью автомобиля. Для повышения производительности и эксплуатационной надежности этот показатель должен быть равным 6-7,5кВт/т общей массы автомобиля или автопоезда.

Высота автомобиля с грузом не должна превышать 4м, а ширина не более 2,5м. Предельная длина одиночного автомобиля, вне зависимости от количества осей, должна быть не более 12 метров, автопоезда с одним прицепом не более 20м. Автопоезд с двумя и более прицепами считается крупногабаритным транспортным средством.

По проходимости все автомобили подТЕМАются на три группы - дорожные, повышенной проходимости и высокой проходимости. Автомобили дорожные предназначены для перевозки грузов только по дорогам. (Случаи съезда с дорог рассматриваются как исключение).

Автомобили повышенной проходимости - полноприводные со всеми ведущими мостами и специальными шинами, рассчитанными на возможность выполнения перевозок в трудных дорожных условиях и без дорог. Автомобили высокой проходимости предназначены для перевозок по труднопроходимым дорогам и по местности без дорог.

Уточнив размерную группу автомобиля по соответствию дорожным условиям, рациональную величину грузоподъемности АТС, проверяют соответствие транспортного средства природно-климатическим условиям.

В северных районах требуется северное исполнение подвижного состава, в южных – тропическое и т.д.

## 2. Принципы выбора подвижного состава оптимальной грузоподъемности для использования с заданными погрузочно-разгрузочными средствами

Уточнив размерную группу автомобиля по соответствию дорожным условиям, рациональную величину грузоподъемности АТС определяют по их соответствию АТС погрузочным средствам. При механизированной погрузке должна соблюдаться кратность между вместимостью АТС и емкостью рабочего органа погрузочного механизма

$$m = \frac{V_a}{V_k K_n}, \quad (1)$$

где  $m$  - целое число ковшей погрузчика, загружаемых в автотранспортное средство;

$V_a$  - емкость кузова, м<sup>3</sup>;

$V_k$  - емкость ковша погрузчика, м<sup>3</sup>;

$K_n$  - коэффициент наполнения ковша погрузчика (0,7...0,9).

Число  $m$  должно находиться в пределах 3...5 для одноковшовых погрузчиков и 1...3 для погрузчиков с задней разгрузкой.

Для принятого погрузчика значение статического коэффициента использования грузоподъемности

$$\gamma_c = \frac{V_k \cdot K_n \cdot m \cdot \varepsilon_z}{q}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_z$  - объемная (навалочная) плотность груза, т/м<sup>3</sup> (должна находиться в пределах (1±0,1)).

Окончательно модель подвижного состава выбирают на основе принятого критерия эффективности, которым может быть минимальная себестоимость транспортирования, минимальная себестоимость перемещения, минимальная себестоимость перевозок, максимальная скорость перевозки, минимальная величина потерь груза при перевозке и другие показатели.

### 3. Выбор типа автомобиля-самосвала для перевозки навалочных и насыпных грузов

Объем кузова автомобиля-самосвала подбирается в соответствии с объемной массой перевозимых в нем навалочных и насыпных грузов. Объем кузова может быть рассчитан наиболее точно, если исходить из того, что все сыпучие грузы практически грузятся с "шапкой", т.е. при механизированной погрузке образуется пирамидальное возвышение от бортов к центру кузова (рис. 1). При этом высота "шапки" будет зависеть от угла естественного откоса перевозимого груза.

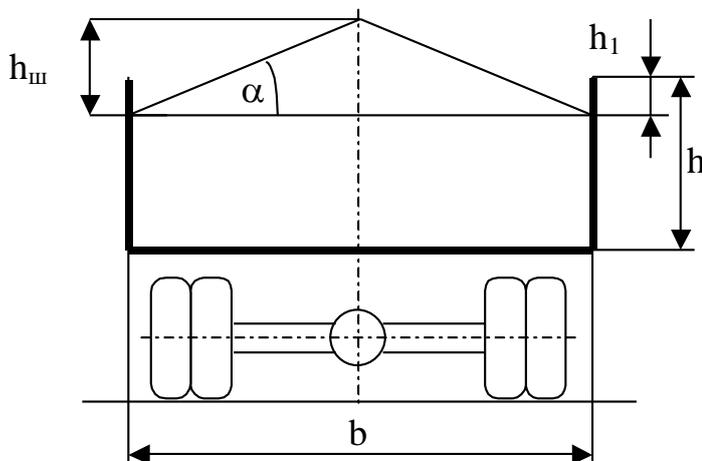


Рис. 1. Схема размещения насыпного груза в кузове автомобиля-самосвала

Максимально возможный объем перевозимого груза, зависящий от угла естественного откоса  $\alpha$ , равен

$$V_{\alpha} = V_p + V_{ш} = S(h - h_1) + \frac{b \cdot S \cdot \operatorname{tg} \alpha}{6}, \quad (3)$$

где  $V_p = S(h - h_1)$  - рабочий объем кузова, м<sup>3</sup>;

$$V_{ш} = \frac{1}{3} S \cdot h_{ш} = \frac{b \cdot S \cdot \operatorname{tg} \alpha}{6} \quad - \text{объем шапки груза, м}^3;$$

$S$  - площадь кузова автомобиля, м<sup>2</sup>;

$h$  - внутренняя высота бортов кузова, м;

$h_1$  - расстояние от верхнего края бортов до допускаемого уровня загрузки груза в кузов, м; ( $h_1=0,1$ м);

$h_{ш}$  - высота "шапки" груза, м;

$\alpha$  - угол естественного откоса груза, град;

$b$  - ширина кузова автомобиля, м.

Объем груза, который фактически можно погрузить в кузов, должен удовлетворять двум условиям:

- масса груза не должна превысить грузоподъемность автомобиля и, следовательно, объем груза ограничивается величиной

$$V_q = \frac{q}{\rho}, \quad (4)$$

где  $q$  - грузоподъемность автомобиля, т;

$\rho$  - объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

- в автомобиль должно быть погружено целое число ковшей погрузчика (экскаватора) и, следовательно, реальный объем груза ограничивается величиной

$$V_{\text{груза}} = \operatorname{int}\left(\frac{V_m}{V_k K_n}\right) V_k K_n, \quad (5)$$

где  $V_m = \min\{V_{\alpha}, V_q\}$ ;

$V_k$  - емкость ковша погрузчика, м<sup>3</sup>;

$K_n$  - коэффициент наполнения ковша погрузчика (0,7...0,9).

В формуле (5)  $\operatorname{int}()$  означает операцию получения целой части от частного.

Таким образом (5) определяет объем конкретного груза, который может быть погружен в выбранный автомобиль-самосвал при заданном типе погрузчика.

Затем определяют величину коэффициента использования грузоподъемности

$$\gamma_c = \frac{V_{\text{груза}} \rho}{q}. \quad (6)$$

Углы естественного откоса некоторых насыпных и навалочных строительных грузов, град

Наименование груза	При движении	В состоянии покоя
Бульжник	-	38
Грунт глинистый жирный сухой	-	40-45
То же, влажный	-	35
То же, мокрый	-	15-20
Гравий	30	45
Песок	30	45
Известь гашеная в порошке	25	-
Цемент	-	40
Шлак	35	50
Щебень	35	45
Земля сухая	-	40
Земля влажная	-	25
Земля мокрая	-	35

Если окажется, что величина коэффициента использования грузоподъемности не удовлетворяет допустимому значению, то необходимо выбрать другой автомобиль-самосвал.

#### 4. Выбор автомобилей-тягачей для перевозок тяжеловесных грузов

Основным критерием при выборе тягача для буксирования тяжеловесного прицепа является сила тяги на крюке, которая должна быть больше суммарного сопротивления движению тяжеловесного прицепа с грузом в тяжелых дорожных условиях.

Сила тяги на крюке из условия сцепления ведущих колес с поверхностью качения при установившемся движении (без учета силы сопротивления воздуха)

$$P_{FKP} = \varphi \cdot g \cdot M_{сц} \cdot \cos \alpha - g \cdot M_T \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha),$$

где  $\varphi$  - коэффициент ведущих шин автомобиля-тягача с дорогой;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$M_{сц}$  - масса автомобиля-тягача, приходящаяся на ведущие колеса, кг;

$\alpha$  - угол продольного уклона дороги, град;

$M_T$  - полная масса автомобиля-тягача с требуемым количеством баласта, кг;

$f$  - коэффициент сопротивления качению.

Учитывая, что при  $\alpha < 10^\circ$   $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = i$  и  $\cos \alpha \approx 1$ , и введя коэффициент сцепной массы  $k_{сц} = M_{сц}/M_T$ , получаем

$$P_{\varphi_{KP}} = g \cdot M_T \cdot (\varphi \cdot k_{CЦ} - f - i), \quad (1)$$

где  $i$  - продольный уклон дороги.

Сила тяги по характеристике двигателя, трансмиссии и ходовой части при установившемся движении (без учета силы сопротивления воздуха)

$$P_{ДКР} = \frac{M_B \cdot i_K \cdot i_D \cdot i_O \cdot \eta_T}{r_K} - g \cdot M_T \cdot (f + i), \quad (2)$$

где  $M_B$  - крутящий момент двигателя автомобиля-тягача, Н/м;

$i_K$  - передаточное число коробки передач;

$i_D$  - передаточное число раздаточной (дополнительной) коробки;

$i_O$  - передаточное число главной передачи;

$\eta_T$  - механический коэффициент полезного действия трансмиссии автомобиля-тягача;

$r_K$  - радиус качения колеса, м.

Сила сопротивления движению прицепа (без учета инерционных сил и сопротивления воздуха)

$$P_{\varphi_{np}} = g \cdot M_{np} \cdot (f + i), \quad (3)$$

где  $M_{np}$  - полная масса прицепа с грузом, кг.

С учетом (1) и (3) условия выбора параметров тягача по критерию достаточности силы тяги на крюке можно выразить в следующем виде:

$$M_T > M_{np} \cdot \frac{f + i}{\varphi \cdot k_{CЦ} - f - i}, \quad (4)$$

$$\frac{M_B \cdot i_K \cdot i_O \cdot i_D \cdot \eta_T}{r_K} > g \cdot (M_T + M_{np}) \cdot (f + i) \quad (5)$$

Другим критерием выбора автомобилей-тягачей для буксирования тяжеловесных прицепов является *требуемая мощность двигателя*, обеспечивающая минимально допустимую скорость поезда в заданных дорожных условиях. Исходя из мощностного баланса установившегося движения автомобильного средства с заданной скоростью, требуемая мощность

$$N_E = \frac{(f + i) \cdot g \cdot (M_T + M_{np}) \cdot V_M + k \cdot F \cdot V_M^3}{10^3 \cdot \eta_T}, \quad (6)$$

где  $V_M$  - заданная скорость автомобильного поезда, км/ч;

$k$  - фактор сопротивления воздуха, Нс<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;

$F$  - лобовая площадь автомобильного поезда, м<sup>2</sup>.

Следовательно, выбор автомобиля-тягача для буксировки тяжеловесных прицепов рекомендуется производить по следующей схеме:

- определить требуемую массу автомобиля-тягача (4);
- подобрать автомобиль-тягач требуемой массы с необходимым количеством балластного груза;

- проверить выполнение условия (5) для принятой массы автомобиля-тягача (тягачей). Если крутящийся момент двигателя (двигателей) недостаточный, необходимо подобрать другой, более мощный тягач (увеличить их число), чтобы обеспечивались одновременно условия (4) и (5);
- проверить соблюдение условия (6). Если мощность двигателя (двигателей) недостаточна, необходимо подобрать другой более мощный автомобиль-тягач (увеличить их число), чтобы удовлетворить одновременно условия (4) - (6).

При окончательном выборе автомобиля-тягача необходимо учитывать ограничения на осевые нагрузки и размерные параметры.

## 5. Выбор структуры парка автомобилей с учетом партионности перевозок

Структура парка автомобилей по грузоподъемности должна соответствовать распределению размера партий грузов.

Пусть в АТП имеются автомобили различной грузоподъемности  $q_j$  ( $j=1, \dots, n$ ). АТП перевозит грузы партиями различных размеров ( $m$  – размер партии груза в тоннах).

Для определения оптимальной по грузоподъемности структуры парка автомобилей должна быть установлена плотность вероятности распределения  $f(m)$  размера партий грузов  $m$ .

Выражения для плотностей вероятностей зависят от законов распределения случайной величины:

1. закон равномерной плотности  $f(m) = \frac{1}{b-a}$ ;
2. нормальный закон  $f(m) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(m-\bar{m})^2}{2\sigma^2}}$ ,  
 $\sigma = S$ ,

где  $\bar{m}$  – математическое ожидание случайной величины  $m$ ;  
 $S$  – среднеквадратическое отклонение случайной величины  $m$ ;

3. экспоненциальный закон (сдвинутый на величину  $m_c$ )

$$\left\{ \begin{array}{l} f(m) = \mu e^{-\mu(m-m_c)} \\ \mu = \frac{1}{\bar{m} - m_c} \end{array} \right.$$

Кроме указанных выше, в каждом конкретном случае могут оказаться справедливыми и другие законы, например, Релея, Вейбулла, Эрланга.

Адекватность эмпирического распределения теоретическому может оцениваться по критериям согласия - Колмогорова  $\lambda_n$ , Пирсона  $\chi^2$ , Романовского  $R_n$  и Мизеса-Смирнова  $\omega^2$ . Гипотеза о согласовании между эмпирическим и теоретическим распределениями не отвергается, если, например, для критериев Романовского и Пирсона выполняются условия:

$R_n \leq 3$ ;  $\chi^2 \leq \chi_{\gamma,k}^2$ , где  $R_n$  - расчетное значение критерия Романовского;  $\chi^2$  - расчетное значение критерия Пирсона;  $\chi_{\gamma,k}^2$  - табличное значение критерия Пирсона при доверительной вероятности  $\gamma$  и числе степени свободы  $k$ , удовлетворяющее условию, при котором вероятность

$$P(\chi^2 \geq \chi_{\gamma,k}^2) = \gamma$$

Число степеней свободы

$$k = r - p - 1,$$

где  $r$  - число интервалов разбиения случайной величины для расчета  $\chi^2$  (с учетом их объединения);

$p$  - число параметров закона распределения, определяемых по результатам обработки случайной величины.

Значение вероятности  $\gamma$  рекомендуется принимать равным 0,02-0,2 (чем больше  $\gamma$ , тем выше вероятность того, что будет отвергнута гипотеза о согласовании эмпирического и теоретического распределений).

Если  $\chi^2 \geq \chi_{\gamma,k}^2$  то гипотеза принадлежности распределения случайной величины рассматриваемому теоретическому закону отвергается.

Исходя из известной плотности распределения  $f(m)$ , вероятность предъявления отправок груза, для перевозки которых требуется автомобиль грузоподъемностью  $q_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n-1$ ), определяется интегрированием  $f(m)$  по грузоподъемности с учетом коэффициента ее использования  $\gamma_c$ :

$$P_j = \begin{cases} \int_0^{(q\gamma_c)_j} f(m)dm & \text{при } j=1. \\ \int_{(q\gamma_c)_{j-1}}^{(q\gamma_c)_j} f(m)dm & \text{при } 1 < j < n-1 \end{cases} \quad (1)$$

Вероятность  $P_{n,i}$  предъявления параметров груза, для которых необходимо выполнение  $i$  ездов автомобиля грузоподъемностью  $q_n$ , рассчитывается аналогично вероятностям  $P_j$ :

$$P_{n,i} = \begin{cases} \int_0^{(q\gamma_c)_n} f(m)dm & \text{при } i=1. \\ \int_{(i-1)(q\gamma_c)_{n-1}}^{i(q\gamma_c)_n} f(m)dm & \text{при } i > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Число ездов с грузом  $z_{ej}$ , подлежащих освоению автомобилем грузоподъемностью  $q_j$ , определяется по вероятностям  $P_j$  ( $j = 1, \dots, n-1$ ) и  $P_{n,i}$  из следующего выражения:

$$z_{ej} = \begin{cases} NP_j, & \text{если } j \leq n-1 \\ N \sum_{i=1}^{\infty} iP_{n,i}, & \text{при } j = n \end{cases} \quad (3)$$

где  $N$  - общее число отправок груза за рассматриваемый период.  
Требуемое число автомобилей грузоподъемностью  $q_j$

$$A_j = \frac{z_{ej}}{z_{e,cj} \cdot D}, \quad (4)$$

где  $z_{e,cj}$  - число ездов с грузом, осваиваемых  $j$ -м автомобилем за день (сутки);

$D$  - длительность рассматриваемого периода в рабочих днях (сутках).

Размеры перевозимых партий грузов приводят в соответствие с грузоподъемностями автомобилей с целью повышения их использования. В этом случае средний размер партии груза

$$\bar{m} = \sum_{j=1}^{n-1} P_j \cdot (q\gamma_c)_j + (q\gamma_c)_n \cdot \sum_{i=1}^{\infty} iP_{n,i} \quad (5)$$

Средний объем груза  $\bar{q}_e$ , осваиваемый за одну езду автомобиля,

$$\bar{q}_e = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} P_j \cdot (q\gamma_c)_j + (q\gamma_c)_n \cdot \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot P_{n,i}}{\sum_{j=1}^{n-1} P_j + \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot P_{n,i}} = \frac{\bar{m}}{\sum_{j=1}^{n-1} P_j + \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot P_{n,i}} \quad (6)$$

Средняя грузоподъемность автомобиля по всем ездам

$$\bar{q} = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} P_j \cdot q_j + q_n \cdot \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot P_{n,i}}{\sum_{j=1}^{n-1} P_j + \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot P_{n,i}} \quad (7)$$

Тогда общее число партий грузов, предъявляемых к перевозке,

$$N = \frac{Q}{\bar{m}} \quad (8)$$

Соотношение между числом предъявляемых партий грузов  $N$  и ездов с грузом  $z_e$  определяется коэффициентом

$$K = \frac{N}{z_e} = \frac{1}{\sum_{j=1}^{n-1} P_j + \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot P_{n,i}} \quad (9)$$

Общее число ездов с грузом, которое требуется выполнить парком автомобилей за рассматриваемый период для освоения объема перевозок груза  $Q$ , составит

$$z_e = \frac{Q}{\bar{q}_e} = \frac{Q}{q\gamma_c}, \quad (10)$$

$$\gamma_c = \frac{\bar{q}_e}{q}$$

где

Число ездов, которые требуется выполнить автомобилями  $j$ -той грузоподъемности, можно рассчитать по (3)

$$z_{ej} = \begin{cases} z_e P_j k & \text{при } j \leq n-1 \\ z_e k \sum_{i=1}^{\infty} i P_{n,i} & \text{при } j = n \end{cases} \quad (11)$$

Объем перевозок, подлежащий освоению автомобилями  $j$ -той грузоподъемности,

$$Q_j = z_{ej} (q \gamma_c)_j \quad (12)$$

Требуемое число автомобилей  $j$ -той грузоподъемности

$$A_j = \frac{Q_j}{D(q \gamma_c)_j \cdot z_{e,cj}} \quad (13)$$

Общее списочное число автомобилей для освоения заданного объема перевозок

$$A_c = \sum_{j=1}^n \frac{A_j}{\alpha_{ej}}, \quad (14)$$

где  $\alpha_{ej}$  - коэффициент выпуска автомобилей  $j$ -той грузоподъемности.

Пример. Пусть распределение размера отправок (партий) груза в междугородном сообщении случайное и соответствует усеченному экспоненциальному закону со смещением (рис. 1) с плотностью вероятности

$$f(m) = \begin{cases} 0,1 \cdot e^{0,1(m-5)} dm & \text{при } m \geq 5 \\ 0 & \text{при } m < 5 \end{cases}$$

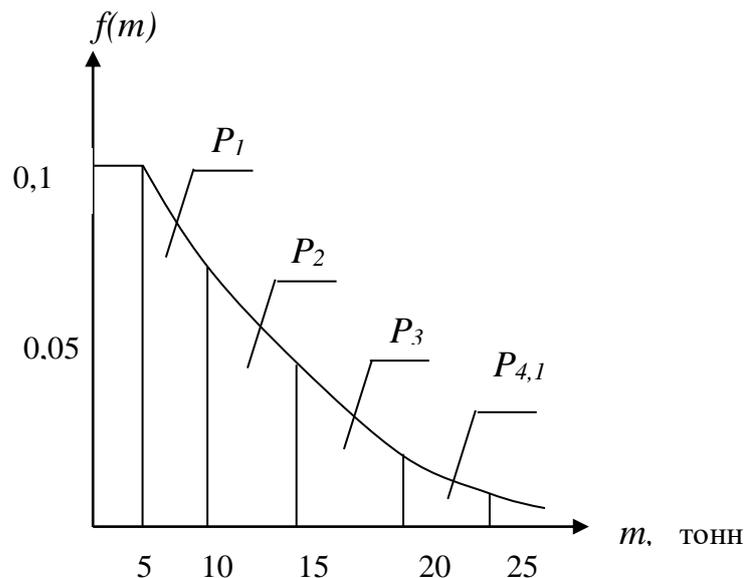


Рис. 1. Плотность вероятности распределения размеров партий груза

Суточный объем перевозок груза  $Q_c = 1200$  т. Грузоподъемности автомобилей  $q_j$ , применяемых для перевозки груза:  $q_1 = 7,5$  т;  $q_2 = 14$  т;  $q_3 = 20$

т;  $q_4 = 28$  т. Коэффициент использования грузоподъемности  $\gamma_{cj} = 1$  и выпуска их на линию в рабочие дни  $\alpha_{ej} = 0,8$ . Автомобиль за сутки выполняет три ездки с грузом ( $z_{ej} = 3$ ),  $j = 1, 2, \dots, n$ .

Находим требуемое число автомобилей  $A_j$  каждой  $j$ -той грузоподъемности.

Для этого определяем вероятности  $P_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n-1$ ) и  $P_{n,i}$  по (1) и (2):

$$P_1 = \int_0^{7,5} 0,1e^{0,1(m-5)} dm = 0,221$$

$$P_2 = \int_0^{14} 0,1e^{0,1(m-5)} dm = 0,372$$

$$P_3 = \int_0^{20} 0,1e^{0,1(m-5)} dm = 0,184$$

$$P_{4,1} = \int_0^{28} 0,1e^{0,1(m-5)} dm = 0,123$$

$$P_{4,2} = \int_0^{56} 0,1e^{0,1(m-5)} dm = 0,094$$

$$P_{4,3} = \int_0^{84} 0,1e^{0,1(m-5)} dm = 0,006$$

$$P_{4,4} = \int_0^{112} 0,1e^{0,1(m-5)} dm = 0,0004 \approx 0$$

Учитывая, что размеры партий грузов приводятся в соответствие с грузоподъемностями автомобилей, находим:

- средний размер партии груза по (5)

$$\bar{m} = 0,221 \cdot 7,5 + 0,372 \cdot 14 + 0,123 \cdot 28 + 0,094 \cdot 2 \cdot 28 + 0,006 \cdot 3 \cdot 28 = 19,76 \text{ т}$$

- объем груза, перевозимого за одну ездку, по (6)

$$\bar{q}_e = \bar{m}k = 19,76 / (0,221 + 0,372 + 0,184 + 0,123 + 0,094 \cdot 2 + 0,006 \cdot 3) = 19,76 / 1,106 = 17,87 \text{ т}$$

- грузоподъемность автомобиля по всем езткам по (7)

$$\bar{q} = m_e = 17,87 \text{ т, так как } \gamma_{cj} = 1$$

Общее число партий груза по (8)

$$N = \frac{Q}{\bar{m}} = 1200 : 19,76 = 60,73$$

Общее число ездок с грузом

$$z_e = Q / \bar{q}_e = N / k = 1200 : 17,87 = 60,73 \cdot 1,106 = 67,16$$

Число ездок с грузом  $z_{ej}$  автомобилей  $j$ -той грузоподъемности по (11):

$$z_{e1} = 60,73 \cdot 0,221 = 13,42;$$

$$z_{e2} = 60,73 \cdot 0,372 = 22,59;$$

$$z_{e3} = 60,73 \cdot 0,184 = 11,17;$$

$$z_{e4} = 60,73 \cdot (0,123 + 2 \cdot 0,094 + 3 \cdot 0,006) = 19,98.$$

Требуемое списочное число автомобилей  $j$ -той грузоподъемности составляет ( $D=1$ ) по (13):

$$A_{cj} = \frac{Q_j}{\alpha_{ej} D(q\gamma_c)_j z_{ej}} = \frac{z_{ej} (q\gamma_c)_j}{\alpha_{ej} D(q\gamma_c)_j z_{e,cj}} = \frac{z_{ej}}{\alpha_{ej} z_{e,cj}}$$

$$A_{c1} = 13,42:(0,8*3) = 5,6; A_{c2} = 22,59:(0,8*3) = 9,4;$$

$$A_{c3} = 11,17:(0,8*3) = 4,7; A_{c4} = 19,98:(0,8*3) = 8,3.$$

Требуемое общее списочное число автомобилей для выполнения заданного объема перевозок по (14):

$$A_c = \frac{Q_c}{\alpha_e z_{e,cj} \bar{q}_e} = \sum_{j=1}^4 A_{cj}$$

$$A_c = 5,6 + 9,4 + 4,7 + 8,3 = 1200:(0,8*3*17,87) = 28,0$$

## 6. Методика выбора оптимального подвижного состава по равноценной длине ездки

В основу методики положен аналитический метод качественного сравнения автотранспортных средств по производительности (себестоимости) перевозок в зависимости от соотношений эксплуатационных показателей и изменения одного из них во всем реальном диапазоне.

У сравниваемых АТС могут отличаться следующие технико-эксплуатационные показатели: номинальная грузоподъемность, коэффициент использования грузоподъемности, скорость движения, длина ездки с грузом, время простоя под погрузкой-разгрузкой.

Для нахождения "равноценного" значения показателя по производительности АТС приравняем выражения производительности сравниваемых транспортных средств:

$$\frac{q_1 \cdot \gamma_1 \beta_1 \cdot V_{T1} \cdot l_{e2}}{l_{e2} + \beta_1 \cdot V_{T1} \cdot t_{n-p1}} = \frac{q_2 \cdot \gamma_2 \cdot \beta_2 \cdot V_{T2} \cdot l_{e2}}{l_{e2} + \beta_2 \cdot V_{T2} \cdot t_{n-p2}} \quad (1)$$

При решении уравнения (1) относительно одного из показателей, принимаемого равным для левой и правой частей, определяется его "равноценное" значение. Если отдельные показатели, входящие в формулу равны, то задача упрощается.

Наиболее часто применяется анализ по "равноценной" длине ездки с

грузом  $l_{exp}^w$ :

$$l_{exp}^w = \frac{V_{T1} \cdot V_{T2} \cdot \beta_1 \beta_2 \cdot (q_2 \cdot \gamma_2 \cdot t_{n-p1} - q_1 \cdot \gamma_1 \cdot t_{n-p2})}{q_1 \cdot \gamma_1 \cdot V_{T1} \cdot \beta_1 - q_2 \cdot \gamma_2 \cdot V_{T2} \cdot \beta_2} \quad (2)$$

или

$$l_{\text{exp}}^W = \frac{V_{T1} \cdot V_{T2} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left( \frac{t_{n-p1}}{q_1 \cdot \gamma_1} - \frac{t_{n-p2}}{q_2 \cdot \gamma_2} \right)}{\frac{V_{T1} \cdot \beta_1}{q_2 \cdot \gamma_2} - \frac{V_{T2} \cdot \beta_2}{q_1 \cdot \gamma_1}}$$

или

$$l_{\text{exp}}^W = \frac{q_1 \gamma_1 V_{T1} \beta_1 \cdot q_2 \gamma_2 V_{T2} \beta_2 (\tau_{n-p1} - \tau_{n-p2})}{q_1 \gamma_1 V_{T1} \beta_1 - q_2 \gamma_2 V_{T2} \beta_2}$$

наконец

$$l_{\text{exp}}^W = \frac{A \cdot B \cdot (\tau_{n-p1} - \tau_{n-p2})}{A - B} \quad (3)$$

В (3) использованы следующие обозначения:

$$\tau_{n-p1} = \frac{t_{n-p1}}{q_1 \cdot \gamma_1} \text{ – затраты времени на погрузку-разгрузку 1т груза (удельный простой) 1-го транспортного средства;}$$

$$\tau_{n-p2} = \frac{t_{n-p2}}{q_2 \cdot \gamma_2} \text{ – удельный простой под погрузкой-разгрузкой 2-го транспортного средства;}$$

$A = q_1 \cdot \gamma_1 \cdot V_{T1} \cdot \beta_1$  и  $B = q_2 \cdot \gamma_2 \cdot V_{T2} \cdot \beta_2$  - максимальные производительности 1-го и 2-го транспортного средства соответственно при нулевом простое под погрузкой-разгрузкой ( $t_{n-p1}=0$  или  $t_{n-p2}=0$  соответственно).

Проанализируем различные варианты комбинаций технико-эксплуатационных параметров у сравниваемых транспортных средств.

Вариант 1.

$$\tau_{n-p1} > \tau_{n-p2} \text{ и } A > B \text{ или б) } \tau_{n-p1} < \tau_{n-p2} \text{ и } A < B, \quad (4)$$

т.е. из (3) и (4) следует, что  $l_{\text{exp}}^W > 0$ .

Построим графики зависимостей  $W_{p1}$  и  $W_{p2}$  от  $l_{\text{exp}}$ :

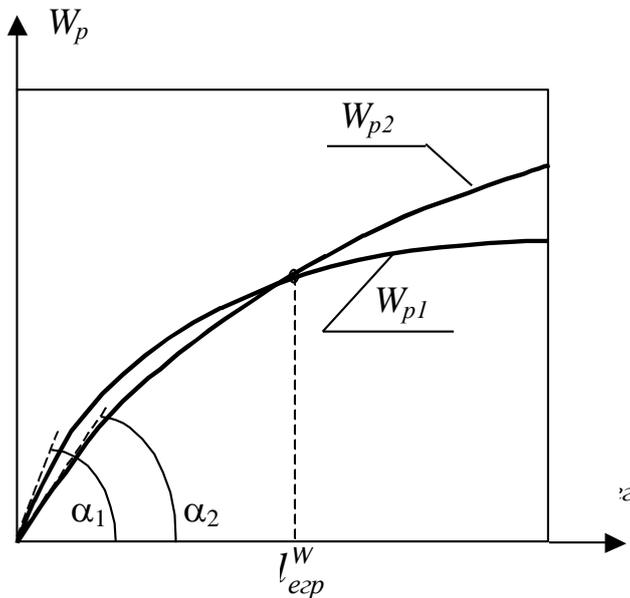


Рис. 1. Зависимость производительностей двух сравниваемых транспортных средств от длины езды с грузом при положительной равноценной длине езды с грузом

Абсцисса точки пересечения графиков определяет величину равноценной длины езды. Взаимное расположение кривых на рис. 1 показано условно и

так, что при  $l_{ez} < l_{egr}^W$  более выгодно использовать первое транспортное средство. При большей длине езды с грузом выгоднее становится использовать второе транспортное средство.

Определить действительное расположение кривых в каждом конкретном случае можно путем вычисления значений углов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  наклона касательных к кривым в точке  $l_{ez} = 0$ .

Наклон касательной определяют дифференцированием  $W_p$  по  $l_{ez}$  и затем полагают  $l_{ez} = 0$ , т. е.:

$$\frac{dW_{p1}}{dl_{ez}} = \frac{q_1 \cdot \gamma_1}{t_{n-p1}} = \frac{1}{\tau_{n-p1}} = \text{tg } \alpha_1 \quad (5)$$

$$\frac{dW_{p2}}{dl_{ez}} = \frac{q_2 \cdot \gamma_2}{t_{n-p2}} = \frac{1}{\tau_{n-p2}} = \text{tg } \alpha_2 \quad (6)$$

Из (5) и (6) следует, что если продолжительность простоя под погрузкой-разгрузкой на единицу массы груза больше у первого автомобиля, то верхняя кривая на начальном участке относится ко второму автомобилю.

Вариант 2.

$$\begin{aligned} \text{а) } & \tau_{n-p1} > \tau_{n-p2} \text{ и } A < B; \\ \text{б) } & \tau_{n-p1} < \tau_{n-p2} \text{ и } A > B; \end{aligned} \quad (7)$$

$$в) \tau_{n-p1} = \tau_{n-p2} \text{ и } A \neq B,$$

т.е. из (3) и (7) следует, что  $l_{exp}^W \leq 0$ .

Построим графики зависимостей  $W_{p1}$  и  $W_{p2}$  от  $l_{ez}$ :

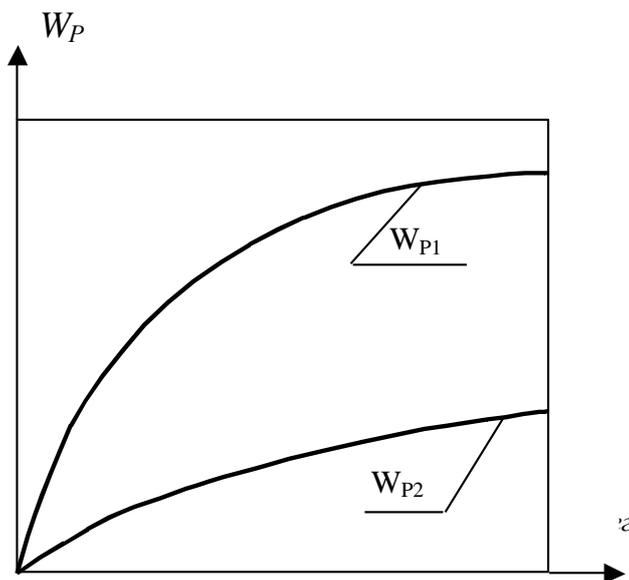


Рис. 2. Зависимость производительностей двух сравниваемых транспортных средств от длины езды с грузом при отрицательной или нулевой равноценной длине езды

На рис. 2 видно, что при отрицательной или нулевой равноценной длине езды одно транспортное средство всегда имеет большую производительность. Взаимное расположение кривых на рис. 2 опять показано условно и так, что при любой длине езды более выгодно использовать первое транспортное средство.

Определить действительное расположение кривых в каждом конкретном случае можно путем вычисления значений углов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  наклона касательных к кривым в точке  $l_{ez} = 0$  по формулам (5 и 6).

Вариант 3.

$$\tau_{n-p1} \neq < \tau_{n-p2} \text{ и } A = B; \quad (8)$$

т.е. из (3) и (8) следует, что  $l_{exp}^W = \pm\infty$ .

Построим графики зависимостей  $W_{p1}$  и  $W_{p2}$  от  $l_{ez}$ :

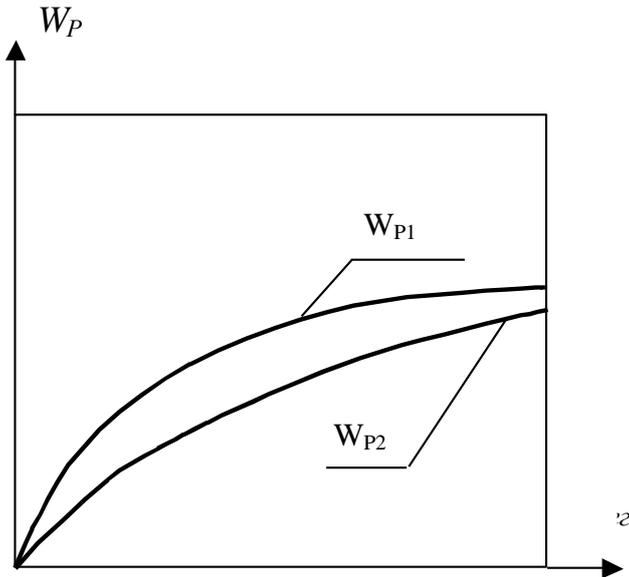


Рис. 3. Зависимость производительностей двух сравниваемых транспортных средств от длины ездки с грузом при бесконечной равноценной длине ездки

На рис. 3 видно, что в этом случае одно транспортное средство всегда имеет большую производительность. Однако с ростом длины ездки кривые начинают сближаться. Взаимное расположение кривых на рис. 3 опять показано условно.

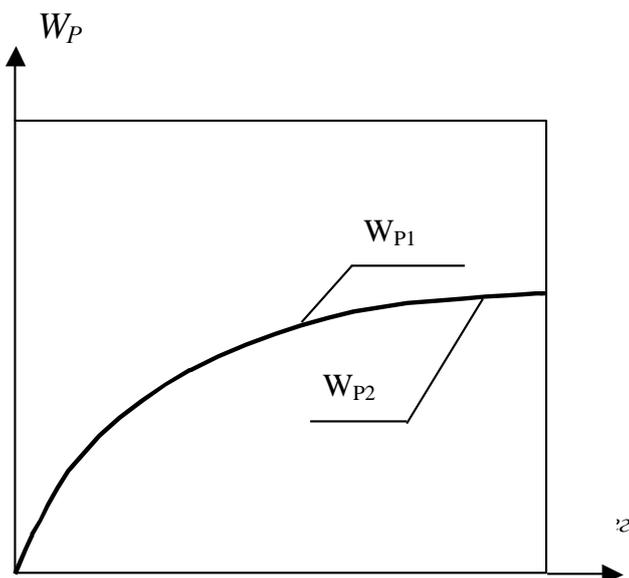
Как и ранее для определения действительного расположения кривых необходимо вычислить значения углов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  наклона касательных к кривым в точке  $l_{ez} = 0$  по формулам (5 и 6).

Вариант 4.

$$\tau_{n-p1} = \tau_{n-p2} \text{ и } A = B; \quad (9)$$

т.е. из (3) и (9) следует, что значение  $l_{ezp}^W$  является неопределенным (числитель и знаменатель в формуле (3) равны нулю).

Построим графики зависимостей  $W_{p1}$  и  $W_{p2}$  от  $l_{ez}$ :



*Рис. 4. Зависимость производительностей двух сравниваемых транспортных средств от длины ездки с грузом при неопределенной равноценной длине ездки*

На рис. 4 видно, что в этом случае оба транспортных средства имеют одинаковую производительность при любой длине ездки, т.е. кривые совпадают.

Выбор оптимального подвижного состава можно также осуществить, если в качестве равно эффективного показателя взять не производительность, а себестоимость перевозок.

## 7. Эффективность применения автопоездов

Применение автопоездов позволяет повысить грузоподъемность ТС и снизить удельный простой под погрузочно-разгрузочными операциями (время погрузки-разгрузки 1т груза) за счет увеличения фронта работ или применения сменного прицепного звена.

Сопоставим между собой эффективность применения одиночного автомобиля и автопоезда на его основе.

Характерны следующие соотношения (далее величины с индексом  $n$  относятся к автопоезду):

$$\frac{q_n}{q} > 1; \quad \frac{V_T}{V_{ТП}} > 1; \quad \frac{t_{n-p}}{q \cdot \gamma} < \frac{t_{n-pn}}{q_n \cdot \gamma_n} \quad (1)$$

(или  $\tau_{n-p} > \tau_{n-pn}$ )

Если принять  $\beta = \beta_n$  и  $\gamma = \gamma_n$ , то выражение для равноценной длины ездки упростится и примет вид

$$l_{егр}^w = \frac{V_T \cdot V_{Тn} \cdot \beta \cdot (q_n \cdot t_{n-p} - q \cdot t_{n-pn})}{q \cdot V_T - q_n \cdot V_{Тn}} \quad (2)$$

Рассмотрим 4 основных случая соотношения между отдельными показателями работы одиночного автомобиля и автопоезда на его базе.

Первый случай. Неблагоприятные дорожные условия, недостаточная мощность двигателя и как следствие:

$$\frac{V_T}{V_{Тn}} > \frac{q_n}{q}, \quad (3)$$

а также

$$\tau_{n-p} > \tau_{n-pn} \quad (\text{т. е.} \quad \frac{t_{n-p}}{q \cdot \gamma} > \frac{t_{n-pn}}{q_n \cdot \gamma_n}) \quad (4)$$

Поскольку

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\tau_{n-p}} \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \alpha_n = \frac{1}{\tau_{n-pn}},$$

то  $\operatorname{tg} \alpha < \operatorname{tg} \alpha_n$  и соответственно  $W_{pn} > W_p$  при  $l_{ez} < l_{ezp}^W$

Таким образом, для условий (3 и 4) производительность автопоезда выше при коротких расстояниях ( $l_{ez} < l_{ezp}^W$ ).

При длинных расстояниях – лучше использовать одиночный автомобиль.

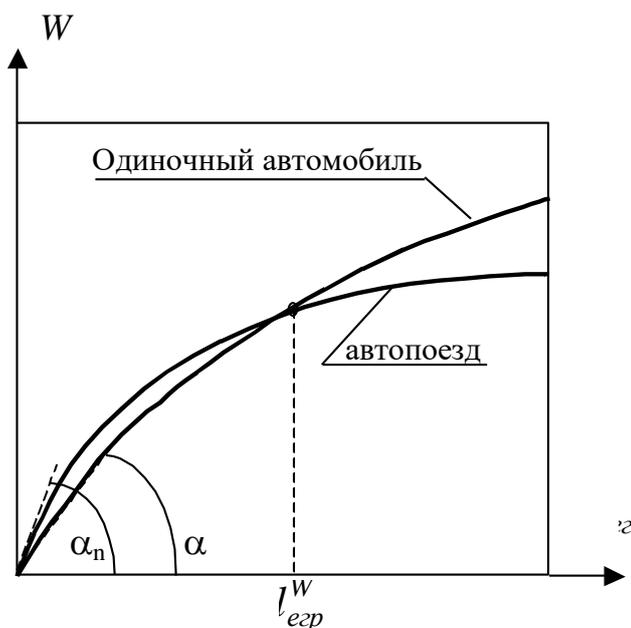


Рис. 1. Зависимость производительности одиночного автомобиля и автопоезда на его базе от длины езды с грузом при неблагоприятных дорожных условиях и недостаточной мощности двигателя

Второй случай. Благоприятные дорожные условия, достаточная мощность двигателя, т. е.

$$\frac{V_T}{V_{Tn}} < \frac{q_n}{q} \quad (5)$$

также сохраняется  $\tau_{n-p} > \tau_{n-pn}$  и следовательно,  $\operatorname{tg} \alpha < \operatorname{tg} \alpha_n$ .

Дальнейший анализ показывает, что равноценная длина езды в этом

случае отсутствует ( $l_{ezp}^w < 0$ ), и

$$\frac{\lim W_p}{\lim W_{pn}} \Big|_{l_{ez} \rightarrow \infty} < 1,$$

т. е. для всех значений  $l_{ez}$  более выгодным является автопоезд.

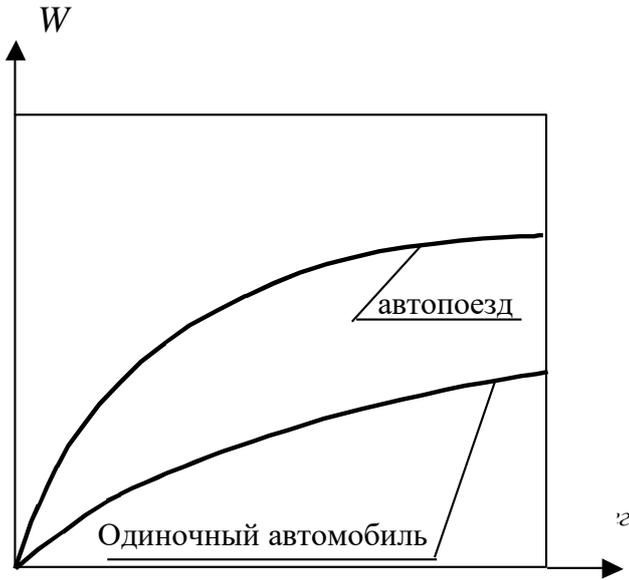


Рис. 2. Зависимость производительности одиночного автомобиля и автопоезда на его базе от длины ездки с грузом при благоприятных дорожных условиях и достаточной мощности двигателя

Третий случай. Благоприятные дорожные условия, достаточная мощность двигателя (справедливо условие (5)), но нет сокращения удельного простоя, т.е.

$$\tau_{n-p} = \tau_{n-pn} \quad (6)$$

В этом случае равноценная длина ездки равна нулю и, соответственно:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha_n;$$

$$\frac{\lim W_p}{\lim W_{pn} \Big|_{l_{ez} \rightarrow \infty}} > 1$$

Следовательно, более эффективен одиночный автомобиль

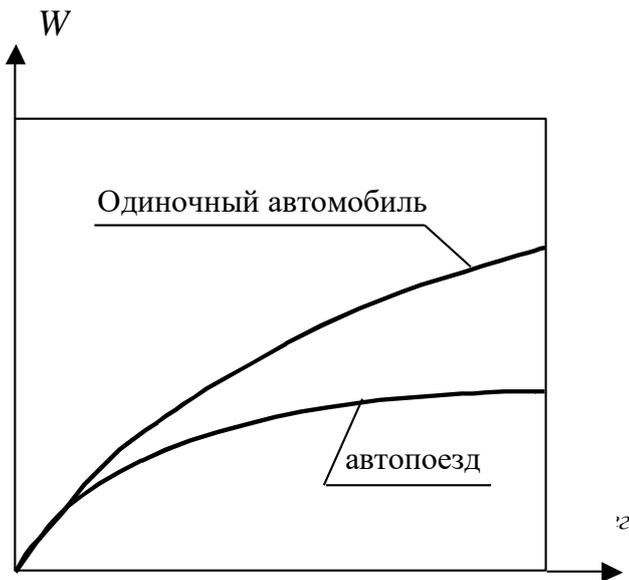


Рис. 3. Зависимость производительности одиночного автомобиля и автопоезда на его базе от длины ездки с грузом при благо-приятных

дорожных условиях и достаточной мощности двигателя, но нет сокращения удельного простоя

Четвертый случай. Не всегда достаточная мощность двигателя, благоприятные дорожные условия:

$$\frac{V_T}{V_{Tn}} = \frac{q_n}{q},$$

$$\tau_{n-p} > \tau_{n-pn};$$

$$\text{tg } \alpha_n > \text{tg } \alpha;$$

$$\frac{\lim W_p}{\lim W_{pn}} \Big|_{l_{ez} \rightarrow \infty} = 1$$

В этом случае равноценная длина ездки отсутствует ( $l_{ezp}^w = \infty$ ) и, следовательно, производительность автопоезда выше одиночного автомобиля, но при  $l_{ez} \rightarrow \infty$  кривые сближаются.

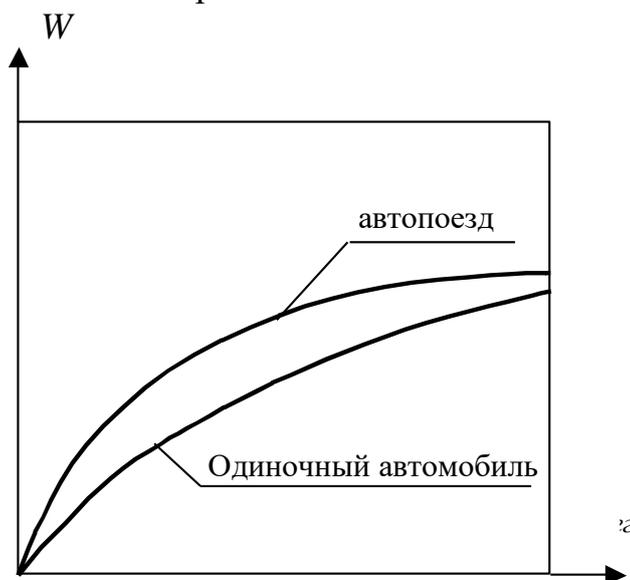


Рис. 4. Зависимость производительности одиночного автомобиля и автопоезда на его базе от длины ездки с грузом при благо-приятных дорожных условиях и недостаточной мощности двигателя

## 8. Эффективность применения специализированного подвижного состава

Эффективность применения специализированного подвижного состава рассмотрим на примере сравнения по "равноценной" длине ездки с грузом бортового автомобиля и такого же базового автомобиля, но оснащенного самопогрузчиком или самосвальным кузовом (самосвалом).

При работе в одинаковых условиях значения показателей  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $V_T$  будут равны. Тогда равноценная длина ездки по часовой производительности (см. формулу (2) в лекции № 20) примет вид

$$l_{exp}^W = \frac{V_T \cdot V_T \cdot \beta \cdot \beta \cdot (q_2 \cdot \gamma \cdot t_{n-p1} - q_1 \cdot \gamma \cdot t_{n-p2})}{q_1 \cdot \gamma \cdot V_T \cdot \beta - q_2 \cdot \gamma \cdot V_T \cdot \beta}$$

или

$$l_{exp}^W = \frac{V_T \cdot \beta \cdot (q_c \cdot t_{n-p} - q \cdot t_{n-pc})}{q - q_c} = \frac{V_T \beta \cdot q q_c \left( \frac{t_{n-p}}{q} - \frac{t_{n-pc}}{q_c} \right)}{q - q_c} = \frac{V_T \beta \cdot q q_c (\tau_{n-p} - \tau_{n-pc})}{q - q_c}, \quad (1)$$

где  $q$ ,  $t_{n-p}$  — относятся к бортовому автомобилю;

$q_c$ ,  $t_{n-pc}$  — относятся к автомобилю с самопогрузчиком (самосвалу);

$\tau_{n-p}$  и  $\tau_{n-pc}$  — удельный простой (затраты времени на погрузку-разгрузку 1 т груза) для базового автомобиля и автомобиля с самопогрузчиком (самосвала) соответственно.

Поскольку грузоподъемность специализированного автомобиля ниже грузоподъемности базового автомобиля на  $\Delta q$  (из-за массы самопогрузчика или большей массы самосвального кузова по сравнению с базовой грузовой платформой), то значение знаменателя в формуле (1) всегда больше нуля, т.е.  $q - q_c > 0$ . В связи с этим рассмотрим следующие возможные случаи:

1) *случай*. Удельный простой под погрузкой-разгрузкой у базового автомобиля больше, чем у специализированного, т.е.

$$\tau_{n-p} - \tau_{n-pc} > 0. \quad (2)$$

Отсюда следует, что:

- существует равноценная длина ездки с грузом, т.е.

$$l_{exp}^W > 0;$$

- в соответствии с формулами (5) и (6) (лекция № 20) при фактической длине ездки с грузом меньшей равноценной выгоднее использовать специализированный автомобиль, а при большей длине ездки с грузом — базовый, т.е.

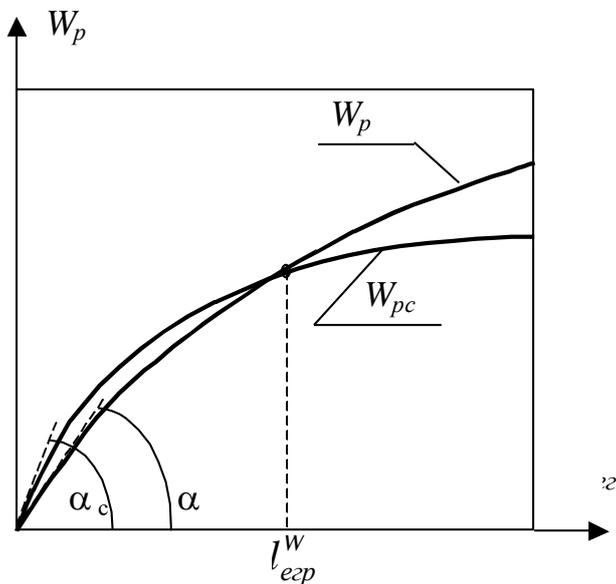


Рис. 1. Зависимость производительностей специализированного и базового автомобилей от длины ездки с грузом при положительной равноценной длине ездки с грузом

2) случай. Удельный простой под погрузкой-разгрузкой у базового автомобиля меньше, чем у специализированного, т.е.

$$\tau_{n-p} - \tau_{n-pc} < 0 \quad (3)$$

Отсюда следует, что равноценная длина ездки с грузом не существует

$(l_{egr}^W < 0)$  и  $tg \alpha = \frac{1}{\tau} > \frac{1}{\tau_c} = tg \alpha_c$ . В этом случае всегда выгоднее использовать базовый автомобиль, т.е.

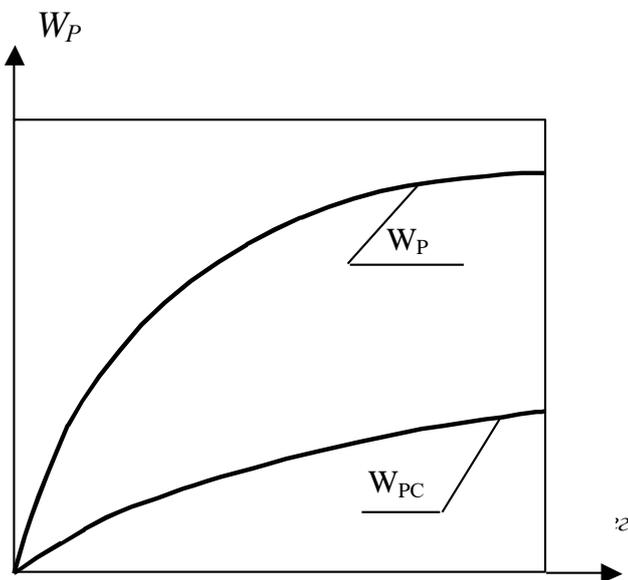


Рис. 2. Зависимость производительностей специализированного и базового автомобилей от длины ездки с грузом при отрицательной равноценной длине ездки

3) случай. Удельный простой под погрузкой-разгрузкой у базового автомобиля такой же как у специализированного, т.е.

$$\tau_{n-p} - \tau_{n-pc} = 0 \quad (4)$$

Отсюда следует, что равноценная длина ездки с грузом не существует ( $l_{exp}^W = 0$ ) и  $tg \alpha = tg \alpha_c$ . Этот случай похож на предыдущий, с той лишь разницей, что при нулевой длине ездки углы наклона касательных к графикам производительностей одинаковы. Ясно, что при этом всегда выгоднее использовать базовый автомобиль, т.е.

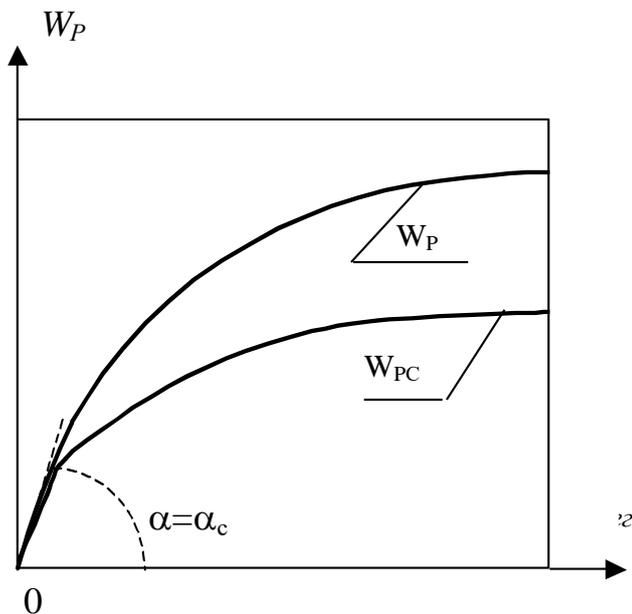


Рис. 3. Зависимость производительностей специализированного и базового автомобилей от длины ездки с грузом при нулевой равноценной длине ездки

В случае, когда грузоподъемность специализированного автомобиля равна или больше грузоподъемности конкурирующего автомобиля, а удельный простой под погрузкой-разгрузкой — меньше у специализированного, то его выгоднее применять при любой длине ездки.

### 9. Выбор подвижного состава по экономическим показателям

Если за критерием эффективности принят показатель "минимальная себестоимость транспортирования", то определение оптимальной модели АТС проводится в следующей последовательности: определяется число ездок с грузом, среднесуточный пробег автомобиля, суточная производительность и затраты на транспортирование по статьям затрат. Для сравниваемых моделей АТС расчет проводится при одинаковых технико-эксплуатационных показателях ( $T_H, V_T, t_{np}, L_{ez}, \beta_e, \gamma_c$ ).

Число ездок с грузом определяются:

$$Z_{EG} = \frac{T_H V_T \beta_E}{L_{EG} + V_T \beta_E t_{П-Р}} \quad (1)$$

где  $Z_{ez}$  - число ездок с грузом;

- $T_n$  - время пребывания в наряде, ч;  
 $V_T$  - техническая скорость, км/ч;  
 $\beta_e$  - коэффициент использования пробега за езду;  
 $L_{EG}$  - длина ездки с грузом, км;  
 $t_{П-Р}$  - время простоя под погрузкой и разгрузкой за езду, ч.

Среднесуточный пробег

$$L_{CC} = \frac{L_{EG}}{\beta_E} Z_{ez} \quad (2)$$

где  $L_{CC}$  - среднесуточный пробег, км.

Суточная производительность автомобиля

$$W_a = q \cdot \gamma_c \cdot Z_{EG}, \quad (3)$$

где  $W_a$  - суточная производительность, т;

$q$  - номинальная грузоподъемность автомобиля, т;

$\gamma_c$  - коэффициент статического использования грузоподъемности.

Затраты на транспортирование определяются по прямым затратам, т.е. без накладных расходов.

$$Z = Z_m + Z_{cm} + Z_{mo} + Z_a + Z_{ш} + Z_{зп}, \quad (4)$$

где  $Z$  - затраты на транспортирование за один автомобиле-день, руб.;

$Z_m$  - затраты на топливо, руб.;

$Z_{cm}$  - затраты на смазочные материалы, руб.;

$Z_{mo}$  - затраты на техническое обслуживание и ремонт подвижного состава, руб.;

$Z_a$  - амортизационные отчисления по подвижному составу, руб.;

$Z_{ш}$  - затраты на ремонт и восстановление автомобильных шин, руб.;

$Z_{зп}$  - заработная плата водителя с начислениями, руб.;

Затраты на топливо для бортовых автомобилей определяются:

$$Z_T^B = C_T \left( \frac{H_E}{100} L_{CC} + \frac{H_W}{100} W_a L_{EG} \right), \quad (5)$$

где  $Z_T^B$  - затраты на топливо для бортовых автомобилей, руб.;

$C_T$  - цена топлива за один литр, руб.;

$H_E$  - линейная норма расхода топлива на 100 км, л;

$H_W$  - норма расхода топлива на 100 ткм, л. Для дизельных автомобилей равняется 1,3 л, для карбюраторных - 2 л.

Затраты на топливо для автомобилей, работающих с прицепом,

$$Z_T^П = C_T \left[ \left( \frac{H_E}{100} + \frac{H_E' G_{П}}{100} \right) L_{CC} + \frac{H_W}{100} L_{EG} W_a \right], \quad (6)$$

где  $3_T^H$  - затраты на топливо для автомобилей с прицепом, руб.;

$H'_e$  - норма расхода топлива на каждую тонну собственного веса прицепа на 100 км, л. Для дизельных автомобилей - 1,3 л, для карбюраторных - 2 л;

$G_n$  - собственный вес прицепа, т.

Затраты на топливо для автомобилей-самосвалов

$$3_T^C = C_T \left( \frac{H_E}{100} L_{CC} + H_Z Z_{EG} \right), \quad (7)$$

где  $H_z$  - норма расхода топлива на одну езду с грузом, л и составляет 0,25 л.

Затраты на смазочные материалы

$$3_{CM} = \frac{T}{100} (C_M H_M + C'_T H_T + C_C H_C + C_n H_n), \quad (8)$$

где  $T$  - суточный расход топлива, л;

$C_M$  - цена за литр моторного масла, руб.;

$H_M$  - норма расхода моторного масла на 100 литров топлива, л;

$C'_T$  - цена за литр трансмиссионного масла, руб.;

$H_T$  - норма расхода трансмиссионного масла на 100 литров топлива, л;

$C_C$  - цена за литр спецмасла, руб.;

$H_C$  - норма расхода спецмасла на 100 литров топлива, л;

$C_n$  - цена за кг пластичной смазки, руб.;

$H_n$  - норма расхода пластичной смазки на 100 литров топлива.

Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт:

$$3_{TO} = \frac{H_{TO}}{1000} L_{CC}, \quad (9)$$

где  $H_{TO}$  - норма затрат на техническое обслуживание и текущий ремонт, установленная на 1000 км, руб.;

Амортизационные отчисления по подвижному составу определяются:

$$3_a = \frac{C_a L_{CC}}{100 \cdot 1000} (H_{ав} + H_{ак}), \quad (10)$$

где  $C_a$  - балансовая стоимость автотранспортного средства, руб.;

$H_{ав}$  - норма амортизации на восстановление автотранспортного средства, установленная на 1000 км пробега, %;

$H_{ак}$  - норма амортизации на капитальный ремонт, установленная на 1000 км пробега, %;

Затраты на ремонт и восстановление автомобильных шин:

$$3_{ш} = \frac{C_{ш} H_{ш} L_{CC} P_{ш}}{100 \cdot 1000}, \quad (11)$$

где  $C_{ш}$  - цена одного комплекта шин, руб.;

$H_{ш}$  - норма износа шин, установленная на 1000 км, %;

$P_{ш}$  - число шин, установленных на автомобиле, без запасного колеса.

Заработная плата водителей-сдельщиков:

$$Z_{ЗП}^C = (H_T^T W_a + H_T^{TKM} W_a L_{EG}) K_j \cdot K, \quad (12)$$

где  $H_m^m$  - сдельная расценка за 1 тонну перевезенного груза, руб.;

$H_m^{TKM}$  - сдельная расценка за ткм, руб.;

$K_j$  - коэффициент, учитывающий класс груза;

$K$  - коэффициент, учитывающий доплаты водителю и отчисления в соцстрах.

Заработная плата водителей-повременщиков:

$$Z_{ЗП}^П = H_{СТ} T_H K, \quad (13)$$

где  $H_{СТ}$  - часовая тарифная ставка водителя, руб/ч.

Экономический эффект от снижения себестоимости транспортирования по сравниваемым моделям автомобилей определяется:

$$\mathcal{E} = S_1 - S_2. \quad (14)$$

## 10. Методика выбора и оптимального распределения грузового подвижного состава по заказам

В грузовых автотранспортных предприятиях ежедневно возникает задача распределения исправного подвижного состава между заказчиками. В тех случаях, когда клиенты требуют для перевозок автомобили определенных марок, проблем с распределением подвижного состава не возникает. В остальных случаях желательно распределить подвижной состав по клиентам таким образом, чтобы эффективность использования автомобилей была наивысшей.

При выборе марки автомобиля и, возможно, марки прицепа следует учитывать структуру и интенсивность перевозок, дорожные условия, а также эффективность работы погрузочно-разгрузочных пунктов.

Задача выбора оптимального подвижного состава сложна и трудоемка из-за необходимости сравнения между собой многочисленных вариантов перевозок с разными типами автомобилей и прицепов даже для одного заказчика.

Вследствие этого в автохозяйствах распределение подвижного состава осуществляют чаще всего интуитивно, основываясь на допущении о непрерывности транспортного процесса во времени. При этом производительность грузового автомобиля линейно зависит как от времени работы, так и от грузоподъемности автомобиля. Поэтому считается, что использование автомобиля с большей грузоподъемностью всегда более выгодно, чем автомобиля с меньшей грузоподъемностью.

Реально транспортный процесс складывается из отдельных ездов.

Производительность при этом возрастает не по линейному закону, а скачками, - после выполнения каждой очередной ездки. Отмеченное обстоятельство требует учета конкретных условий перевозок, определяющих, в конечном итоге, максимально возможное число ездок, которые может выполнить автомобиль конкретной марки при ограниченном времени работы погрузочно-разгрузочных пунктов и времени в наряде.

Ниже излагается методика выбора оптимального подвижного состава, закрепления его за заказчиками и определение сменно-суточных заданий водителям.

Пусть в соответствии с технологией перевозок группу заявок  $j=1, \dots, n$  могут выполнить автомобили нескольких марок  $i=1, \dots, m$ .

1. Определяем потребное число ездок необходимых для перевозки всего объема груза в каждом задании автомобилями каждой марки:

$$n_{eij}^n = \frac{Q_j}{q_i \gamma_{ij}},$$

где  $Q_j$  - объем груза в  $j$ -ой заявке;

$q_i$  - номинальная грузоподъемность автомобиля  $i$ -той марки;

$\gamma_{ij}$  - коэффициент использования грузоподъемности автомобиля  $i$ -той марки в  $j$ -той заявке.

Полученные результаты необходимо округлить до ближайших больших целых значений.

2. Вычисляем время ездки автомобиля  $i$ -той марки в  $j$ -том задании:

$$t_{eij} = \frac{l_{EGj}}{\beta_j V_{Tij}} + t_{n-pij},$$

где  $l_{EGj}$  - длина ездки с грузом в  $j$ -том задании;

$\beta_j$  - коэффициент использования пробега в  $j$ -том задании;

$V_{Tij}$  - техническая скорость автомобиля  $i$ -той марки в  $j$ -том задании;

$t_{n-pij}$  - норма времени простоя под погрузкой и разгрузкой за ездку автомобиля  $i$ -той марки в  $j$ -том задании.

3. Время на выполнение нулевого пробега:

$$t_{nij} = \frac{l_{nj}}{V_{Tij}}$$

где  $l_{nj}$  - нулевой пробег в  $j$ -той заявке.

4. Максимально возможное время работы автомобиля  $i$ -той марки на  $j$ -том маршруте:

$$T_{mij}^e = \min_{1 \leq j \leq n} \{ T_{nj}, T_{pj}, T_{ni} - t_{nij} \}, \quad i = 1, \dots, m$$

где  $T_{nj}$  и  $T_{pj}$  - длительность работы погрузочных и разгрузочных пунктов в  $j$ -том маршруте;

$T_{ni}$  - максимально возможное время в наряде автомобиля  $i$ -той марки.

5. Максимально возможное число ездок одного автомобиля  $i$ -той марки на  $j$ -том маршруте за день:

$$n_{eij}^e = \begin{cases} \text{int}\left(\frac{T_{mij}^e}{t_{eij}}\right) & \text{при } T_{mij}^e - t_{eij} \cdot \text{int}\left(\frac{T_{mij}^e}{t_{eij}}\right) < \frac{l_{EGj}}{V_{Tij}} + t_{n-pij}, \\ \text{int}\left(\frac{T_{mij}^e}{t_{eij}}\right) + 1 & \text{при } T_{mij}^e - t_{eij} \cdot \text{int}\left(\frac{T_{mij}^e}{t_{eij}}\right) \geq \frac{l_{EGj}}{V_{Tij}} + t_{n-pij}, \end{cases}$$

где  $\text{int}()$  - означает операцию взятия целой части числа.

6. Суточная производительность группы автомобилей  $i$ -той марки в  $j$ -том задании:

$$W_{eij} = Q_j \cdot l_{EGj}$$

7. Потребное число автомобилей  $i$ -той марки в  $j$ -том задании:

$$n_{aij} = \begin{cases} \text{int}\left(\frac{n_{eij}^n}{n_{eij}^e}\right) & \text{при } \text{mod}\left(\frac{n_{eij}^n}{n_{eij}^e}\right) = 0, \\ \text{int}\left(\frac{n_{eij}^n}{n_{eij}^e}\right) + 1 & \text{при } \text{mod}\left(\frac{n_{eij}^n}{n_{eij}^e}\right) > 0, \end{cases}$$

где  $\text{mod}()$  - означает операцию получения остатка от деления.

8. Фактическое максимальное число ездов автомобиля  $i$  - той марки в  $j$  - том задании

$$n_{eij}^{\phi} = \min \{ n_{eij}^n, n_{eij}^e \}.$$

9. Фактическое максимальное время работы автомобиля на маршруте

$$T_{mij}^{\phi} = n_{eij}^{\phi} \cdot t_{eij} - \frac{(1 - \beta_j) \cdot l_{EGj}}{\beta_j V_{Tij}}.$$

10. Фактическое максимальное время в наряде автомобиля  $i$  - той марки в  $j$  - том задании

$$T_{nij}^{\phi} = T_{mij}^{\phi} + t_{nij}$$

11. Суточный пробег группы автомобилей  $i$  - той марки в  $j$ -том задании

$$L_{cij} = \frac{l_{EGj}}{\beta_j} n_{eij}^n - \frac{(1 - \beta_j)}{\beta_j} l_{EGj} n_{aij} + l_{nj} n_{aij}$$

12. Эксплуатационные расходы на перевозки группой автомобилей  $i$  - той марки в  $j$  - том задании

$$C_{эij} = A_i n_{aij} + B_i L_{cij} + 3\Pi_i n_{aij},$$

где  $3\Pi_i$  - дневная зарплата водителя;

$A_i$  - постоянные расходы на автомобиль  $i$  - той марки за день;

$B_i$  - переменные расходы автомобиля  $i$  - той марки на 1 км пробега.

13. Себестоимость 1 км пробега автомобилей  $i$  - той марки в  $j$  - том задании

$$C_{ij} = \frac{C_{эij}}{W_{cij}}$$

15. Приведенные затраты на перевозки автомобилями  $i$  - той марки в  $j$  - том задании

$$C_{nij} = C_{эij} + \frac{E \cdot K_i \cdot n_{aij}}{365 \cdot \alpha_i}$$

где  $E$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  
обычно  $E = 0,12 \dots 0,15$ ;

$K_i$  - стоимость единицы подвижного состава  $i$ -той марки;

$\alpha_i$  - средний коэффициент выпуска группы автомобилей  $i$ -той марки.

Последние три величины обычно используются в качестве критериев эффективности использования автомобилей.

Для закрепления автомобилей различных марок за маршрутами с минимизацией суммарных эксплуатационных расходов на перевозки или себестоимости перевозок или суммарных приведенных затрат далее необходимо решить “задачу о назначениях”.

При этом исходные данные для задачи о назначениях записываются в клетки специальной таблицы.

АВТОМОБИЛИ		ЗАКАЗЫ				
марка	группа	1	...	j	...	n
1	1	$C_{11}$	...	M	...	M
	...	...	...	...	...	...
	j	M	...	$C_{1j}$	...	M
	...	...	...	...	...	...
	n	M	...	M	...	$C_{1n}$
.....						
i	1	$C_{i1}$	...	M	...	M
	...	...	...	...	...	...
	j	M	...	$C_{ij}$	...	M
	...	...	...	...	...	...
	n	M	...	M	...	$C_{in}$
.....						
m	1	$C_{m1}$	...	M	...	M
	...	...	...	...	...	...
	j	M	...	$C_{mj}$	...	M
	...	...	...	...	...	...
	n	M	...	M	...	$C_{mn}$

Экономический показатель ( $C_{ij}$ , или  $C_{эij}$ , или  $C_{пij}$ ) следует записывать в ряды диагональных клеток. В остальные клетки записываются большие числа (обозначены буквой M) с целью блокирования этих клеток.

Поиск оптимального распределения подвижного состава между заказами осуществляется далее по стандартному алгоритму, например, с помощью модифицированного венгерского алгоритма.

В настоящее время имеется много стандартных программ для ПЭВМ, реализующих задачу о назначениях. Поэтому окончательное решение при реальных размерностях может быть получено без каких-либо серьезных трудностей.

В результате решения получается матрица, указывающая в какие заказы должны быть назначены автомобили соответствующих марок, чтобы их использование было максимально эффективным.

В соответствии с описанной методикой разработана программа для IBM совместимых ПЭВМ, которую целесообразно использовать в автохозяйствах при сменно-суточном планировании перевозок.

### ***ТЕМА 7: ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА***

1. Цикл перевозок и маршруты перевозок грузов
2. Общие сведения о задаче маршрутизации
3. Экономико-математические методы в планировании перевозок
4. Оптимальная организация перевозок маятниковыми маршрутами
5. Постановка задачи маршрутизации полнопартионных перевозок
6. Метод ГлавМосавтотранса (алгоритм метода)
7. Пример решения задачи маршрутизации полнопартионных перевозок методом ГлавМосавтотранса
8. Постановка задачи
9. Метод составления сборно-развозочных маршрутов по кратчайшей связующей сети
10. Маршрутизация мелкопартионных перевозок методом Кларка-Райта
11. Задача коммивояжера. Метод сумм при оптимизации кольцевых маршрутов
12. Классификация моделей транспортных систем доставки груза
13. Модель работы одного автомобиля на маршруте (микро- и особо малые системы)
14. Модель работы нескольких автомобилей на маятниковом маршруте с обратным негруженным пробегом (малая система). Постановка задачи
15. Модель работы нескольких автомобилей на маятниковом маршруте с обратным негруженным пробегом (продолжение)
16. Модель работы автомобилей на маятниковых маршрутах с груженым пробегом в обоих направлениях (малые системы)
17. Модель работы автомобилей на маятниковых маршрутах с груженым пробегом в обоих направлениях (продолжение)
18. Модель работы автомобилей на кольцевых маршрутах (малые системы)
19. Организация движения по часовым графикам и расписанию
20. Организация движения по часовым графикам и расписанию (продолжение)

# 1. Цикл перевозок и маршруты перевозок грузов

Циклом перевозок или ездкой называется совокупность последовательно повторяющихся элементов: подачи подвижного состава под погрузку; погрузка (прицепка прицепа или полуприцепа); собственно перемещение грузов; выгрузка или отцепка прицепа (полуприцепа), которые образуют законченную операцию по доставке грузов.

Совокупность элементов одного или нескольких циклов перевозки с момента подачи порожнего автомобиля в пункт погрузки и разгрузки до очередного возврата в него образует оборот автомобиля.

Подача автомобиля от места стоянки в пункт первой погрузки (первый нулевой пробег), как и весь нулевой пробег, относится не к отдельному циклу перевозок, а ко дню работы автомобиля в целом.

Перевозки грузов автомобильным транспортом осуществляется, в основном, по заранее разработанным маршрутам.

Маршрутом перевозки называется целенаправленно выбранный путь движения автомобиля от начального пункта погрузки до возврата в него или до конечного пункта выгрузки (в случае разомкнутого пути).

Различают маятниковые, кольцевые с последовательной подачей порожних автомобилей в очередные пункты погрузки, развозочные, сборные и развозочно-сборные маршруты. Наиболее широко применяются маятниковые маршруты, на которых движение автомобиля происходит между двумя пунктами:

1) в прямом направлении с грузом и в обратном без груза (рис.1)

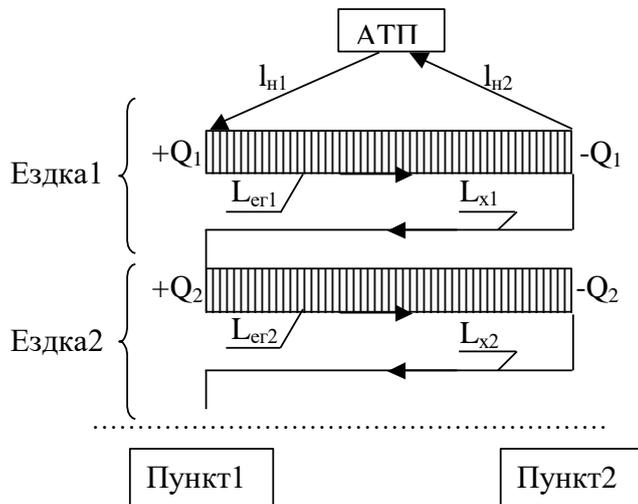


Рис. 1. Схема маятникового маршрута с  $N$  езками и обратным негруженым пробегом

На рис. 1 использованы следующие обозначения:

$+Q$  - загрузка;  $-Q$  - выгрузка;

$l_{н1}, l_{н2}$  - нулевой пробег в пункт 1 и из пункта 2 соответственно;

$L_{ер} = L_{ер1} = L_{ер2} = \dots = L_{ерN}$  - длина соответствующей ездки с грузом;

$L_x = L_{x1} = L_{x2} = \dots = L_{xN}$  - холостой пробег в соответствующей ездке.

Ясно, что

$$L_{ер} = L_x$$

Коэффициент использования пробега за оборот ( в данном случае оборот является одной ездой)

$$\beta_o = \beta_e = \frac{L_{ez}}{L_{ez} + L_x} = 0,5$$

а коэффициент использования пробега на маршруте (за рабочий день при  $N$  ездах):

$$\beta_M = \frac{N \cdot L_{ez}}{N \cdot (L_{ez} + L_x) + l_{n1} + l_{n2}} < 0,5$$

2) с грузом в обоих направлениях (рис.2)

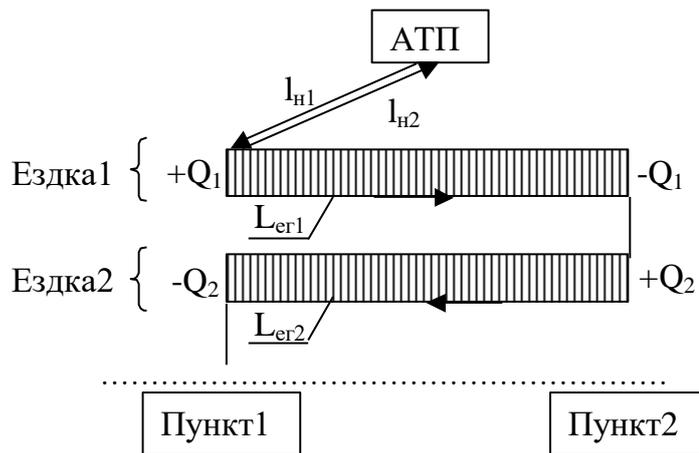


Рис. 2. Схема маятникового маршрута с несколькими ездами и грузеным пробегом в обоих направлениях

В этом случае в каждой езде отсутствует порожний пробег, т.е.

$$L_{ez} = L_{ez1} = L_{ez2} = \dots ;$$

$$L_x = L_{x1} = L_{x2} = \dots = 0 ;$$

$$\beta_e = \beta_{e1} = \beta_{e2} = \dots = \frac{L_{ez1}}{L_{ez}} = \frac{L_{ez2}}{L_{ez}} = \dots = 1$$

Каждый оборот при этом складывается из двух грузеных ездов, т.е.

$$\beta_o = \frac{L_{ez1} + L_{ez2}}{L_{ez} + L_{ez}} = 1$$

Коэффициент использования пробега на маршруте (за рабочий день):

$$\beta_M = \frac{N \cdot L_{ez}}{N \cdot L_{ez} + l_{n1} + l_{n2}} < 1$$

3) с грузом в прямом направлении и на части пробега в обратном (рис.3)

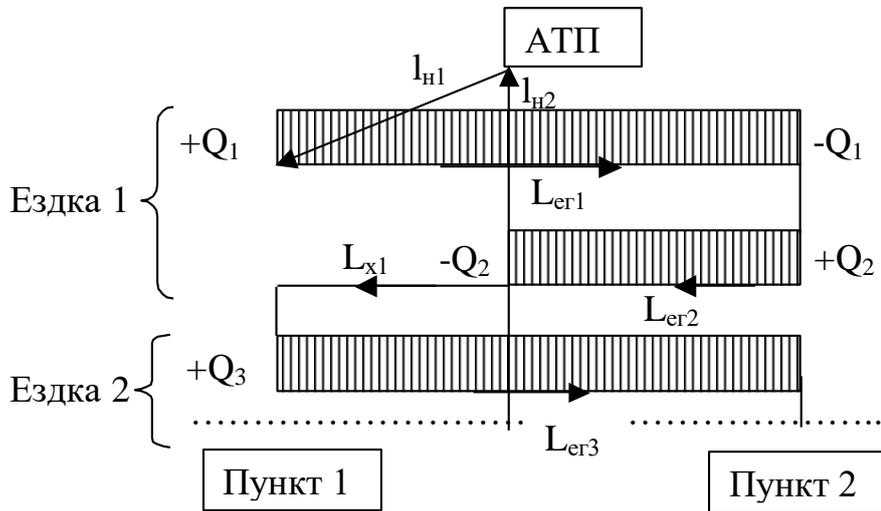


Рис. 3. Схема маятниковой маршрута с  $N$  езками с груженым пробегом в прямом направлении и с груженым пробегом на части обратного направления

В данном случае основные расчетные зависимости примут вид:

$$L_x = L_{x1} = L_{x2} = \dots = L_{xN} ;$$

$$\beta_e = \beta_{e1} = \dots = \beta_{eN} = \frac{L_{e21} + L_{e22}}{L_{e21} + L_{e22} + L_{x1}} = \dots = \frac{L_{e2N} + L_{e2N+1}}{L_{e2N} + L_{e2N+1} + L_{xN}} ;$$

$$0,5 < \beta_e < 1 ;$$

$$\beta_o = \beta_e ;$$

$$\beta_M = \frac{N \cdot (L_{e21} + L_{e22})}{N \cdot (L_{e21} + L_{e22} + L_{x1}) + l_{H1} + l_{H2}} < \beta_e .$$

На кольцевом маршруте с последовательной подачей порожних автомобилей в пункты погрузки автомобиль движется по замкнутому контуру (рис.4)

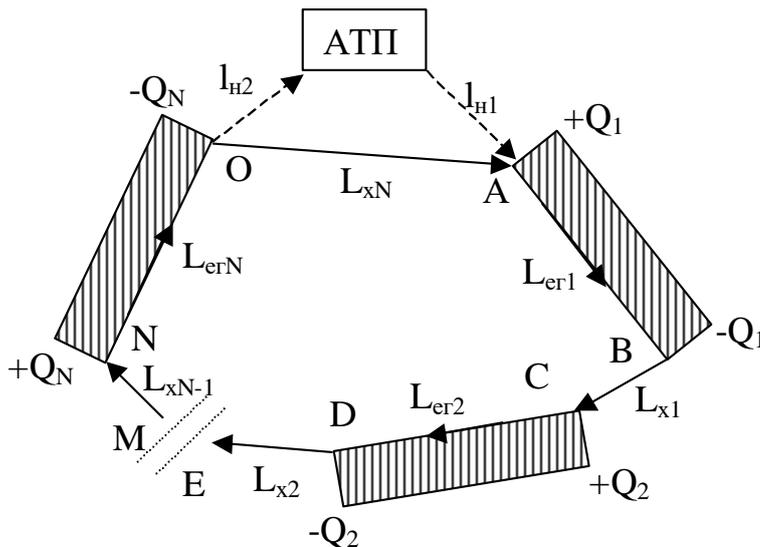


Рис. 4. Схема кольцевого маршрута с  $N$  езками

Основные расчетные зависимости:

$$\beta_{ei} = \frac{L_{ezi}}{L_{ezi} + L_{xi}} ;$$

$$\beta_o = \frac{L_{ez1} + \dots + L_{ezN}}{L_{ez1} + \dots + L_{ezN} + L_{x1} + \dots + L_{xN}} = \frac{\sum L_{ezi}}{\sum L_{ezi} + \sum L_{xi}} ;$$

$$\beta_M = \frac{m \sum L_{ezi}}{m(\sum L_{ezi} + \sum L_{xi}) + l_{n1} + l_{n2}} ,$$

где  $m$  – количество оборотов на маршруте.

Кольцевой маршрут может разрываться при подаче автомобиля на новый маршрут или возврате его в АТП. Кольцевые маршруты организуют с целью сокращения порожних пробегов.

Если погрузка и выгрузка грузов требуют значительного времени, целесообразно организовывать перевозки со сменными полуприцепами (прицепами). Маятниковый маршрут, в котором груженые прицепы меняются в обоих пунктах называются челночными (рис.5), а если прицепы меняются только в одном пункте – получелночным (рис.6)

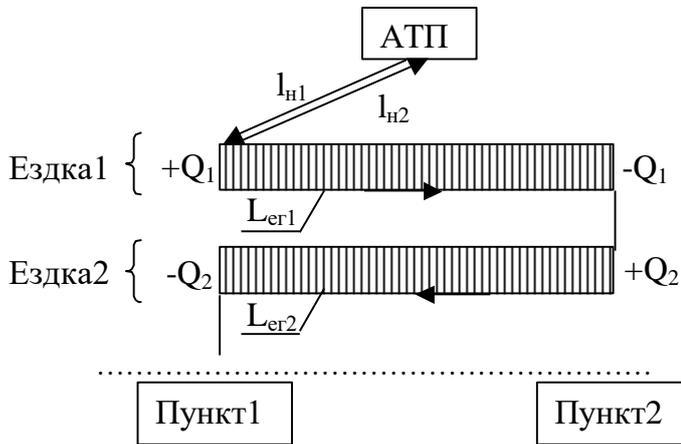


Рис. 5. Схема челночного маятникового маршрута с  $N$  езками

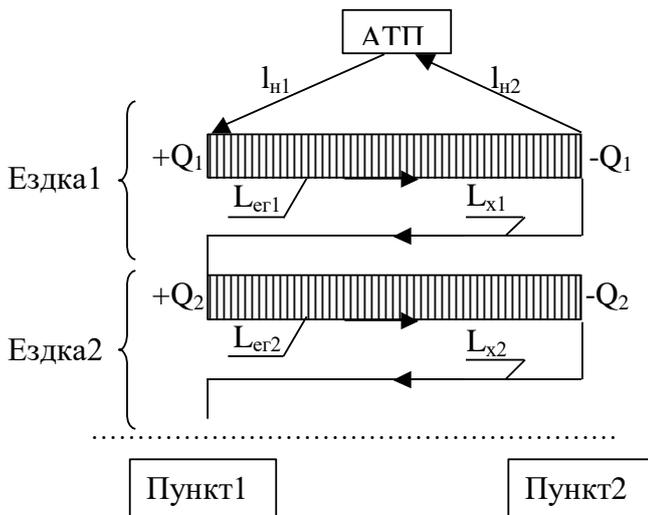


Рис. 6. Схема получелночного маятникового маршрута с  $N$  езками

Развозочным называется маршрут, на котором происходит постепенная разгрузка грузов (рис.7)

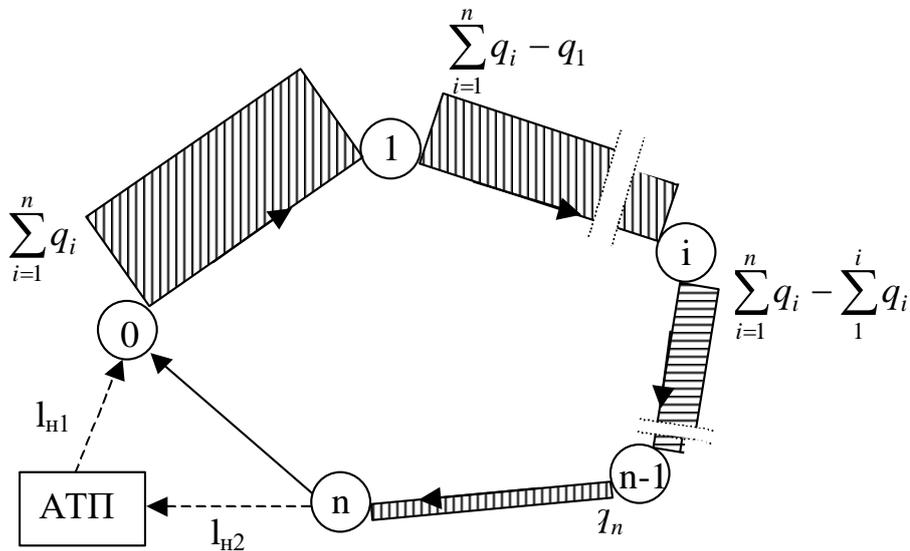


Рис. 7. Схема кольцевого развозочного маршрута с  $n$  езками за оборот ( $q_i$  - размер завозимой партии в  $i$ -тый пункт)

Сборным называется маршрут, на котором происходит постепенный сбор грузов (рис.8)

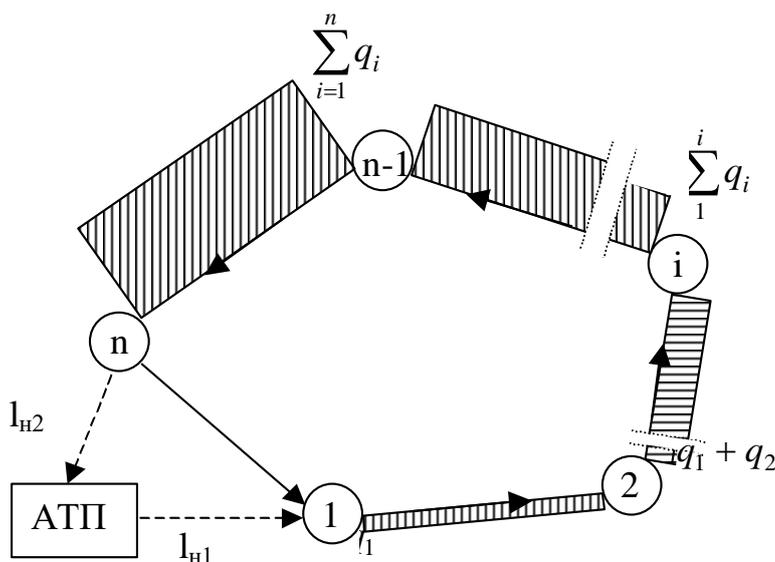


Рис. 7. Схема кольцевого сборного маршрута с  $n$  езками за оборот ( $q_i$  - размер забираемой партии в  $i$ -том пункте)

Развозочно-сборным (сборно-развозочным) называется маршрут при одновременном сборе и развозе грузов. Например, с автомобиля стужают в магазин несколько ящиков с пакетами молока и забирают порожние ящики, оставшиеся от прежнего рейса.

Доставка груза на маятниковых маршрутах связана с высокими транспортными издержками и характеризуются низкой производительностью подвижного состава. Исследования показывают, что при рациональной структуре парка автомобилей около трети подвижного состава должно быть занято на кольцевых (развозочных, сборных и сборно-развозочных) маршрутах.

## 2. Общие сведения о задаче маршрутизации

С задачей маршрутизации ежедневно приходится сталкиваться руководству любого АТП. Поэтому эта задача является одной из важнейших задач оперативного планирования перевозок грузов. Маршрутизацией перевозок называется составление таких маршрутов движения автомобилей, при которых обеспечивается минимизация издержек на перевозки. Под издержками понимаются различные критерии. Такими критериями могут быть себестоимость перевозок, суммарный расход топлива, время и другие. Наиболее часто используется критерий минимума общего пробега автомобильных транспортных средств, при котором обеспечивается сокращение непроизводительных холостых пробегов в целом по всему подвижному составу. Он особенно актуален при перевозке массовых грузов.

К сожалению, задача маршрутизации достаточно сложна, а при большом числе отправителей и получателей весьма трудоемка. Поэтому на практике, в подавляющем большинстве случаев и при отсутствии ЭВМ, эта задача не решается вообще, т. е. маршруты всех перевозок считаются маятниковыми с обратным порожним пробегом.

Общая постановка и смысл задачи маршрутизации раскрываются ниже.

Заданы пункты производства и потребления грузов, пункты размещения автомобилей, а также расстояния между всеми пунктами (находятся путем решения задачи определения кратчайших маршрутов). Известны заявки на перевозки (груженые ездки) и их величины. Задано количество автомобилей по маркам (грузы могут перевозиться на разных по типу автомобилях) и АТП.

Требуется найти совокупность маршрутов, обеспечивающих минимальный суммарный пробег (может использоваться и любой другой критерий) всех автомобилей АТП. При этом, обычно, пробег с грузом нельзя минимизировать, так как груз перемещается в соответствии с заявками между соответствующими пунктами по кратчайшим расстояниям. Минимизировать можно лишь порожний пробег, включая нулевые пробеги.

На маршруты накладываются ограничения:

- максимальная протяженность маршрута (возможность дозаправки);
- максимальное время работы на маршруте;
- максимальное число груженых ездок (условия погрузки-выгрузки);
- минимальное значение коэффициента использования грузоподъемности
- минимальное значение коэффициента использования пробега и др.

Маршрут, удовлетворяющий ограничениям, называется допустимым.

План перевозок включает только допустимые маршруты.

Если число отправителей и получателей не велико, то решение задачи находят вручную путем вычерчивания схем различных возможных маршрутов и сопоставлением величин холостых пробегов по допустимым маршрутам с выбором в итоге оптимального.

На практике задачи имеют обычно значительную размерность, для их решения разработаны различные специальные методы (в большинстве относятся к так называемым экономико-математическим методам).

### 3. Экономико-математические методы в планировании перевозок

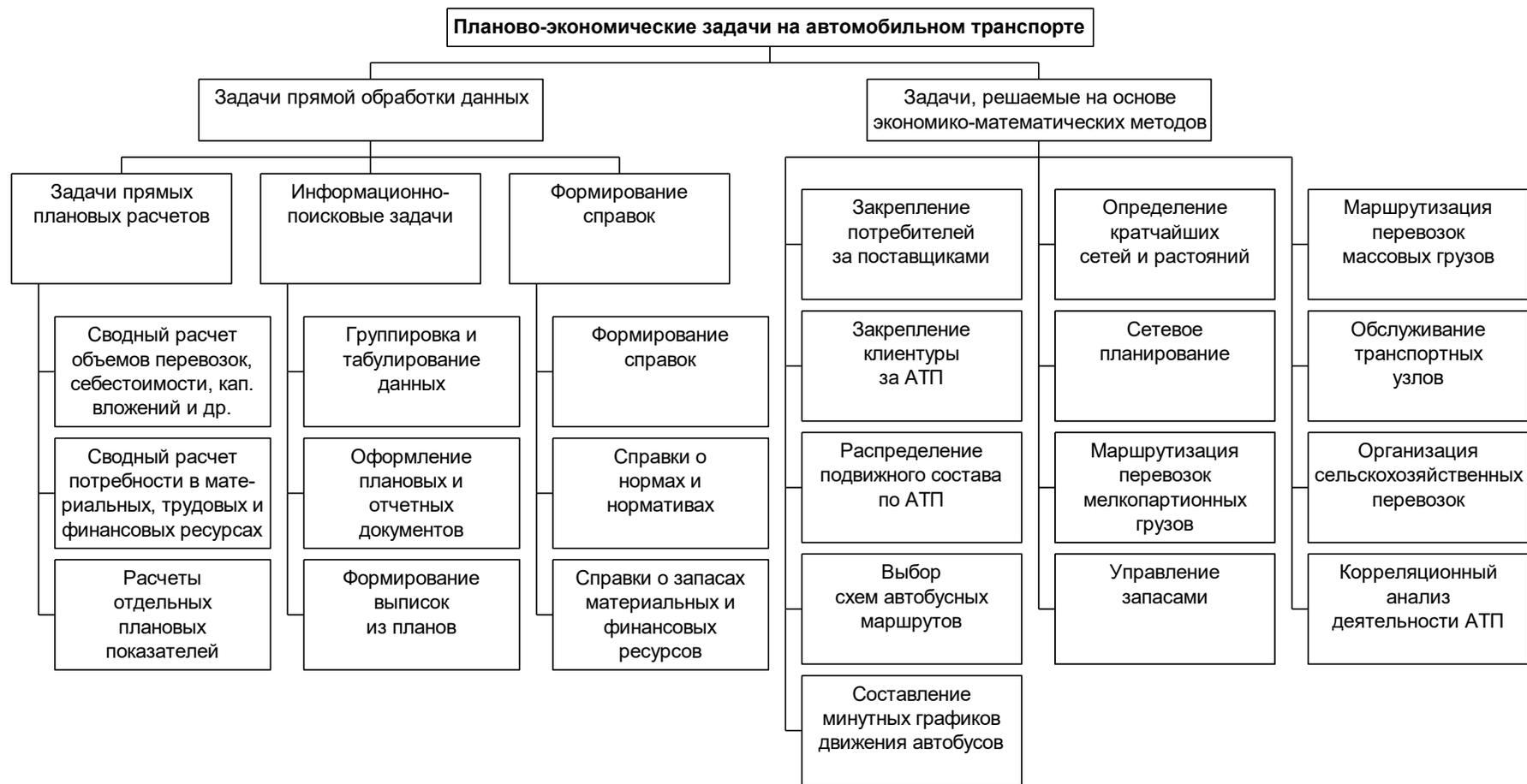
В практической работе руководство АТП сталкивается с различными видами задач. Эти задачи могут относиться к задачам прямой обработки данных, когда входные данные преобразуются в выходные на основе прямого безвариантного расчета, и к задачам, решаемым на основе применения экономико-математических методов (рис. 1). Задачи первого типа требуют обработки больших массивов данных. Они носят характер бухгалтерских расчетов, могут эффективно и оперативно решаться на ЭВМ. Расчеты с помощью экономико-математических методов требуют огромных объемов вычислений, что можно выполнить только с помощью ЭВМ. При этом обеспечивается возможность выбора наилучшего оптимального варианта из многих вариантов решения.

Для выбора оптимального варианта плана, надо определить такие значения искомым плановых величин (переменных), при которых наилучшим образом достигалась бы заранее заданная цель. Степень достижения цели решения плановой задачи определяется с помощью критерия, который должен быть вполне определенным количественным показателем, т.е. выражен числом. В последнее время все чаще решаются многокритериальные оптимизационные задачи. В них обычно план характеризуется не одним критерием качества, а несколькими. Например, себестоимость, расход топлива, производительность и т.п. Отдельные частные критерии могут быть противоречивыми, т.е. приближение одного к оптимальному значению, требует удаления другого от оптимального (например, прибыль и расход топлива. Ясно, что уменьшение расхода топлива до 0 приведет к нулевой прибыли). Обычно многокритериальные оптимизационные задачи решаются путем объединения нескольких частных критериев в один центральный критерий:

$$K = \alpha_1 K_1 + \alpha_2 K_2 + \dots + \alpha_n K_n,$$

где  $K_i$  –  $i$ -тый частный критерий ( $i = 1, \dots, n$ );

$\alpha_i$  – весовой коэффициент (учитывает важность  $i$ -го критерия). Значения весовых коэффициентов обычно назначаются опытными экспертами, исходя из соотношения



*Рис. 1. Планово-экономические задачи на автомобильном транспорте*

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n = 1$$

Впервые в 1956 году в трудах МАДИ В.А. Илларионовым была опубликована статья, в которой экономико-математические методы использовались для оперативного планирования автомобильных перевозок путем оптимального распределения различных марок подвижного состава по маршрутам перевозок.

Первая практическая задача была решена в 1959 году Л.П. Александровым, Ю.А. Алейниным и А.Л. Лурье. Был рассчитан план перевозок песка с 8 причалов Москвы 209 потребителям, который оказался лучше обычного на 11,3%.

В настоящее время разработаны методы получения оптимальных планов следующих задач:

- закрепления потребителей за поставщиками однородной или взаимозаменяемой продукции с минимизацией транспортных затрат;
- планирования нулевых пробегов. Разновидностью этой задачи является задача размещения различных типов и марок автомобилей по АТП. Цель задачи – минимизация суммарных нулевых пробегов;
- маршрутизация перевозок массовых грузов (увязка ездов) для обеспечения минимального порожнего пробега автомобилей;
- планирования развозочных и сборочных маршрутов при перевозке мелких партий грузов, обеспечивающего минимальный пробег автомобилей при объезде пунктов получения или отправления груза;
- распределение подвижного состава и погрузочно-разгрузочной техники по маршрутам с целью максимального использования их рабочего времени;
- закрепление автобусных парков за маршрутами;
- получения оптимальных схем автобусных маршрутов в городах;
- расчета расписания движения автобусов.

Математические методы используются и в планировании себестоимости автомобильных перевозок и накладных расходов АТП.

### Характеристика методов решения задач планирования перевозок

Среди математических методов решения планово-экономических задач прежде всего следует назвать методы математического программирования, с помощью которых решаются задачи на экстремум (максимум и минимум) функции многих переменных с ограничениями на область изменения этих переменных.

Из методов математического программирования наибольшее распространение получили методы линейного программирования. Из них применяются:

- a) графический метод (крайне редко – всего 2 переменные);
- b) метод решения транспортной задачи (например, задача по определению количества автомобилей, которое следует направлять из каждого АТП каждому клиенту с учетом ограничения выпуска автомобилей каждым АТП, при условии, что каждому клиенту требуется определенное их число с

минимизацией общего нулевого пробега), т.е. задачи с большим числом переменных и однородными ресурсами;

с) симплекс-метод при большом числе переменных и разнородных ресурсах (различные марки автомобилей, грузы, материалы).

Применяются также методы нелинейного программирования.

Кроме математического программирования применяют методы комбинаторного анализа, которые используются при составлении развозочных и сборных маршрутов перевозок мелкопартионных грузов и схем автобусных маршрутов в городах.

Важное значение имеет теория вероятности и математическая статистика, а также математические теории управления запасами и массового обслуживания.

#### 4. Оптимальная организация перевозок маятниковыми маршрутами

Организацию перевозок маятниковыми маршрутами и их оптимизацию рассмотрим на примере типичной задачи развозки грузов с центрального склада нескольким клиентам.

С центрального пункта с номером 0 (склад, карьер, район города, город, промышленный район и т.п.) требуется развести грузы в объемах  $Q_1, Q_2, \dots, Q_i, \dots, Q_n$  соответственно в пункты 1, 2, ..., i, ..., n. Схема перевозок приведена на рис. 1, где указаны также кратчайшие расстояния между пунктами.

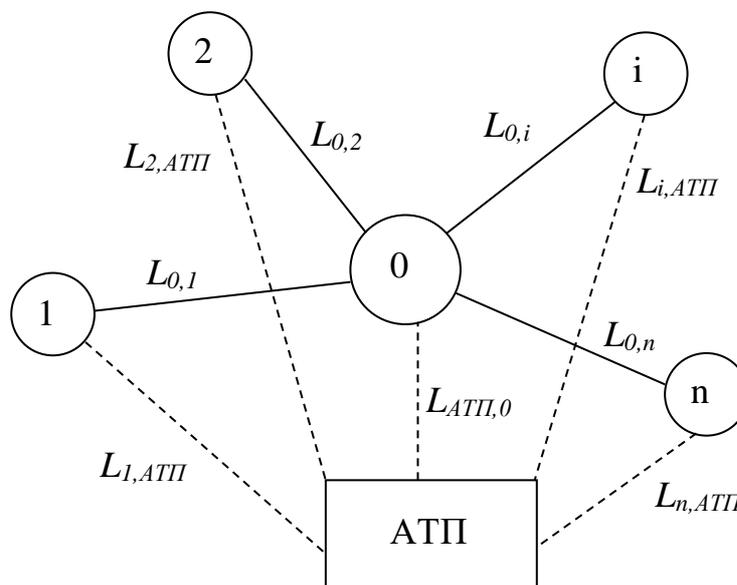


Рис. 1. Схема перевозок грузов маятниковыми маршрутами с центрального склада

Автотранспортные средства расположены в пункте АТП. Связи между АТП, центральным пунктом и пунктами назначений показаны пунктирными линиями, поскольку грузы на этих маршрутах не перевозятся.

На перевозках предполагается использовать автомобили одинаковой грузоподъемности  $q$ .

Весь груз необходимо вывести за одну смену, причем (для простоты) предполагается, что автомобиль может выполнить за смену не более  $n_c$  ездов. Маршруты движения автомобилей – маятниковые.

Требуется составить план перевозок с минимальным пробегом, определить потребное число автомобилей, маршруты движения каждого автомобиля, груженный, порожний и общий пробег автомобиля и всей группы автомобилей в целом.

#### Алгоритм решения задачи

Возможны два варианта организации перевозочного процесса:

1. Каждый автомобиль закрепляется за конкретным клиентом (обычный вариант организации перевозок без минимизации пробега);
2. Автомобили не закрепляются за конкретными клиентами, т.е. автомобиль в течение смены может обслужить несколько клиентов (пробег минимизируется).

Вариант 1. Расчет ведется в следующей последовательности:

1. Определяется потребное число ездки, необходимое для перевозки всего груза  $i$ -го клиента (округление выполнять в большую сторону)

$$n_{ei} = \frac{Q_i}{q\gamma_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

2. Определяется потребное число автомобилей для обслуживания  $i$ -го клиента (округление выполнять в большую сторону)

$$A_i = \frac{n_{ei}}{n_c}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

3. Находится количество автомобилей, необходимое для обслуживания всех клиентов

$$A = \sum_{i=1}^n A_i$$

4. Составляются маршруты движения каждого автомобиля, например

1) АТП-0=1-0=1-0=1 ... -0=1-АТП

.....

(здесь знак "-" означает холостую ездку, а знак "=" означает ездку с грузом, которых всего  $n_c$ ).

5. Затем определяют холостой, груженный и полный пробег каждого автомобиля в отдельности и в целом по всем автомобилям.

Вариант 2. Расчет ведется в следующей последовательности:

1. Сначала, как и в предыдущем варианте, определяется число ездки, необходимое для доставки грузов каждому клиенту (округлять результат необходимо в большую сторону)

$$n_{ei} = \frac{Q_i}{q\gamma_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

2. Находится суммарное число ездов, необходимых для вывоза всего груза

$$n_e = \sum_{i=1}^n n_{ei}$$

3. Определяется потребное количество автомобилей для обслуживания всех клиентов

$$A = \frac{n_e}{n_c}$$

4. Дальнейшее решение связано с подготовкой специально поставленной транспортной задачи, в которой минимизируется сумма произведений порожних ездов на длины соответствующих холостых пробегов. При этом, в соответствии с терминологией классической транспортной задачи, пункты  $1, \dots, i, \dots, n$  будут поставщиками порожних ездов, а пункты  $0$  (центральный склад) и  $АТП$  – потребителями этих ездов. Причем  $АТП$  будет потребителем последней порожней ездки в каждом маршруте (количество таких ездов равно числу автомобилей  $A$ , возвращающихся после рабочего дня в  $АТП$ ). После этого легко заполнить таблицу с исходными данными транспортной задачи (табл. 1):

Таблица 1

Пункты–поставщики порожних ездов	Пункты–потребители порожних ездов		Всего ездов
	$0$	$АТП$	
$1$	$L_{1,0}$	$L_{1,АТП}$	$n_{e1}$
...	...	...	...
$i$	$L_{i,0}$	$L_{i,АТП}$	$n_{ei}$
...	...	...	...
$n$	$L_{n,0}$	$L_{n,АТП}$	$n_{en}$
Всего ездов	$n_e - A$	$A$	$n_e$

5. Решается такая транспортная задача любым из известных методов, например, методом потенциалов. В результате определяется оптимальный план распределения порожних ездов между пунктами дорожной сети. Ездки, попавшие в столбец  $АТП$  (например,  $X_{1,АТП}$ ,  $X_{i,АТП}$  в табл.2), определяют последние пункты маршрутов (в нашем случае это пункты  $1$  и  $i$ ), из которых автомобили должны возвращаться в  $АТП$ .

Таблица 2

Пункты–	Пункты–потребители порожних ездов	Всего
---------	-----------------------------------	-------

поставщики порожних ездов	$0$	$АТП$	ездов
$1$	$L_{1,0}$ $X_{1,0}$	$L_{1,АТП}$ $X_{1,АТП}$	$n_{e1}$
...	...	...	...
$i$	$L_{i,0}$	$L_{i,АТП}$ $X_{i,АТП}$	$n_{ei}$
...	...	...	...
$n$	$L_{n,0}$ $X_{n,0}$	$L_{n,АТП}$	$n_{en}$
Всего ездов	$n_e - A$	$A$	$n_e$

Величины  $X_{1,АТП}$  и  $X_{i,АТП}$  определяют количество маршрутов, последние ездки которых ...1 – АТП и ...i – АТП соответственно. Ездки, попавшие только в столбец 0 (в нашем случае  $X_{n,0}$ ), говорят о том, что из соответствующего пункта (в нашем случае из пункта  $n$ ) нецелесообразно возвращаться в АТП.

6. Наконец, строятся маршруты движения каждого автомобиля, например:

$$1) \quad АТП-0=1-0 \dots -0=1-АТП$$



$n_c - 1$  порожних ездов

$$2) \quad \dots\dots\dots$$

$$m) \quad АТП-0=n-0 \dots -0=i-АТП$$



всего  $n_c$  порожних ездов

7. Затем определяют холостой, груженный и полный пробег каждого автомобиля в отдельности и в целом по всем автомобилям.

## 5. Постановка задачи маршрутизации полнопартионных перевозок

Заданы пункты производства и потребления грузов, пункты размещения автомобилей, а также расстояния между всеми пунктами (находятся путем решения задачи определения кратчайших маршрутов). Известны заявки на перевозки (груженные ездки) и их величины, соответствующие полнопартионным. Задано количество автомобилей по маркам (грузы могут перевозиться на разных по типу автомобилях) и АТП.

Требуется найти совокупность маршрутов, обеспечивающих минимальный суммарный пробег автомобилей без груза.

На маршруты накладываются ограничения:

- максимальная протяженность маршрута (возможность дозаправки);
- максимальное время работы на маршруте;
- максимальное число груженых ездов (условия погрузки-выгрузки);
- минимальное значение коэффициента использования грузоподъемности;
- минимальное значение коэффициента использования пробега и др.

Маршрут, удовлетворяющий ограничениям, называется допустимым. План перевозок включает только допустимые маршруты.

Если число отправителей и получателей не велико, то решение задачи находят вручную, путем вычерчивания схем различных возможных маршрутов и сопоставлением величин холостых пробегов по допустимым маршрутам с выбором в итоге оптимального.

На практике задачи имеют обычно значительную размерность, для их решения разработаны специальные методы (например, метод решения задач оперативного планирования перевозок грузов ВЦ ГлавМосавтотранса).

Рассмотрим этот метод.

Предварительно, условимся, что так как

$$\beta = \frac{L_{zp}}{L_{zp} + L_{nop}}$$

или

$$L_{zp} = L_{nop} \cdot \frac{\beta}{1 - \beta},$$

то, обозначив

$$\lambda = \frac{\beta}{(1 - \beta)},$$

получим

$$L_{zp} = \lambda \cdot L_{nop}.$$

Если минимальное значение  $\beta$  в допустимом маршруте обозначить через  $\beta_{\min}$ , то

$$\lambda_{\min} = \frac{\beta_{\min}}{(1 - \beta_{\min})}$$

Тогда необходимым условием допустимости маршрута является соотношение:

$$C = L_{zp} - \lambda \cdot L_{nop} \geq 0, \quad (1)$$

$$\text{где } \lambda_{\min} = \frac{\beta_{\min}}{1 - \beta_{\min}}$$

Если оно не выполнено, значит  $\beta < \beta_{\min}$ . Чем больше значения  $C$ , тем выше коэффициент использования пробега по маршруту.

Можно считать, что целью решения задачи маршрутизации является построение плана перевозок, обеспечивающего  $\max C$  по всем маршрутам. При фиксированном груженом пробеге это эквивалентно минимизации пробега автомобиля без груза.

При решении задачи необходимо одновременно рассматривать все множество строящихся маршрутов ( $j=1, 2, \dots, n$ ) и все множество заявок на перевозку ( $i=1, 2, \dots, m$ ). На каждом шаге решения производится оптимальное назначение  $i$ -ой заявки в  $j$ -тый маршрут по критерию максимизации значения  $C$  на всем множестве маршрутов.

#### 6. Алгоритм ГлавМосавтотранса для решения задач маршрутизации

1) Сначала заполняется таблица заявок

Табл. 1

Поставщик	Получатель	Кол-во груза, т
$A_1$	$B_1$	$Q_1$
$A_2$	$B_2$	$Q_2$
...	...	...
$A_M$	$B_N$	$Q_m$

2) затем заполняется таблица минимальных расстояний между пунктами

Табл. 2

Поставщик	Получатель						
	Б1	Б2	...	БN	АТП1	...	АТПK
A1	$C_{1,1}^П$ $L_{1,1}$	$C_{1,2}^П$ $L_{1,2}$	...	$C_{1,N}^П$ $L_{1,N}$	$C_{1,АТП1}^П$ $L_{1,АТП1}$	...	$C_{1,АТПK}^П$ $L_{1,АТПK}$
A2	$C_{2,1}^П$ $L_{2,1}$	$C_{2,2}^П$ $L_{2,2}$	...	$C_{2,N}^П$ $L_{2,N}$	$C_{2,АТП1}^П$ $L_{2,АТП1}$	...	$C_{2,АТПK}^П$ $L_{2,АТПK}$
...	...	...	...	...	...	...	...
AM	$C_{M,1}^П$ $L_{M,1}$	$C_{M,2}^П$ $L_{M,2}$	...	$C_{M,N}^П$ $L_{M,N}$	$C_{M,АТП1}^П$ $L_{M,АТП1}$	...	$C_{M,АТПK}^П$ $L_{M,АТПK}$
АТП1	$C_{АТП1,1}^П$ $L_{АТП1,1}$	$C_{АТП1,2}^П$ $L_{АТП1,2}$	...	$C_{АТП1,N}^П$ $L_{АТП1,N}$	—	...	—
...	...	...	...	...	...	...	...
АТПK	$C_{АТПK,1}^П$ $L_{АТПK,1}$	$C_{АТПK,2}^П$ $L_{АТПK,2}$	...	$C_{АТПK,N}^П$ $L_{АТПK,N}$	—	...	—

3) задаются предельно допустимыми значениями параметров, характеризующих допустимость маршрута

Например:

$$\left. \begin{aligned} L_{\text{марш}} &\leq L_{\text{max}} \\ t_{\text{марш}} &\leq t_{\text{max}} \\ Z &\leq Z_{\text{max}} \\ \gamma &\geq \gamma_{\text{min}} \\ \beta &\geq \beta_{\text{min}} = \bar{\beta} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

4) В верхних углах клеток табл.2 записываем оценки холостых пробегов между пунктами  $A_1 - B_1, A_1 - B_2, \dots, A_{\text{ТПК}} - B_N$ , вычисленные в соответствии с формулой (1), т.е.

$$C_{ij}^{\text{II}} = L_{ij}^{\text{sp}} - \lambda_{\text{min}} L_{ij}^{\text{II}}, \quad (3)$$

где  $L_{ij}^{\text{sp}} = 0$ . Поэтому все оценки будут отрицательны.

5) Затем заполняется табл. 3. (в дальнейшем работа будет вестись путем преобразованиями этой таблицы). По строкам таблицы располагаются заявки на перевозки, по столбцам - маршруты.

Табл.3

№ заявки	Заявка	Маршрут						Кол-во груза, т
		1	2	...	j	...	N	
1	$A_1 - B_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	...	$C_{1j}$	...	$C_{1n}$	$Q_1$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
i	$A_k - B_l$	$C_{i1}$	$C_{i2}$	...	$C_{ij}$	...	$C_{in}$	$Q_i$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
m	$A_M - B_N$	$C_{m1}$	$C_{m2}$	...	$C_{mj}$	...	$C_{mn}$	$Q_m$
Разность наибольших оценок		$\Delta_1$	$\Delta_2$	...	$\Delta_j$	...	$\Delta_n$	

В верхних углах клеток записываются оценки эффективности  $C_{ij}$  включения грузовой ездки  $i$  в маршрут  $j$ . Оценка определяется как сумма оценок двух

ездок: - порожней от АТП и грузеной, например, АТП<sub>1</sub>-А<sub>1</sub>=Б<sub>1</sub> (знак "-" означает порожнюю ездку, знак "=" означает грузеную ездку):

$$C_{1,1} = C_{1,1}^{\Pi} + L_{1,1}^{ep}$$

Окончательно

$$C_{i,j} = L_{i,j}^{ep} + C_{i,j}^{\Pi} \quad (4)$$

После заполнения таблицы 3 необходимо выполнить следующие действия:

6. Найти в каждом столбце матрицы (табл.3) две наибольшие оценки, так, что

$$C_{i1,j} \geq C_{i2,j},$$

где  $i1$  и  $i2$  номера строк с последовательными наибольшими оценками соответственно.

7. Вычислить в каждом столбце матрицы

$$\Delta_j = C_{i1,j} - C_{i2,j}$$

и заполнить последнюю строку табл.3.

8. Найти столбец  $jo$ , для которого значение  $\Delta_{jo}$  максимально.

9. Назначить ездку  $i1$  в маршрут  $jo$ .

10. Установить, должен ли быть продолжен маршрут  $jo$ ?

Если нет, то всем оценкам  $C_{i,jo}$  столбца  $jo$  присвоить большое по модулю отрицательное число "-М". Если да, то пересчитать оценки  $C_{i,jo}$  столбца  $jo$  по формуле

$$C_{i,jo} = C_{i1,jo} + C_{i,jo}^{\Pi} + L_{i,jo}^{ep} \quad (5)$$

11. Уменьшить объем неспланированных перевозок по заявке  $i1$  (последний столбец матрицы) на величину г/п автомобиля, выполняющего маршрут  $jo$ .

12. Проверить допустимость последующего включения заявки  $i1$  во все маршруты. Там, где ограничения по коэффициенту  $\gamma$ , по протяженности маршрута или другим ограничениям нарушаются, соответствующим оценкам  $C_{ij}$  присвоить значения "-М".

13. Проверить, есть ли в матрице оценка  $C_{ij} \neq -M$ .

Если да, то перейти к п. 6, в противном случае - "конец".

7. Пример решения задачи маршрутизации полнопартионных перевозок методом ГлавМосавтотранса

Дана схема транспортной сети (рис.1) и заявки на перевозки (табл.1). Решено, что АТП<sub>1</sub> выпускает на линию 2 автомобиля КамАЗ-5511 с г/п=10т, а АТП<sub>2</sub> - 2 автомобиля МАЗ-503А с г/п=8т. Расстояния между всеми пунктами представлены в табл.2.

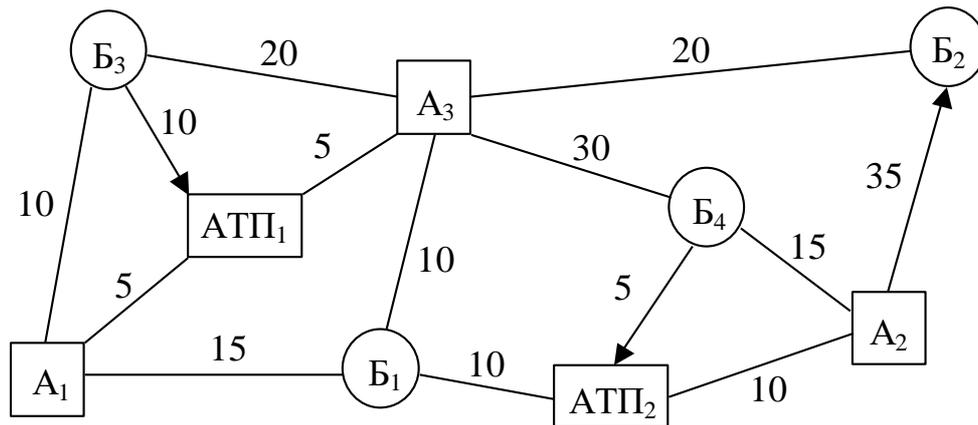


Рис. 1. Схема транспортной сети

Заявки на перевозки

Таблица 1

Заявка	Поставщик	Получатель	Кол-во груза, т
1	A1	Б1	28
2	A2	Б2	26
3	A3	Б3	28
4	A3	Б4	18

Требуется построить допустимые маршруты с общей протяженностью каждого 100-120 км, т.е.

$$100 \leq l_M \leq 120 \text{ км},$$

$$\beta \geq 0,55,$$

$$\gamma = 1,0$$

откуда из (1):

$$\lambda_{\min} = \frac{\beta_{\min}}{1 - \beta_{\min}} = \frac{0,55}{1 - 0,55} = 1,2$$

Кратчайшие расстояния и оценки порожних пробегов

Таблица 2

Поставщи ки	Получатели					
	Б1	Б2	Б3	Б4	АТП 1	АТП 2
A1	-18 15	-36 30	-12 10	-36 30	-6 5	-30 25
A2	-24 20	-42 35	-54 45	-18 15	-42 35	-12 10
A3	-12 10	-24 20	-24 20	-36 30	-6 5	-24 20

АТП1	-18 15	-30 25	-12 10	-36 30	-	-
АТП2	-12 10	-48 40	-42 35	-6 5	-	-

**Примечание.** Кратчайшие расстояния между пунктами необходимо определять с учетом направления движения (например, между АТП1 и Б3 направление движения от Б3 к АТП1).

**Решение.** В перевозках участвуют 4 автомобиля, поэтому будем формировать 4 маршрута. Условимся, что 2 первых (автомобили КамАЗ) начинаются с АТП1, а третий и четвертый (автомобили МАЗ) с АТП2.

В табл.2 в верхних углах клеток записываем оценки порожнего пробега между соответствующими пунктами, найденные в соответствии с формулой (1), т.е.

$$c_{ij}^n = l_{ij}^{zp} - \lambda_{\min} l_{ij}^{nop}$$

где  $i=1,2,\dots,M$  - поставщики ездки (у нас  $M=5$ ) с учетом АТП  
 $j=1,2,\dots,N$  - получатели ездки (у нас  $N=6$ ) с учетом АТП

$l_{ij}^{zp} = 0$  – так как ездки порожние

Например:  $c_{11}^n = 0 - 1,2 \cdot l_{11}^{nop} = 0 - 1,2 \cdot 15 = -18$  и т.д.

### I шаг решения

В соответствии с алгоритмом заполним таблицу 3.

В правых верхних углах табл. 3 запишем оценки эффективности включения грузеной ездки  $i$  в маршрут  $j$ .

При этом оценивается фрагмент маршрута, состоящего фактически из 2-х ездки - порожней (подача автомобиля от АТП к поставщику) и грузеной (от поставщика к получателю). Чтобы подсчитать оценку, связывающую, например, ездку А1 = Б1 с маршрутом 1 (автомобиль из АТП1) нужно к оценке длины порожней ездки от АТП1 до пункта А1 (табл.2) прибавить длину грузеной ездки А1 = Б1.

Таблица 3

№ заявки	Маршрут в заявке	Маршрут				Кол-во груза, т
		1 (от АТ П1)	2 (от АТ П1)	3 (от АТ П2)	4 (от АТ П2)	
1	А1=Б1	9	9	-15	-15	28
2	А2=Б2	-7	-7	23 8	23	26-8
3	А3=Б3	14	14	-4	-4	28
4	А3=Б4	24	24	6	6	18

Разность наибольших оценок, $\Delta_j$	10	10	17	17	-	

Получим

$$c_{11} = c_{11}^n + l_{11}^{ep} = -6 + 15 = 9$$

Результат записываем в клетку 1-1 табл.3.

Действуя аналогично, например, для  $c_{34}$ , получим

$$c_{34} = c_{34}^n + l_{34}^{ep} = -24 + 20 = -4$$

и т.д., т.е.

$$c_{ij} = c_{ij}^n + l_{ij}^{ep}$$

заполним всю табл.3.

Находим в соответствии с алгоритмом в каждом столбце табл. 3 две наибольшие оценки  $c_{i_1,j} > c_{i_2,j}$  и разность между ними  $\Delta_j = c_{i_1,j} - c_{i_2,j}$  запишем в последней строке табл. 3.

Выбираем столбец с  $\Delta_{\max}$ , т.е.  $j_0 = 3$ . При этом груженная ездка  $i_1 = 2$  с  $c_{i_1,j_0} = \max$  назначается в маршрут 3. Получится фрагмент маршрута АТП<sub>2</sub>-А<sub>2</sub>=Б<sub>2</sub> с оценкой  $c_{23} = 23$  и длиной  $l = 10 + 35 = 45$ .

С учетом возврата в АТП ( $l_{Б_2-АТП_2} = 40$  км) пробег составит  $l = 45 + 40 = 85 < l_{\min} = 100$ , т.е. маршрут должен быть продолжен. В клетку 2-3 запишем 8т (г/п автомобиля), а в последнем столбце разность  $26-8=18$ .

Составим табл. 4, в которой оценки в колонке 3 пересчитывают по формуле

$$c_{i,j_0} = c_{i,j_0} + c_{i,j_0}^n + l_{i,j_0}^{ep},$$

где  $c_{i,j_0}$  - уже выбранная оценка (у нас 23);

$c_{i,j_0}^n$  - оценка порожнего пробега от получателя до следующего поставщика в езде  $i$ ;

$l_{i,j_0}^{ep}$  - длина груженной ездки  $i$ .

Таким образом:

$$c_{13} = c_{23} + c_{Б_2-А_1}^n + l_{А_1=Б_1}^{ep} = 23 + (-36) + 15 = 2$$

$$c_{23} = c_{23} + c_{Б_2-А_2}^n + l_{А_2=Б_2}^{ep} = 23 + (-42) + 35 = 16$$

$$c_{33} = c_{23} + c_{Б_2-А_3}^n + l_{А_3=Б_3}^{ep} = 23 + (-24) + 20 = 19$$

$$c_{43} = c_{23} + c_{Б_2-А_3}^n + l_{А_3=Б_4}^{ep} = 23 + (-24) + 30 = 29$$

В этих выражениях для большей наглядности номера ездки в индексах заменены их фактическим содержанием. Вычисляем также разность наибольших оценок в третьем столбце. Таким образом, формируется табл. 4

Таблица 4

№ заявки	Маршрут в заявке	Маршрут				Кол-во груза, т
		1 (от АТ П <sub>1</sub> )	2 (от АТ П <sub>1</sub> )	3 (от АТ П <sub>2</sub> )	4 (от АТ П <sub>2</sub> )	
1	A1=B1	9	9	2	-15	28
2	A2=B2	-7	-7	16	23 8	18-8
3	A3=B3	14	14	19	-4	28
4	A3=B4	24	24	29	6	18
Разность наибольших оценок, Δj		10	10	10	17	-

Затем проверяется допустимость включения заявки  $A_2=B_2$  во все маршруты. Проверка показывает, что заявка  $A_2=B_2$  может быть назначена в любой маршрут:

- остается вывезти 18 т;
- длина любого маршрута на этом этапе не превосходит 120 км:

1.  $L_{ATП1-A2=B2} = 35+35=70$
2.  $L_{ATП1-A2=B2} = 35+35=70$
3.  $L_{ATП2-A2=B2-A2=B2} = 10+35+35+35=115$
4.  $L_{ATП2-A2=B2} = 10+35=45$

Поскольку в табл. 4 все оценки  $C_{ij} \neq -M$ , то все описанные действия повторяются вновь.

### II шаг решения

После расчета всех  $\Delta_j$  находим  $\max \Delta_j = 17$  при этом  $j_0 = 4$ . В результате в маршрут № 4 включим езду  $A_2=B_2$ . В центре клетки запишем объем перевозки (8 т), а в последнем столбце запишем остаток еще не спланированного к перевозке груза (18-8т). Маршрут № 4 как и маршрут № 3 должен быть продолжен, поэтому его оценки пересчитываются по формуле (1). В итоге формируется табл. 5. В результате проверок убеждаемся, что и далее заявка  $A_2=B_2$  может быть включена в любой маршрут.

Таблица 5

№ заявки	Маршрут в заявке	Маршрут				Кол-во груза, т
		1 (от АТ П <sub>1</sub> )	2 (от АТ П <sub>1</sub> )	3 (от АТ П <sub>2</sub> )	4 (от АТ П <sub>2</sub> )	
1	A1=B1	9	9	2	2	28

i

2	A2=B2	-7	-7	16	16	10
3	A3=B3	14	14	19	19	28
4	A3=B4	24 10	24	29	29	18-10
Разность наибольших оценок, $\Delta_j$		10	10	10	10	-

### III шаг решения

Выбираем  $\max \Delta_j = 10$  при этом  $j_0 = 1$ , т.е. начинаем формировать маршрут № 1, в который включим езду A3=B4. В центре клетки запишем величину перевозки (10 т). В последнем столбце записываем остаток (18-10). Убеждаемся, что маршрут № 1 требует продолжения. Оценки первого столбца пересчитываем и заполняем таблицу 6. Остаток груза в заявке 4 не может перевозиться автомобилями с грузоподъемностью 10 т на маршрутах № 1 и № 2, следовательно  $C_{41} = C_{42} = -M$ .

### IV шаг решения

В таблице 6  $\max \Delta_j = 33$  при этом  $j_0 = 1$ , поэтому в маршрут № 1 добавляется езда A2=B2. Протяженность маршрута составит 85 км.

Таблица 6

№ заявки	Маршрут в заявке	Маршрут				Кол-во груза, т
		1 (от АТ П <sub>1</sub> )	2 (от АТ П <sub>1</sub> )	3 (от АТ П <sub>2</sub> )	4 (от АТ П <sub>2</sub> )	
1	A1=B1	9	9	2	2	28
2	A2=B2	41 10	-7	16	16	10-10
3	A3=B3	8	14	19	19	28
4	A3=B4	-M	-M	29	29	8
Разность наибольших оценок, $\Delta_j$		33	5	10	10	-

С учетом возврата на АТП<sub>1</sub> его длина окажется равной 110 км. Коэффициент использования пробега на маршруте № 1

$$\beta = \frac{L_{gp}}{L_{gp} + L_{nop}} = \frac{65}{110} = 0,59 > 0,55$$

Таким образом, маршрут № 1, отвечающий всем требованиям, закончен. Поэтому в табл. 7 в столбце № 1 все  $C_{i,1} = -M$ . Эти же значения получают элементы  $C_{2,j}$  второй строки, так как весь груз по заявке  $A_2=B_2$  спланирован.

Таблица 7

№ заявки	Маршрут в заявке	Маршрут				Кол-во груза, т
		1 (от АТ П <sub>1</sub> )	2 (от АТ П <sub>1</sub> )	3 (от АТ П <sub>2</sub> )	4 (от АТ П <sub>2</sub> )	
1	A1=B1	-M	9	2	2	28
2	A2=B2	-M	-M	-M	-M	0
3	A3=B3	-M	14	19	19	28
4	A3=B4	-M	-M	29 8	29	8-8
Разность наибольших оценок, $\Delta_j$		0	5	10	10	-

#### V шаг решения

В таблице 7  $\max \Delta_j = 10$  при этом  $j_0 = 3$ , поэтому в маршрут № 3 добавляется ездка  $A_3=B_4$ . Этой ездкой маршрут заканчивается. Протяженность маршрута составит 100 км., пробег с грузом – 65 км., коэффициент использования пробега 0,65.

Продолжая далее аналогично преобразовывать таблицы, получим все маршруты движения:

Таблица 8

№	Маршрут	Пробег, км	Кэф
---	---------	------------	-----

		гр уж	по ро ж.	об щи й	ф. испо льзов ания проб ега
1	АТП <sub>1</sub> -А <sub>3</sub> =Б <sub>4</sub> -А <sub>2</sub> =Б <sub>2</sub> -АТП <sub>1</sub>	65	45	110	0,59
2	АТП <sub>1</sub> -А <sub>3</sub> =Б <sub>3</sub> -А <sub>1</sub> =Б <sub>1</sub> -А <sub>3</sub> =Б <sub>3</sub> -А <sub>1</sub> =Б <sub>1</sub> - АТП <sub>1</sub>	70	50	120	0,58
3	АТП <sub>2</sub> -А <sub>2</sub> =Б <sub>2</sub> -А <sub>3</sub> =Б <sub>4</sub> -АТП <sub>2</sub>	65	35	100	0,65
4	АТП <sub>2</sub> -А <sub>2</sub> =Б <sub>2</sub> -А <sub>3</sub> =Б <sub>3</sub> -А <sub>1</sub> =Б <sub>1</sub> -АТП <sub>2</sub>	70	50	120	0,58

Описанный метод относится к методам пошаговой оптимизации. В нем выбор наилучшей оценки производится только на данном шаге без анализа последствий такого выбора. Может получиться, что после включения ездки в маршрут и пересчета оценок  $C_{i,j_0}$  по формуле (1) ни одной положительной оценки в столбце  $j_0$  не окажется. Это означает, что любое продолжение маршрута  $j_0$  дает коэффициент использования пробега ниже допустимого (у нас был 0,55). Это противоречит допустимости такого маршрута. Чтобы решение таким образом не завести в тупик и чтобы усилить метод, "заглядывают на шаг вперед", – перед включением ездки в маршрут производят пересчет его оценок. Если среди них не окажется положительных, ездка в маршрут не назначается. Для этого маршрута пересчитывается  $\Delta j_0$  и далее выполняются описанные ранее действия, начиная с поиска максимального значения  $\Delta j$  по всем столбцам.

## 8. Постановка задачи

Задача маршрутизации заключается в поиске множества маршрутов с минимальными издержками на транспортирование (общие минимальные расстояния перевозок или время доставки). В качестве критерия оптимальности решения задачи наиболее часто принимается минимум общего пробега автомобильных транспортных средств

$$\sum_{j=1}^n L_{oj} = \min \quad (1)$$

где  $L_{oj}$  - длина оборота транспортного средства на  $j$ -м маршруте, км;  
 $n$ - общее число маршрутов для освоения заданного объема перевозок.

В некоторых задачах могут быть ограничения, зависящие от конкретных условий перевозок: число пунктов заезда, длина оборота на маршруте, время доставки груза, считая с момента погрузки, и другие показатели.

Решение задачи маршрутизации перевозок мелкопартионных грузов, обеспечивающее абсолютный минимум целевой функции (1), возможно только при рассмотрении всех возможных вариантов маршрутов. Однако разработана приближенные, менее трудоемкие методы их составления, позволяющие получать результаты, близкие к оптимальным. Наиболее распространенными

являются методы: составления сборно-развозочных маршрутов по кратчайшей связывающей сети и Кларка-Райта.

### 9. Метод составления сборно-развозочных маршрутов по кратчайшей связывающей сети

Формирование маршрутов осуществляется в четыре этапа:

1. Нахождение кратчайшей связывающей сети - незамкнутой, с двумя и более вершинами и минимальной суммарной длиной звеньев.

Вначале определяют звено минимальной длины и включают его в кратчайшую связывающую сеть, затем рассматривают все звенья, связанные одной из своих вершин с выбранной ранее частью кратчайшей транспортной сети. Из них выбирают наименьшее, не соединяющее две включенные в сеть вершины, и присоединяют к ранее образованной части. Действия продолжаются до тех пор, пока не будут выбраны все  $n$  вершин сети, связанные с помощью  $n-1$  звеньев (рис.1).

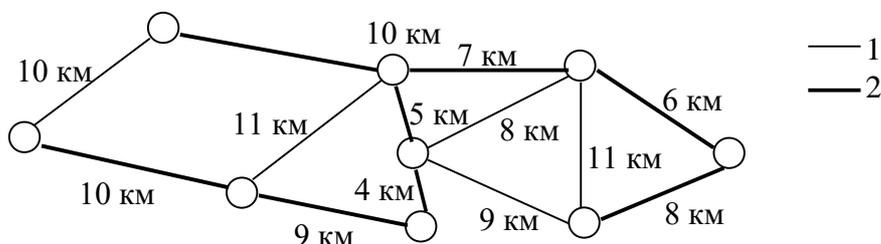


Рис.1 Кратчайшая связывающая сеть: 1 - звенья транспортной сети, не входящей в кратчайшую связывающую сеть; 2 - звенья кратчайшей связывающей сети

2. Набор пунктов в маршруты по каждой ветви сети начинается с ветви, имеющей наибольшее число звеньев (учесть объем ввозимого и вывозимого грузов, вместимости подвижного состава, а также ограничения), от пункта, наиболее удаленного от базового (начального). Если все пункты данной ветви не могут быть включены в один маршрут, то они группируются к ближайшей другой ветви (табл.1).

Набор пунктов в маршруты

Таблица 1

Маршрут...			Маршрут...		
Пункт	Груз, ед		Пункт	Груз, ед	
	ВВОЗ	ВЫВОЗ		ВВОЗ	ВЫВОЗ
...			...		

3. Определение очередности объезда пунктов маршрута, отсчитывая с начального (замкнутая линия должна соответствовать кратчайшему пути их объезда); осуществляется методом сумм, для которого строится табл.2 в виде симметричной матрицы. По главной диагонали расположены пункты маршрута,

цифры указывают на кратчайшие расстояния между ними (находятся методом потенциалов). Дополнительно в матрице имеется итоговая строка сумм расстояний по каждому столбцу.

### Определение очередности включения пунктов в маршрут

Таблица 2

Пункт	A	1	2	...	i	...	n
A	A				$l_{AB_i}$		$l_{AB_n}$
1	$l_{AB_1}$	$B_1$			$l_{B_1B_i}$		$l_{B_1B_n}$
2	$l_{AB_2}$		$B_2$		$l_{B_2B_1}$		$l_{B_2B_n}$
...	...	...	...	...	...	...	...
i	$l_{AB_i}$	$l_{B_1B_i}$	$l_{B_2B_1}$		$B_i$		$l_{B_iB_n}$
...	...	...	...	...	...	...	...
n	$l_{AB_n}$	$l_{B_1B_n}$	$l_{B_2B_n}$		$l_{B_1B_n}$		$B_n$
Сумма							

Начальный маршрут строится из трех пунктов с наибольшей суммой. Затем в него включают очередной пункт с максимальной суммой по столбцу, которой поочередно рассматривают между каждой соседней парой пунктов. Прирост пробега автомобиля на маршруте для каждого случая находят по формуле

$$\Delta L_{kp} = L_{ki} + L_{ip} - L_{kp}$$

где L - расстояние между пунктами транспортной сети, км;

k, p, i - соответственно индексы первого и второго соседних пунктов, а также включаемого между ними пункта.

Из полученных величин  $\Delta L_{kp}$  выбирают минимальную  $\Delta L_{k'p'} = \min\{L_{kp}\}$

и между пунктами k' и p' окончательно включают i-й пункт. Действия продолжают до полного набора всех пунктов маршрута. В результате получаем минимальный или близкий к нему путь движения.

4. Проверка возможности одновременного развоза и сбора груза на маршруте. Последовательность развоза и сбора груза аналогична маршруту объезда пунктов, полученному на третьем этапе расчетов (табл.3)

### Развоз и сбор груза на маршруте

Таблица 3

Пункт	Объем груза, т		
	разгружено	погружено	всего
...	...	...	...

Объем груза при выходе из пункта  $j$

$$Q_{j,j+1} = Q_{j-1,j} - Q_{pj} + Q_{cj}$$

где  $Q_{j,j+1}$  и  $Q_{j-1,j}$  - соответственно объемы перевозимого груза на участке маршрута  $j, j+1$  (при выходе из пункта  $j$ ) и на предшествующем участке  $j-1, j$ ;

$Q_{pj}, Q_{cj}$  - соответственно объемы разгрузки и загрузки в пункте  $j$ .

Избежать перегрузки автомобиля возможно при изменении направления объезда пунктов маршрута. Если это не приведет к желаемому результату, то необходимо в одном или нескольких пунктах выгрузить груз, а затем на обратном пути его принять. Для этого на кратчайшей связывающей сети выбирают один или несколько пунктов, ближайших к базовому, а наиболее удаленный из них принимают за начало маршрута. В матрицу для расчета маршрута не включают базовый и все пункты, близкие к нему, выбранные для повторного заезда. Остальные пункты и новый начальный пункт включают в симметричную матрицу и опять проводят расчеты.

Для повторного заезда выбирают столько пунктов, чтобы объем отправляемого из них груза был не менее, чем максимальный перегруз автомобиля на исходном маршруте.

Схема маршрута может быть представлена в таком виде: базовый пункт - погрузка; пункты повторного заезда - выгрузка; прочие пункты - выгрузка-погрузка; пункты повторного заезда - погрузка; базовый пункт - выгрузка груза.

## 10. Маршрутизация мелкопартионных перевозок методом Кларка-Райта

Метод разработан английскими математиками Кларком и Райтом в начале пятидесятых годов. Он позволяет найти приближенное решение задачи маршрутизации перевозок, осуществляемых мелкими партиями, в общем случае парком автомобилей различной грузоподъемности.

Вначале строится план, состоящий из маятниковых маршрутов, для каждого из которых назначается автомобиль минимальной грузоподъемности (каждый автомобиль обслуживает пока одного потребителя). Затем маршруты объединяют в один развозочный (сборный, сборно-развозочный), обеспечивающий наибольшее сокращение затрат на перевозку. Процесс длится до тех пор, пока не останется ни одной пары маршрутов, которые целесообразно объединить в один из-за отсутствия снижения затрат или автомобиля увеличенной грузоподъемности (учитываются и другие ограничения).

Основой решения являются следующие исходные данные: количество автомобилей различной грузоподъемности; потребность в завозе (вывозе) груза; расстояние перевозок груза (стоимости, время). Для решения задачи маршрутизации составляется табл. 1.

Кратчайшие расстояния (стоимости, время) между пунктами

Таблица 1

Количество груза	A
------------------	---

$Q_1$	$L_{o1}$	<b>B1</b>						
...	...	...	...					
$Q_i$	$L_{oi}$	$L_{1i}$	...	<b>Bi</b>				
...	...	...	...	...	...			
$Q_j$	$L_{oj}$	$L_{1j}$	...	$L_{ij}$	...	<b>Bj</b>		
...	...	...	...	...	...	...	...	
$Q_n$	$L_{on}$	$L_{1n}$	...	$L_{in}$	...	$L_{jn}$	...	<b>Bn</b>

Центральный пункт дорожной сети (имеет номер 0, а в табл. 1 обозначен буквой А) является складом, базой, промышленным районом и т.д. В случае развозки из него грузов в пункты  $B_1, B_2, \dots, B_n$  нужно доставить грузы  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  соответственно. Можно решать и обратную задачу сбора грузов  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  в соответствующих пунктах  $B_1, B_2, \dots, B_n$  и доставки их в пункт А.

В клетках столбцов А,  $B_1, B_2, \dots, B_n$  указаны расстояния (стоимости, время) проезда между любыми двумя пунктами.

Затем заполняется табл. 2, в клетках которой указываются величины, характеризующие выигрыши, которые получают в результате объединения соответствующих маршрутов в один.

Так выигрыш, т.е. величина сокращения пробега (стоимости, времени) автотранспортного средства при объединении маршрутов  $A - B_i - A$  и  $A - B_j - A$  определяется "функцией выгоды" по формуле

$$\Delta L_{ij} = L_{oi} + L_{oj} - L_{ij}$$

где  $L_{oi}, L_{oj}$  - расстояния от начального пункта А до пункта  $B_i$  и от А до  $B_j$  соответственно;

$L_{ij}$  - расстояние между пунктами  $B_i$  и  $B_j$ .

Выигрыши от объединения каждой пары маятниковых маршрутов

Таблица 2

Количество груза	J							
$Q_1$	$J_1$	<b>B1</b>						
...		...	...					
$Q_i$		$\Delta L_{1i}$	...	<b>Bi</b>				
...		...	...	...	...			
$Q_j$	$J_j$	$\Delta L_{1j}$	...	$\Delta L_{ij}$	...	<b>Bj</b>		
...		...	...	...	...	...	...	
$Q_n$	$J_n$	$\Delta L_{1n}$	...	$\Delta L_{in}$	...	$\Delta L_{jn}$	...	<b>Bn</b>

Кроме того, к матрице выигрышей присоединяется отдельный столбец (допустимые значения 0; 1 или 2) индикаторов J пунктов  $B_i$ . Индикатор  $J_i$  строки

$V_i$  показывает, каким является пункт: внутренним ( $J=0$ ), первым или последним ( $J=1$ ) в развозочном или включен еще в маятниковый маршрут вида  $A - V_i - A$  ( $J=2$ ). Постепенно производится объединение маятниковых маршрутов в кольцевые (от большего выигрыша к меньшему). Затем в соответствующих строках меняются элементы первого и второго столбцов: в первых клетках указывается начальная загрузка автомобиля на объединенном маршруте и новые номера индикаторов. Максимальный выигрыш отыскивается в строках, которые соответствуют пунктам с индикаторами  $J=1$  и  $J=2$ .

Алгоритм Кларка-Райта, как и метод маршрутизации по кратчайшей связывающей сети, не гарантирует получения оптимального варианта. Поэтому следует проверять целесообразность перестановок пунктов, входящих в маршруты. При небольшом числе пунктов представляется возможным выполнить перестановку всех вариантов, что позволяет снизить значение целевой функции.

## 11. Задача коммивояжера. Метод сумм при оптимизации кольцевых маршрутов

В грузовых автомобильных перевозках кольцевые маршруты движения автомобилей являются наиболее эффективными. Такие маршруты могут быть *развозочными* (например, развозка хлеба или молочных продуктов с соответствующих заводов по магазинам, палаткам и т.п.), *сборными* (сбор тары в различных торговых точках и доставка ее на некоторую базу) и *сборно-развозочными* (в торговой точке часть груза выгружается и определенное количество тары загружается). Таким образом, возникает нижеследующая задача.

Имеется  $n$  пунктов (городов), связанных между собой сетью дорог. Требуется выехать из одного пункта, объехать все остальные и вернуться в исходный. В каждый пункт можно заезжать только один раз, поэтому маршрут движения будет представлять собой замкнутый цикл без петель, т.е. транспортное средство должно двигаться по кольцевому маршруту. Последовательность объезда пунктов в маршруте, в принципе, может быть любой. Однако от этого зависит общая протяженность всего маршрута. Ясно, что последовательность объезда следует выбрать такой, чтобы суммарная длина всего кольцевого маршрута оказалась минимальной. Эта задача, имеющая важное прикладное значение, получила название "Задачи о коммивояжере" (коммивояжер – агент по сбыту). В теории оптимизации она относится к комбинаторным задачам дискретного (целочисленного) программирования. Например, для графа дорожной сети (рис. 1) существует огромное число кольцевых маршрутов с различными комбинациями последовательностей объезда пунктов.

Число этих комбинаций легко подсчитать. Например, из пункта 1, в следующий пункт маршрута, *в общем случае*, можно выехать  $n-1$  путями:  $1-2$ ,  $1-3$ , ...,  $1-i$ , ...,  $1-(n-1)$ ,  $1-n$ . Дальнейшее движение от любого пункта из  $(2, 3, \dots, n)$  к следующему пункту можно осуществить уже  $(n-2)$  способами. В итоге, два отрезка маршрута можно построить уже  $(n-1)(n-2)$  вариантами. Рассуждая аналогично, получим, что для дорожной сети, состоящей из  $n$  пунктов, общее количество кольцевых маршрутов будет равно  $(n-1)! = (n-1)(n-2) \dots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$ . Это число с ростом значения  $n$  быстро растет. Так при  $n=5$  число возможных

маршрутов  $(5-1)! = 24$ , при  $n=8$  получим  $(8-1)! = 5040$ , а при  $n=10$  (вполне возможное число пунктов в автомобильном кольцевом маршруте, например, при развозке хлебобулочных изделий), число вариантов будет  $(10-1)! = 362880$ .

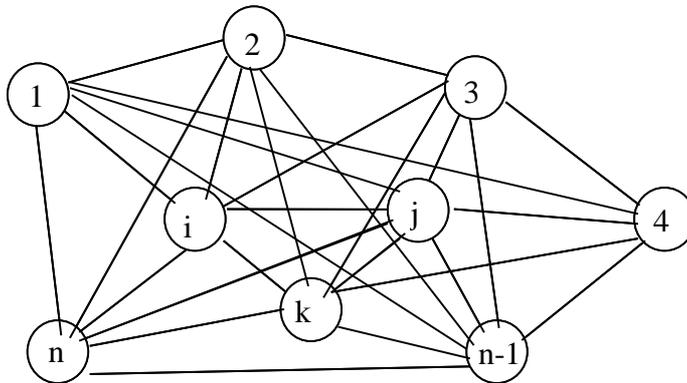


Рис. 1. Граф дорожной сети

Построим сначала математическую модель задачи, обозначая:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если маршрут проходит из пункта } i \text{ в пункт } j; \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad \Gamma$$

де  $i, j = 1, 2, \dots, n; \quad i \neq j$ .

Требуется минимизировать

$$F(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

где  $c_{ij}$  – расстояние (время, стоимость перевозки) между пунктами  $i$  и  $j$ , при условиях

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1, \quad i, j = 1, 2, \dots, n, \quad i \neq j. \quad (4)$$

Здесь  $u_i$  и  $u_j$  – произвольные вещественные значения.

Условия (2) и (3) означают, что автомобиль из каждого пункта выезжает и въезжает в любой пункт только один раз; условие (4) – обеспечивает замкнутость маршрута, содержащего  $n$  пунктов, и отсутствие петель.

Для решения этой задачи разработаны различные приближенные и точные методы.

**Метод сумм.** Этот приближенный метод считается точнее метода пошаговой оптимизации, хотя в некоторых конкретных случаях его результаты могут оказаться даже худшими. Сущность метода рассмотрим на примере следующей задачи. Дорожная сеть имеет 9 пунктов. В таблицу 3 поместим кратчайшие

расстояния между пунктами. В пустые клетки (отсутствует прямая дорога между соответствующими пунктами) впишем большое по величине положительное число. В нашем случае достаточно, например, вписать число 100. Данный прием позволит "блокировать" эти клетки, так как маршруты с подобными расстояниями не будут оптимальными. В таблицу 3 добавим еще одну строку (последнюю), в клетки которой запишем суммы всех расстояний в каждом столбце, т.е.

$$S_j = \sum_{i=1}^9 l_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, 9$$

Таблица 3

Номера пунктов	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		15	100	24	18	30	100	35	20
2	15		10	100	22	100	28	30	100
3	100	10		13	18	28	14	36	100
4	24	100	13		100	24	38	14	100
5	18	22	18	100		12	15	100	26
6	30	100	28	24	12		8	15	30
7	100	28	14	38	15	8		14	22
8	35	30	36	14	100	15	14		20
9	20	100	100	100	26	30	22	20	
Итого	342	405	319	413	311	247	239	264	418

Дальнейшие вычисления ведут по следующей схеме:

1. В итоговой строке выбираются три максимальные суммы ( $S_9=418$ ;  $S_4=413$ ;  $S_2=405$ ), индексы которых (номера столбцов) дают три начальных пункта будущего кольцевого маршрута (9-4-2-9).
2. Определяется номер пункта  $k$ , вставка которого в строящийся маршрут приведет к наименьшему увеличению его длины. Номер этого пункта соответствует номеру столбца, в котором находится следующая по величине сумма расстояний ( $S_1=342$ , т.е.  $k=1$ ).
3. Находится место вставки пункта  $k$  между известными уже пунктами строящегося маршрута (в нашем случае между 9-4, 4-2 или 2-9), которое приведет к наименьшему удлинению маршрута. С этой целью вычисляются значения специальной функции "выгоды":

$$\Delta l_{ij} = l_{ik} + l_{kj} - l_{ij},$$

где  $i$  и  $j$  – номера пунктов, между которыми вставляется пункт  $k$ ;

$l_{ij}, l_{ik}, l_{kj}$  – расстояния между соответствующими пунктами.

(В нашем случае по числу возможных точек вставки необходимо вычислить три значения функции "выгоды":

$$\Delta l_{94} = l_{91} + l_{14} - l_{94} = 20 + 24 - 100 = -56,$$

$$\Delta l_{42} = l_{41} + l_{12} - l_{42} = 24 + 15 - 100 = -61,$$

$$\Delta l_{29} = l_{21} + l_{19} - l_{29} = 15 + 20 - 100 = -65$$

4. Наименьшая по величине функция "выгоды" (-65) определяет точку вставки пункта  $k$  (в нашем случае получилась точка вставки 2-9 и, соответственно, маршрут удлинился 9-4-2-1-9).

Далее вычисления циклически повторяются с пункта 2. При каждом повторении количество пунктов в маршруте увеличивается на один пункт.

В результате будет построен кольцевой маршрут, длина которого достаточно близко совпадает с оптимальной.

В нашем случае, в итоге, получился кольцевой маршрут 9-8-4-3-2-1-5-6-7-9, длина которого 132 является оптимальной.

## 12. Классификация моделей транспортных систем доставки грузов

В зависимости от таких признаков, как мощность осваиваемых грузовых потоков, закономерностей влияния технико-эксплуатационных показателей, иерархического расположения системы и т.п. все транспортные системы можно разделить на:

- 1) микросистемы;
- 2) особо малые системы;
- 3) малые системы;
- 4) средние системы;
- 5) большие системы;
- 6) особо большие системы;
- 7) суперсистемы.

Микросистемы - маятниковые маршруты с обратным негруженным пробегом, на которых согласно потребности в перевозках, необходимо иметь не более одного автомобиля. Модель функционирования такой системы разработана профессором Лейдерманом. Эту модель необоснованно распространяли в целом на системы другого вида.

При этом профессор Лейдерман предполагал, что транспортный процесс является монотонно изменяющимся, что не соответствует реальной эксплуатации подвижного состава в микросистемах.

Особо малые системы - кольцевые и маятниковые маршруты, на которых в обратном направлении перевозится груз с частичной или полной загрузкой автомобиля. В особо малых системах на маршруте должно работать не более одного транспортного средства.

Для особо малых систем так же были разработаны аналитические модели Афанасьевым Л.А. Применение этих моделей к другим системам может приводить к существенным ошибкам. Это связано с тем, что данный математический аппарат не учитывает продолжительности времени пребывания в наряде у каждого последовательно выходящего на линию автомобиля, а, следовательно, и числа ездов. Так же время пребывания транспортного средства в наряде отождествляется с временем функционирования системы. Транспортный

процесс согласно этим моделям является непрерывным, хотя является дискретным во времени.

Малые системы - это системы с кольцевыми и маятниковыми маршрутами различных типов. На каждом маршруте работает несколько транспортных средств. Каждая система является изолированной, т.е. транспортные средства на одном маршруте выполняют работу независимо от работы на других маршрутах. Для таких систем необходим учет последовательности выхода транспортных средств на линию, т.е. требуется составление графиков выпуска и прибытия под первую погрузку с целью исключения очередей. Расчет работы транспортной единицы должен проводиться с учетом пропускной способности пунктов погрузки выгрузки. Если для микро- и особо малых систем понятие производительности подвижного состава и системы идентично, то в малых системах они имеют различия. Причем производительность автомобилей может возрастать, а производительность системы в целом - нет.

Средние системы - это совокупность нескольких малых систем различного вида, деятельность которых подчинена общей цели, а технологический процесс доставки грузов единому ритму. Примеры таких систем:

железобетонные заводы - подвижной состав - потребители;  
тока колхозов и совхозов - подвижной состав - государственные заготовительные пункты;

контейнерные станции - автомобили - потребители;  
базы снабжения - транспортные средства - получатели и т. п.

Как правило, в состав средних систем входят элементы, которые функционируют как многофазные и многоканальные системы массового обслуживания. Поэтому модели таких систем должны разрабатываться на основе теории вероятности, точнее теории массового обслуживания.

Большие системы - это общее число маршрутов перевозки грузов, обслуживаемых подвижным составом одного АТП.

Особо большие системы - автотранспортные тресты, управления, производственные объединения, имеющие в своем составе несколько больших систем. Большие и особо большие являются не просто транспортными системами, но социально-экономическими.

### 13. Модель работы одного автомобиля на маршруте ( микро- и особо малые системы)

Маршрут, на котором работает один автомобиль, может представлять любой тип маятникового или кольцевого маршрута. От этого зависит только возможное выполнение числа ездов  $Z'_e$  на последнем обороте. При этом продолжительность нахождения автомобиля в наряде может быть даже больше времени работы системы  $T_c$ . Исходя из принципа дискретности числа ездов за время  $T_c$ , получаем, что максимальное число ездов автомобиля :

$$Z_{e\max} = \text{int}\left(\frac{T_c}{t_o}\right) \cdot n + Z'_e, \quad (1)$$



Эта модель позволяет разработать научно-обоснованное плановое задание для кольцевого или маятникового маршрута с одним автомобилем.

#### 14. Модель работы нескольких автомобилей на маятниковом маршруте с обратным негруженным пробегом (малая система).

Маршрут можно рассматривать как систему, которая состоит из погрузочного пункта А, разгрузочного пункта В и транспортной связи. В этой системе работают несколько автомобилей. Режим работы данной системы  $T_c$  определяется как разность между временем окончания работы погрузочного и разгрузочного пунктов и временем начала работы этих пунктов. Считаем, что оба пункта начинают и заканчивают работу одновременно. Это, как правило, действительно соответствует практике.

Если выпуск автомобилей из АТП одновременный, то в пункте погрузки образуется очередь.

Если выпуск организован в соответствии с ритмом работы погрузочного поста, а время разгрузки больше времени погрузки ( $t_p > t_n$ ), то очередь будет образовываться в пункте разгрузки.

Если же организовать выпуск в соответствии с наибольшей длительностью обслуживания в одном из пунктов, то очереди автомобилей не будет, а будут наблюдаться лишь неизбежные потери времени системой в ожидании какой-либо операции (см. рис. 1).

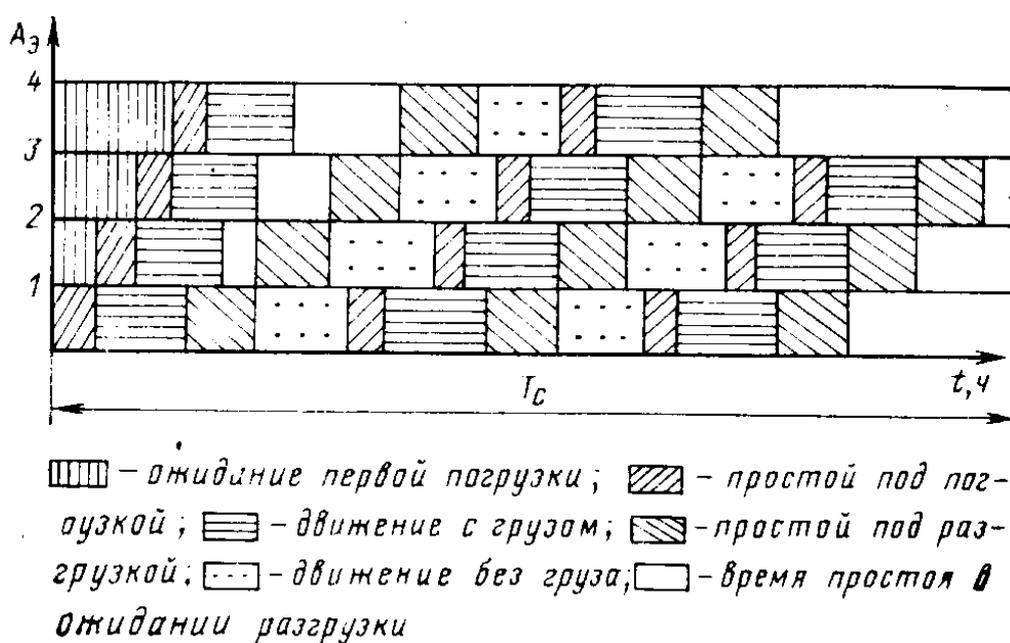


Рис. 1. График работы автомобилей при одновременном из выпуске

Таким образом, ритм работы системы  $R$  устанавливается в соответствии:

$$R = \max(R_n, R_p), \quad (1)$$

где  $R_n, R_p$  — соответственно ритм погрузки и разгрузки.

Максимально возможное число ездов всех автомобилей на маршруте  $Z_{e \max}$  за плановое время работы системы в течение суток, при условии отсутствия ограничения по объему перевозок, будет определяться ритмом системы (1). На

практике пункты, как правило, начинают и заканчивают работу одновременно. При этом продолжительность работы отдельных автомобилей не совпадает с режимом работы системы  $T_c$ , так как число ездов, выполненных автомобилем в течение смены, есть целое число, и, если до конца работы системы остается времени меньше, чем

$$T_{ne} = t_n + \frac{l_{ez}}{V_T} + t_p, \quad (2)$$

где  $T_{ne}$  - время необходимое для последней ездки с грузом;

$t_n, t_p$  - время простоя под погрузкой и разгрузкой;

$l_{ez}$  - длина ездки с грузом,

то такой автомобиль покидает систему (рис. 2).

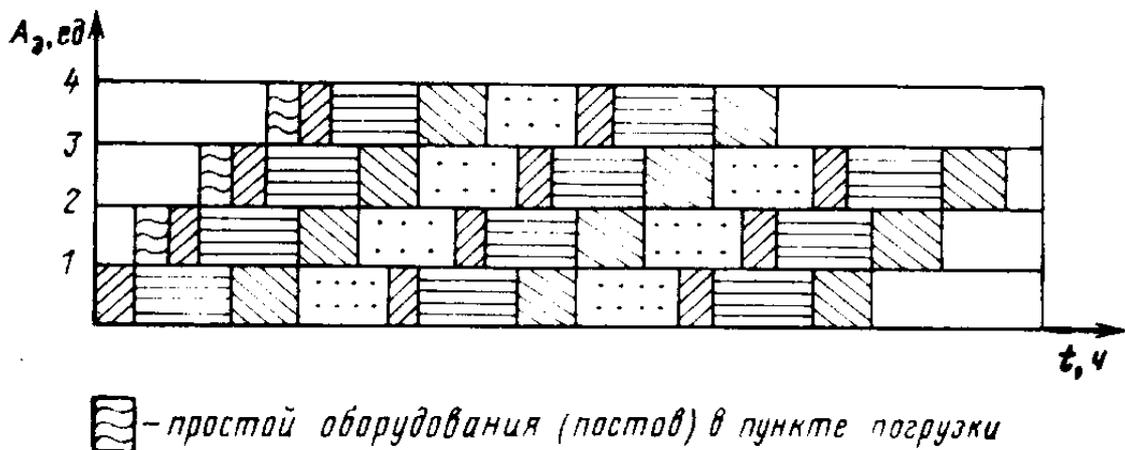


Рис. 2. График работы автомобилей в соответствии с ритмом системы

Если время оборота автомобиля не кратно ритму работы системы, невозможно полностью исключить простой участников транспортного процесса (автомобилей, пунктов погрузки и разгрузки).

Если требуется полностью исключить простой автомобилей, то каждый пункт после обслуживания последнего выпущенного на линию автомобиля будет простаивать в ожидании возврата первого автомобиля время:

$$t_{ож}^n = t_o - AR, \quad (3)$$

где  $A$  - число выпущенных автомобилей в систему

При этом полное время оборота:

$$t'_o = t_o = \frac{2l_{ez}}{V_T} + t_n + t_p \quad (4)$$

Из (3) следует, что  $0 \leq t_{ож}^n \leq R$ .

## 15. Модель работы нескольких автомобилей на маятниковом маршруте с обратным негруженным пробегом (малая система)

Если же требуется обеспечить полное использование пропускной способности системы, то необходимо привлечь еще один автомобиль. При этом

простоев пунктов погрузки и разгрузки не будет, но каждый автомобиль за оборот будет простаивать в ожидании грузовых операций время:

$$t_{ож}^a = R - \text{mod}\left(\frac{t_o}{R}\right), \quad (5)$$

где  $\text{mod}()$  - целый остаток от деления.

Следовательно, полное время оборота автомобиля:

$$t'_o = t_o + t_{ож}^a \quad (6)$$

Таким образом, максимальное число автомобилей заездов  $Z_{e\max}$ , обслуженных пунктами погрузки - разгрузки:

$$Z_{e\max} = \text{int}\left(\frac{T_c - \frac{l_e}{V_T} - t_p - t_{ож}^n (Z_{e1} - 1)}{R}\right), \quad (7)$$

где  $Z_{e1}$  - число заездов первого выпущенного на линию автомобиля в пункт погрузки.

Возможное время пребывания в системе  $i$ -го автомобиля равно:

$$T_{Mi} = T_c - R(i-1) \quad (8)$$

За это время он может совершить ездов:

$$Z_{ei} = \text{int}\left(\frac{T_{Mi}}{t_o}\right) + Z'_{ei}, \quad (9)$$

где  $Z'_{ei}$  - число ездов  $i$ -го автомобиля за оставшееся время на последнем обороте.

В рассматриваемых условиях

$$Z'_{ei} = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{mod}\left(\frac{T_{Mi}}{t_o}\right) \geq \frac{l_{e2}}{V_T} + t_{n-p} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (10)$$

Потребное число автомобилей  $A_{э}$  можно определить из условия:

$$\sum_{i=1}^{A_{э}} Z_{ei} = Z_{e\max} \quad (11)$$

При этом  $A_{э}$  является минимально необходимым количеством автомобилей для обеспечения функционирования системы.

Если последний вышедший автомобиль вынужден стать в очередь, то этот момент времени определяет, как говорят, момент насыщения системы. Следовательно, этот и последующие автомобили вводить в систему не целесообразно.

Если обслуживающие систему автомобили одинаковой грузоподъемности  $q$ , то объем перевозимого груза за время работы системы в течении  $T_c$  составит:

$$Q = q\gamma Z_{e\max}, \quad (12)$$

а транспортная работа

$$P = q\gamma l_{ez} Z_{e \max} \quad (13)$$

За время нахождения в системе  $i$ -й автомобиль может выполнить следующую работу:

$$Q_i = q_i \gamma_i Z_{ei} = q_i \gamma_i \text{int} \left( \frac{T_{Mi}}{t_o} \right) + q_i \gamma_i Z_{ei}' = q_i \gamma_i \left( \text{int} \left( \frac{T_c - R(i-1)}{\frac{2l_{ez}}{V_T} + t_{n-p}} \right) + Z_{ei}' \right) \quad (14)$$

$$P_i = Q_i l_{ez} \quad (15)$$

Автомобили в количестве  $A_э$  за время  $T_c$  выполняют:

$$Q_i = \sum_{i=1}^{A_э} q_i \gamma_i \text{int} \left( \frac{T_c - R(i-1)}{\frac{2l_{ez}}{V_T} + t_{n-p}} \right) + \sum_{i=1}^{A_э} q_i \gamma_i Z_{ei} \quad (16)$$

$$P = Q l_{ez} \quad (17)$$

Пробег всех автомобилей за сутки составит:

$$L_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^{A_э} (l_M Z_{ei} - l_{xe} + l_{n1} + l_{n2}) \quad (18)$$

где  $l_M$  - длина маршрута;

$l_{xe}$  - средний холостой пробег за езду.

Как правило, объем груза, предъявляемый к перевозке,  $Q_{\text{пред}}$ , ограничен. В этом случае за время  $T_c$  в системе может быть перевезено груза:

$$Q_{\text{план}} = \min \{ Q_{\text{пред}}; Q_{\text{max}} \} \quad (19)$$

где  $Q_{\text{max}} = q\gamma Z_{e \max}$ .

Если  $Q_{\text{пред}} < Q_{\text{max}}$ , то при определении потребного числа автомобилей вместо (11) следует использовать выражение:

$$Q_{\text{план}} \leq \sum_{i=1}^{A_э} \sum_{j=1}^{Z_{ej}} (q\gamma)_{ij} \leq Q_{\text{план}} + q\gamma \quad (20)$$

Из последнего выражения следует, что провозные возможности транспортных средств могут несколько превысить плановый объем груза. Тогда последнему выпущенному на линию автомобилю для выполнения общего плана перевозок требуется времени меньше возможного времени его работы. Если за оставшееся время  $T_{ост}$  он может выполнить хотя бы одну езду, то это время можно определить с помощью выражения:

$$T_{ост} = T_{mi} - t_o' Z_{ein} + \frac{l_{ez}}{V_T}, \quad (21)$$

где  $Z_{ein}$  - число ездов последнего выпущенного на линию автомобиля.

Эта модель гораздо лучше соответствует действительному дискретному транспортному процессу и дает возможность определять потребное число автомобилей и обосновано выдавать плановые задания водителям.

### 16. Модель работы автомобилей на маятниковых маршрутах с грузеым пробегом в обоих направлениях (малые системы)

В этом случае система состоит из двух погрузочных и двух разгрузочных пунктов транспортной связи между ними. Груз перевозится в обоих направлениях (рис. 1).

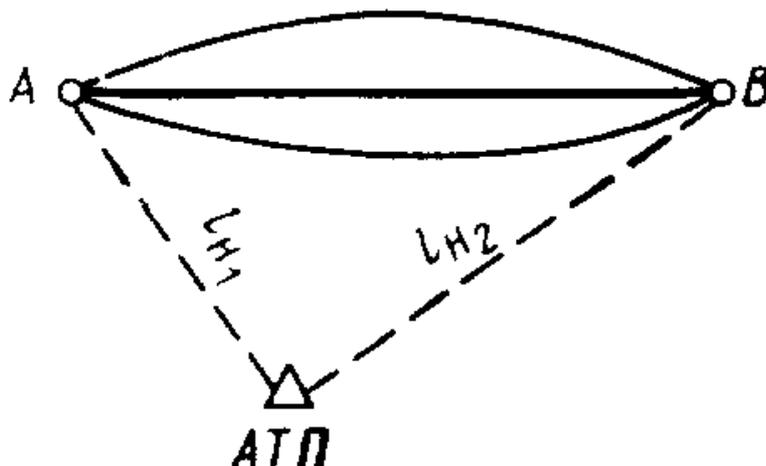


Рис. 1. Схема маршрута с грузеым пробегом в обоих направлениях

Как правило, погрузка и разгрузка а/м даже при выполнении их в одном и том же пункте, производятся на разных постах. Поэтому полный цикл операций, выполняемых в системе за оборот а/м на маршруте, изображается графиком состояний (рис. 2).

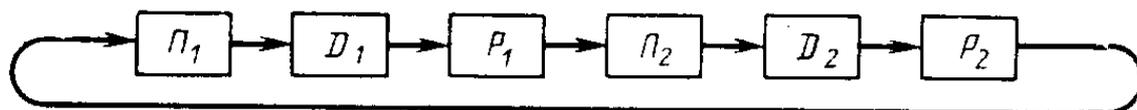


Рис. 2. Последовательность операций за оборот автомобиля на маршруте:  $\Pi_1$  – погрузка в пункте А;  $D_1$  – движение из пункта А в В;  $P_1$  – разгрузка в пункте В;  $\Pi_2$  – погрузка в пункте В;  $D_2$  – движение из пункта В в А;  $P_2$  – разгрузка в пункте А

Так как операции погрузки и разгрузки выполняется независимо, то ритм  $R$  системы определяется как:

$$R = \max \{ P_{n1}; P_{n2}; P_{p1}; P_{p2} \} \quad (1)$$

где  $P_{n1}$ ,  $P_{n2}$  и  $P_{p1}$ ,  $P_{p2}$  – ритмы погрузки и разгрузки соответственно пунктов А и В. Причем:

$$P_{n1} = t_{n1}/n_{n1}; \quad P_{n2} = t_{n2}/n_{n2}; \quad P_{p1} = t_{p1}/n_{p1}; \quad P_{p2} = t_{p2}/n_{p2},$$

где  $t_{n1}$ ,  $t_{n2}$ ,  $t_{p1}$ ,  $t_{p2}$  – время погрузки и разгрузки автомобиля на соответствующих пунктах А и В;

$n_{n1}$ ,  $n_{n2}$ ,  $n_{p1}$ ,  $n_{p2}$  – число соответствующих постов.

Зададимся следующими условиями:

- погрузочные разгрузочные пункты одновременно начинают и одновременно заканчивают свою работу;

- объем предъявленных к перевозке грузов на обоих направлениях не ограничен;

- подачи автомобилей на первую погрузку производятся в один пункт (например, в А).

Минимальное время для последней ездки на соответствующем направлении (прямом и обратном), находится по формуле:

$$T_{ne1} = l_{e21}/V_T + t_{n1} + t_{p1} \quad (2)$$

$$T_{ne2} = l_{e22}/V_T + t_{n2} + t_{p2} \quad (3)$$

Поэтому минимальные потери времени работы погрузочных пунктов в конце смены составляет:

$$T_{n1}^{np} = \frac{l_{e21}}{V_T} + t_{p1} \quad (4)$$

$$T_{n2}^{np} = \frac{l_{e22}}{V_T} + t_{p2} \quad (5)$$

Кроме того, второй пункт погрузки будет простаивать в начале работы системы время, необходимое на погрузку, движение и разгрузку первого автомобиля на линии:

$$T_{n2}^{np} = T_{n2} = t_{n1} + \frac{l_{e21}}{V_T} + t_{p1} \quad (6)$$

Поэтому полное время простое погрузочного пункта будет:

$$T_{n2}^{np} = t_{n1} + \frac{l_{e21}}{V_T} + t_{p1} + \frac{l_{e22}}{V_T} + t_{p2} \quad (7)$$

Если требуется полностью исключить простои автомобилей, то в случае некратности  $t_o$  ритму  $R$  каждый из пунктов после обслуживания последнего выпущенного на линию автомобиля будет простаивать в ожидании возврата первого времени  $t_{ож}^n$  (см. (3) лекция 33).

Полное время оборота автомобиля на маршруте длиной  $l_m$  составит:

$$t'_o = t_o = l_m/V_T + t_{n1} + t_{p1} + t_{n2} + t_{p2} \quad (8)$$

Если требуется обеспечить полное использование пропускной способности системы, то необходимо привлечь еще 1 автомобиль. Это приведет к устранению  $t_{ож}^n$  но каждый автомобиль за оборот будет

простаивать в погрузочно-разгрузочных пунктах время  $t_{ож}^n$  (см. (5) лекция 34). Полное время оборота  $t'_o$  определится в этом случае по формуле (6) (см лекцию 34).

Тогда максимальное число ездки на каждом направлении составит:

$$Z_{emax1} = \text{int} \left( \frac{T_c - \frac{l_{e2}}{V_T} - t_{p1} - t_{ож}^n \cdot (n_{o1} - 1)}{R} \right) \quad (9)$$

$$Z_{\text{emax2}} = \text{int} \left( \frac{T_c - \frac{l_m}{V_T} - t_{p1} - t_{n2} - t_{p2} - t_{ож}^n \cdot (n_{o2} - 1)}{R} \right), \quad (10)$$

где  $n_{o1}, n_{o2}$  - число заездов первого выпущенного на линию автомобиля соответственно в пунктах А и В.

### 17. Модель работы автомобилей на маятниковых маршрутах с грузеным пробегом в обоих направлениях (продолжение)

Общий объем перевозимого груза в системе определяется:

$$Q_{\text{max}} = q \cdot \gamma_1 \cdot Z_{\text{emax1}} + q \cdot \gamma_2 \cdot Z_{\text{emax2}} \quad (11)$$

Так как число ездов в прямом и обратном направлениях могут не совпадать, то и объемы перевозок в прямом и обратном направлениях даже при  $\gamma_1 = \gamma_2$  могут не совпадать. Ясно так же, что для данных условий:

$$Q_{\text{max1}} > Q_{\text{max2}}.$$

Возможно, время пребывания в системе  $i$ -го автомобиля определяется выражением:

$$T_{mi} = T_c - R \cdot (i - 1) \quad (12)$$

За это время может быть перевезено груза:

$$Q_i = q \cdot (\gamma_1 + \gamma_2) \cdot \text{int} \left( \frac{T_{mi}}{t'_o} \right) + q \cdot \gamma_1 \cdot Z'_{ei1} \quad (13)$$

где  $Z'_{ei1}$  - число ездов  $i$ -го автомобиля в оставшееся время на последнем обороте:

$$Z'_{ei1} = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{mod} \left( \frac{T_{mi}}{t'_o} \right) \geq \frac{l_{e21}}{V_T} + t_{n1} + t_{p1} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (14)$$

Потребное число автомобилей можно определить из условия:

$$\sum_{i=1}^{A_2} Q_i = Q_{\text{MAX}} \quad (15)$$

Пробег всех автомобилей за время  $T_c$ :

$$L_{\text{общ}} = l_m \sum_{i=1}^{A_2} \frac{T_{mi}}{t'_o} + (l_{e21} + l_{n2}) \sum_{i=1}^{A_2} Z'_{ei1} + l_{n1} \left( 2A_2 - \sum_{i=1}^{A_2} Z'_{ei1} \right) \quad (16)$$

Если предъявленный к перевозке груз ограничен, то плановый объем на каждом направлении:

$$Q_{\text{план1}} = \min\{Q_{\text{пред.1}}; Q_{\text{max1}}\} \quad (17)$$

$$Q_{\text{план2}} = \min\{Q_{\text{пред.2}}; Q_{\text{max2}}\} \quad (18)$$

В этом случае вместо (15) значение  $A_2$  определяется из условий:

$$Q_{\text{план1}} \leq \sum_{I=1}^{A_2} \sum_{j=1}^{Z_{ei}} Q_{lij} \leq Q_{\text{план1}} + q\gamma \quad (19)$$

$$Q_{\text{план}2} \leq \sum_{I=1}^{A_2} \sum_{j=1}^{Z_{ei}} Q_{1ij} \leq Q_{\text{план}2} + q\gamma \quad (20)$$

где  $Q_{1ij}$ ,  $Q_{2ij}$  - объем груза перевозимого  $i$ -тым автомобилем в  $j$ -ой езде в прямом и обратном направлении, причем:

$$Z_{ei1} = \text{int}(T_{mi}/t'_o) + Z'_{ei1} \quad (21)$$

$$Z_{ei2} = \text{int}(T_{mi}/t'_o) \quad (22)$$

Если на маршруте груз перевозиться в обратном направлении на части расстояния, то с помощью рассмотренной модели можно описать работу автомобиля на маршруте вида (рис.3), так как для завершения ездки в обратном направлении автомобиль должен проходить весь путь от В до А.

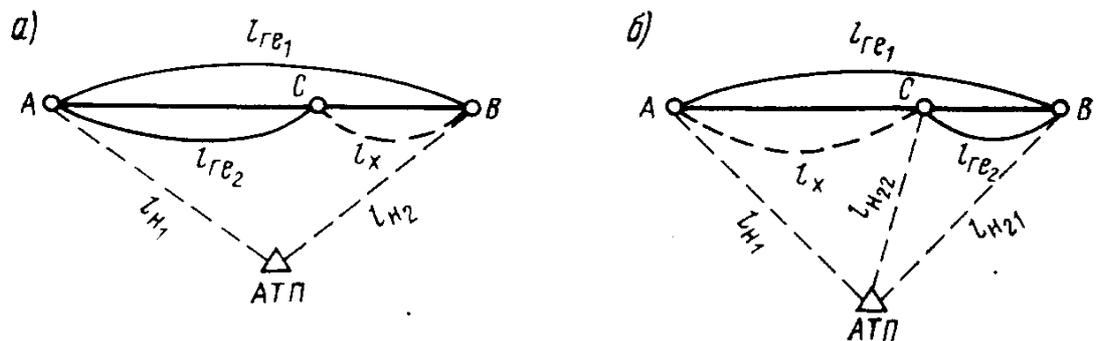


Рис. 3. Схемы маятниковых маршрутов с частично груженым пробегом в обратном направлении: а) – с холостым пробегом ВС; б) – с холостым пробегом СА

Для описания работы автомобилей на маршруте необходимо вместо выражений (10) и (13) использовать соответственно:

$$Z_{\text{emax}2} = \text{int} \left( \frac{T_c - \frac{l_{e21} + l_{e22}}{V_T} - t_{p1} - t_{n2} - t_{p2} - t_{ож}^n \cdot (n_{o1} - 1)}{R} \right) \quad (23)$$

где  $n_{o1}$  - число оборотов.

$$Q_{\text{max}} = q(\gamma_1 + \gamma_2) \cdot \text{int} \left( \frac{T_{mi}}{t'_o} \right) + q\gamma_1 Z'_{ei1} + q\gamma_2 Z'_{ei2} \quad (24)$$

где  $Z'_{ei1}$  определяется по (14),

$$Z'_{ei2} = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{mod} \left( \frac{T_{mi}}{t'_o} \right) \cdot t'_o - \frac{l_x}{V_T} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (25)$$

Вместо выражения (22) нужно использовать:

$$Z_{ei2} = \text{int}(T_{mi}/t'_o) + Z'_{ei2} \quad (26)$$

Пробег всех автомобилей можно определить из выражения

$$L_{общ} = l_m \sum_{i=1}^{A_3} \text{int} \left( \frac{T_{mi}}{t'_o} \right) + (l_{e21} + l_{H21}) \sum_{i=1}^{A_3} Z'_{ei1} + (l_{e22} + l_{H22}) \sum_{i=1}^{A_3} Z'_{ei2} + (l_{H22} - l_x) \left( 1 - \sum_{i=1}^{A_3} Z'_{ei1} - \sum_{i=1}^{A_3} Z'_{ei2} \right), \quad (27)$$

где  $l_{H21}, l_{H22}$  – нулевой пробег соответственно из пунктов В и С в АТП по окончании работы автомобилей на маршруте;

$l_x$  – пробег автомобилей без груза между пунктами В и А.

Если подача автомобилей под первую погрузку производится в оба погрузочных пункта, тогда простоя второго пункта не будет, поэтому:

$$Z_{emax2} = \text{int} \left( \frac{T_c - \frac{l_{e22}}{V_T} - t_{p2} - t_{ож}^n \cdot (n_{o1} - 1)}{R} \right) \quad (28)$$

Время пребывания в системе  $i$ -го автомобиля определяется выражением:

$$T_{mi} = T_c - R \cdot \left( \frac{i}{2} - 0.5 \right) \quad (29)$$

### 18. Модель работы автомобилей на кольцевых маршрутах

Прежде чем рассматривать и описывать работу на кольцевых маршрутах, для удобства дальнейшего изложения необходимо ввести термин "звено маршрута", который по своему содержанию соответствует езде.

Тогда кольцевой маршрут  $m$ -звенный можно рассматривать как систему, которая состоит из нескольких  $m$  погрузочных и разгрузочных пунктов и транспортных связей между ними (рис. 1).

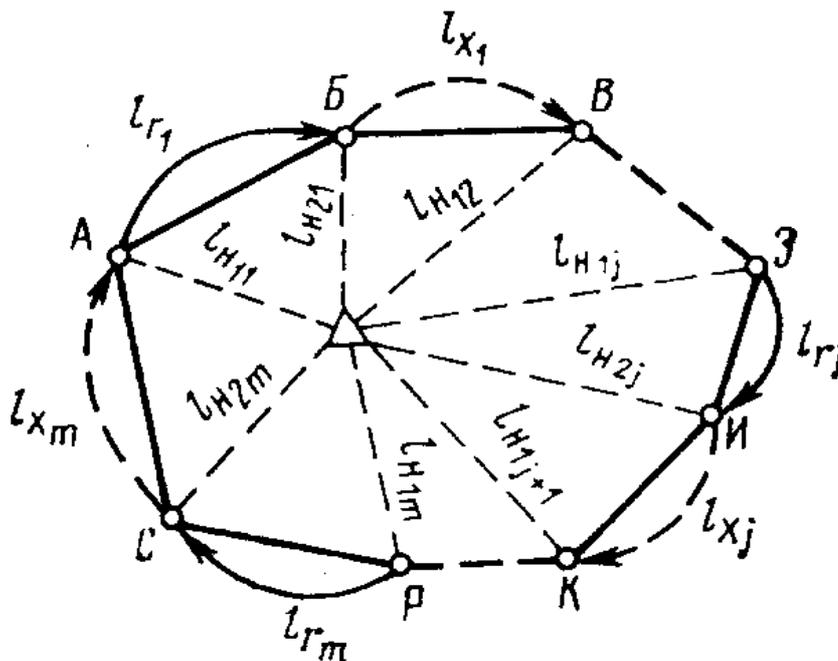


Рис. 1. Схема кольцевого  $m$ -звенного маршрута

Полный цикл операций, выполняемых в системе за оборот автомобиля на маршруте, можно изобразить в виде схемы (рис. 2).

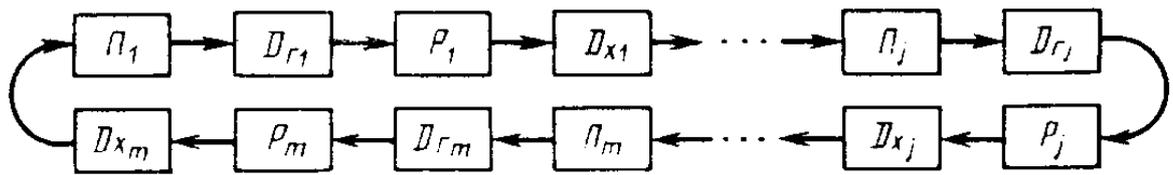


Рис. 2. Схема последовательности выполнения операций за оборот автомобиля на  $m$ -звенном кольцевом маршруте:  $П_j, D_j, Р_j, D_{xj}$  – соответственно погрузка, движение с грузом, разгрузка и движение без груза автомобиля на  $j$ -том звене маршрута

Ритм работы системы  $R$  будет задаваться наибольшим ритмом работы одного из погрузочно-разгрузочных пунктов:

$$R = \max\{R_{nj}, R_{pj}\} \quad (1)$$

где  $R_{nj}, R_{pj}$  – ритм работы соответственно погрузочного и разгрузочного пунктов на  $j$ -м звене кольцевого маршрута.

Если разгрузочные работы на  $j$ -м звене и погрузочные работы на  $j+1$  звене маршрута выполняются в разных пунктах или в одном пункте, но на разных постах, то ритм разгрузки на  $j$ -м звене и ритм погрузки на  $j+1$  звене маршрута можно определить с помощью выражений:

$$R_{pj} = t_{pj}/x_{pj}; \quad (2)$$

$$R_{nj+1} = t_{nj+1}/x_{nj+1}, \quad (3)$$

где  $t_{pj}, t_{nj+1}$  – время выполнения соответственно разгрузочных работ на  $j$ -м звене и погрузочных работ на  $j+1$  звене маршрута;

$x_{pj}, x_{nj+1}$  – число постов погрузочно-разгрузочного пункта, на которых выполняются соответственно разгрузочные работы на  $j$ -м звене и погрузочные работы на  $j+1$  звене маршрута.

Если же разгрузка на  $j$ -м звене и погрузка на  $j+1$  звене выполняются в одном пункте

$$R_{pj} = R_{nj+1} = (t_{pj} + t_{nj+1})/x_{pj} = (t_{pj} + t_{nj+1})/x_{nj+1}, \quad (4)$$

так как в данном случае  $x_{pj} = x_{nj+1}$ .

Если все погрузочно-разгрузочные пункты системы одновременно начинают и одновременно заканчивают свою работу, а первая подача автомобилей производится в один пункт, например А (рис. 1), то в начале работы системы погрузочный пункт  $j$ -го звена маршрута будет простаивать в ожидании первого автомобиля время  $t_{1j}$ , которое ему необходимо для выполнения  $j-1$  ездов на первом обороте маршрута:

$$t_{1j} = \begin{cases} \sum_{s=1}^{j-1} t_{es} & \text{при } j > 1 \\ 0 & \text{при } j = 1 \end{cases} \quad (5)$$

Минимально необходимое время, которое определяет возможность совершения автомобилем последней ездки на  $j$ -м звене маршрута, находится по формуле

$$t_{неpj} = t_{nj} + l_{2j}/V_T + t_{pj} \quad (6)$$

Поэтому минимальные потери времени работы погрузочных пунктов в конце смены можно определить как

$$t_{2j} = l_{1j}/V_T + t_{pj}. \quad (7)$$

Если требуется полностью исключить простои автомобилей, то в случае некрatности  $t_o$  ритму  $R$  каждый из погрузочно-разгрузочных пунктов после обслуживания последнего выпущенного на линию автомобиля будет простаивать в ожидании каждого последующего возврата первого автомобиля время  $t_{ож}^n$  (см. формулу (3) в лекции 33). Полное время оборота автомобиля на маршруте определится по формуле:

$$t_0' = t_0 \sum_{j=1}^m (t_{nj} + L_{Tj} + l_{2j}/V_T + t_{pj} + l_{xj}/V_T) \quad (8)$$

Если же требуется обеспечить полное использование пропускной способности системы, то привлечение для работы в системе еще одного автомобиля приведет к устранению  $t_{ож}^n$ . Каждый автомобиль будет простаивать в погрузочно-разгрузочных пунктах время  $t_{ож}^a$ , которое определяется по формуле (4) в лекции 33, а полное время оборота автомобиля на маршруте – по формуле (5) (см. лекция 33).

Если выпуск автомобилей на линию производится с расчетом подачи первого выпущенного на линию автомобиля под погрузку к началу работы системы, то за плановое время работы в течение суток на  $j$ -том звене маршрута всеми автомобилями может быть выполнено ездов не более:

$$Z_{e \max j} = \text{int} \left( \frac{T_C - \sum_{S=1}^j t_{es} + t_{nj} + \frac{l_{xi}}{V_T} - t_{ож}^n \cdot (Z_{eij} - 1)}{R} \right) \quad (9)$$

где  $Z_{eij}$  - количество заездов первого выпущенного на линию автомобиля в пункт погрузки на  $j$ -том звене маршрута.

Тогда на  $j$ -том звене маршрута будет перевезено груза:

$$Q_{\max j} = q \cdot \gamma_j \cdot Z_{e \max j} \quad (10)$$

Всего на маршруте за плановое время работы будет перевезено груза не более:

$$Q_{\max} = \sum_{j=1}^m Q_{\max j} \quad (11)$$

Время работы  $i$ -го по порядку выпущенного автомобиля на линию на маршруте не более:

$$T_{mi} = T_C - R \cdot (i - 1) \quad (12)$$

За это время  $i$ -тый автомобиль совершит на  $j$ -том звене маршрута ездов не более:

$$Z_{eij} = \text{int}(T_{mi}/t_o') + Z'_{eij} \quad (13)$$

где

$$Z'_{eij} = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{mod}\left(\frac{T_{Mi}}{t'_0}\right) \geq \sum_{s=1}^j t_{es} - \frac{l_{xj}}{V_T} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (14)$$

При этом он может перевести груза не более

$$Q_{ij} = q \cdot \gamma_i \cdot Z_{eij} \quad (15)$$

Всего  $i$ -тый автомобиль за плановое время работы в системе может совершить на маршруте ездов не более:

$$Z_{ei} = \sum_{j=1}^m \text{int}\left(\frac{T_{Mi}}{t'_0}\right) + \sum_{j=1}^m Z'_{eij} \quad (16)$$

При этом он может перевезти не более  $Q_i$  тонн груза:

$$Q_i = q \cdot \sum_{j=1}^m \gamma_i \cdot \text{int}\left(\frac{T_{Mi}}{t'_0}\right) + q \cdot \sum_{j=1}^m \gamma_j \cdot Z'_{eij} \quad (17)$$

В случае, если объем предъявленного к перевозке груза заведомо больше пропускной способности системы за сутки, то потребное число автомобилей  $A_3$ , для его перевозки можно определить из условия:

$$\sum_{i=1}^{A_3} Q_i = Q_{\max} \quad (18)$$

## 19. Организация движения по часовым графикам и расписанию

Сущность организации работы по часовым графикам заключается в прибытии подвижного состава в пункты погрузки-разгрузки в строго установленное время. Часовой график разрабатывается, как правило, АТП и согласовывается с грузоотправителем и грузополучателем.

Основными преимуществами работы по часовому графику являются: разработка напряженного задания на перевозку груза; организация равномерной работы погрузочно-разгрузочных пунктов; своевременная подготовка к приему и выдаче груза; повышение производительности подвижного состава за счет уплотнения рабочего дня и сокращения простоев под погрузкой-разгрузкой; совмещение графиков работы автомобилей на различных маршрутах с целью обеспечения равномерного прибытия в пункты погрузки-разгрузки.

Графики работы подвижного состава на маршрутах отражают все элементы процесса перемещения грузов во времени и пространстве. Они строятся в соответствии со схемой маршрута в системе координат: на оси абсцисс в принятом масштабе откладывают время движения и простои подвижного состава, а на оси ординат – расстояние перевозок между пунктами. Движение подвижного состава по участкам маршрута изображается наклонными линиями, простой – горизонтальными, характер движения (с грузом, без груза, при нулевом пробеге) и простоя – условно различными линиями.

Скорость и время движения подвижного состава по участкам маршрута должны соответствовать дорожным условиям. Время движения на данном участке

$$t_{\text{дви}} = \frac{l_{ij}}{V_{Tk}}$$

где  $t_{\text{дви}}$  – время движения на данном участке маршрута с  $k$ -ми дорожными условиями, ч;

$l_{ij}$  – длина участка маршрута, км;

$V_{Tk}$  – техническая скорость подвижного состава, км/ч.

Графики должны предусматривать ритмичную подачу подвижного состава под загрузку и разгрузку с учетом перерывов в работе. Перерывы на обед планируются в зависимости от продолжительности работы водителей и местоположения пунктов питания. Для обеспечения ритмичности интервал поступления подвижного состава в каждый из пунктов погрузки-разгрузки должен быть равным ритму его работы.

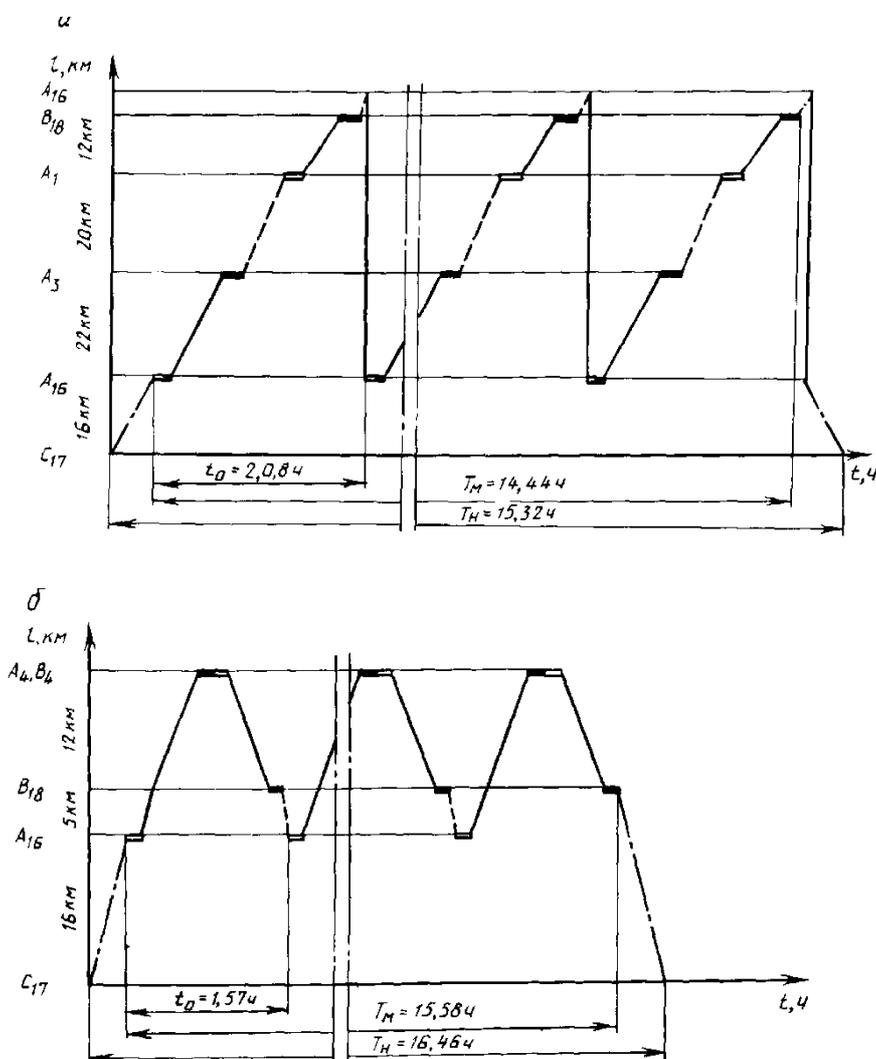


Рис. 1. Графики работы автомобилей на изолированных маршрутах: а — кольцевой маршрут; б — маятниковый

Если на данном маршруте находится несколько автомобилей и для них установлен одинаковый интервал движения, то на графике можно указывать

работу только первого и последнего. Для маятниковых маршрутов график имеет вид пилообразной ломаной линии, а для кольцевых – наклонной для каждого оборота единицы подвижного состава с возможными элементами построения для первых (если кольцевой маршрут имеет в своем составе элемент маятникового маршрута). Характер кривых объясняется следующим: на маятниковых маршрутах путь в прямом и обратном направлениях совпадает, а на кольцевых – при движении по контуру расстояние между двумя пунктами различно.

Время работы и оборота на маршруте, а также нахождения в наряде, указанное на графиках, должно совпадать с расчетным.

Наряду с графиками движения диспетчерский аппарат АТП составляет для водителей, занятых на междугородных перевозках, расписание, в котором приведено время прибытия и отправления подвижного состава по каждому корреспондирующему пункту, время отдыха и смены водителей.

Наиболее сложным является взаимная увязка работы автомобилей на нескольких маршрутах с загрузкой или разгрузкой их в одном пункте. В случае, если невозможно обеспечить непрерывную работу автомобилей и постов погрузочного или разгрузочного пункта, график составляется с учетом непрерывности использования автомобилей (отсутствие их простоя в ожидании погрузки или разгрузки).

Рассмотрим пример решения задачи, предусматривающей согласованную работу подвижного состава и погрузочных машин при вывозе груза из одного в несколько пунктов.

**Пример.** Погрузочные посты пункта обеспечивают загрузку автомобиля за время  $t_n$ , мин. Автотранспортные средства доставляют груз потребителям  $B_j$  ( $j=1, \dots, n$ ) в объемах  $Q_j$  на  $j$ -х маршрутах. Длина оборота автомобиля на  $j$ -м маршруте  $l_{oj}$ , техническая скорость  $v_{Tj}$ , количество груза, перевозимого за одну езду,  $q_{\phi j}$ , время разгрузки автомобиля  $t_{pj}$ , мин. Для освоения заданного объема перевозок на  $j$ -м маршруте выполняется  $z_{oj}$  оборотов подвижного состава:

$$z_{oj} = \frac{Q_j}{q_{\phi j}}$$

Необходимое число постов для выполнения заданных объемов перевозок

$$m' = \frac{t_n}{60T'_{nn}} \sum_{j=1}^n z_{oj},$$

где  $T'_{nn}$  – продолжительность работы погрузочного пункта в течение суток, ч ( $T'_{nn}$  должно быть увязано с режимом работы автомобилей в течение суток).

Округляем в большую сторону:

$$m = \text{int}(m') + \text{sign}(m' - \text{int}(m'))$$

Исходя из принятого числа постов  $m$  фактическая продолжительность работы погрузочного пункта

$$T'_{nn} \geq \frac{t_n}{60m} \sum_{j=1}^n z_{oj}$$

Время оборота автомобиля на маршруте

$$t_{oj} = \frac{l_{oj}}{v_{Tj}} + \frac{t_n + t_{pj}}{60}$$

Требуемое общее число автомобилей  $A_o$  определяется исходя из равенства ритма работы погрузочного пункта  $R_n$  и среднего интервала прибытия автомобилей  $J$ :

$$R_n = \frac{t_n}{m};$$

$$J = A_o \frac{\sum_{j=1}^n t_{oj} z_{oj}}{\sum_{j=1}^n z_{oj}}$$

Тогда

$$A_o = \frac{m \sum_{j=1}^n t_{oj} z_{oj}}{\frac{t_n}{60} \sum_{j=1}^n z_{oj}}$$

## 20. Организация движения по часовым графикам и расписанию (продолжение)

**Пример.** Заданы условия перевозок груза на маятниковых маршрутах с обратным негруженным пробегом (табл. 1).

Исходные данные

Таблица 1

Маршрут	Время на маршруте, ч	Число оборотов на маршруте	Время движения, ч		Время простоя под разгрузкой, ч	Расстояние перевозки груза, км
			с грузом	без груза		
1	1,2	4	0,26	0,24	0,3	9
2	1,6	12	0,47	0,43	0,3	15
3	4,8	6	2,1	2,0	0,3	60

Время простоя автомобиля под загрузкой  $t_n = 24$  мин, принятая продолжительность работы пункта  $T_{nn}' = 9,0$  ч.

Тогда требуемое число постов

$$m' = \frac{24}{60 \cdot 9} \cdot (4 + 12 + 6) \approx 1$$



этап									
—	—	<u>0</u> 1	<u>0,4</u> 1	<u>0,8</u> 1	<u>1,2</u> 1	<u>1,6</u> 1	<u>2,0</u> 1		
2 этап									
1	1,2	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	4	
2	1,6	1,6	2,0	<u>2,4</u> 2	<u>2,8</u> 2	<u>3,2</u> 2	<u>3,6</u> 2	12	
3	4,8	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	6	
3э тап									
1	1,2	1,2	1,6	3,6	<u>4,0</u> 3	<u>4,4</u> 3	4,8	4	
2	1,6	1,6	2,0	4,0	4,4	4,8	5,2	8	
3	4,8	<u>4,8</u> 2	<u>5,2</u> 2	<u>7,2</u>	7,6	8,0	8,4	6	
4 этап									
1	1,2	6,0	6,4	3,6	5,2	5,6	4,8	2	
2	1,6	<u>6,4</u> 3	<u>6,8</u> 3	4,0	<u>5,6</u> 4	<u>6,0</u> 4	5,2	8	
3	4,8	9,6	10, 0	<u>7,2</u> 3	8,8	9,2	8,4	4	
5 этап									
1	1,2	<u>7,6</u> 4	<u>8,0</u> 4	8,4	6,8	7,2	4,8	2	
2	1,6	8,0	8,4	<u>8,8</u> 4	7,2	7,6	5,2	4	
3	4,8	11, 2	11, 6	12, 0	10, 4	10, 8	<u>8,4</u> 3	3	
6 этап									
1	1,2	8,8	9,2	10, 0	6,8	7,2	9,6	0	
2	1,6	<u>9,2</u> 5	<u>9,6</u> 5	10, 4	7,2	7,6	10, 0 4	3	
3	4,8	12, 4	12, 8	13, 6	<u>10,</u> <u>4</u> 5	<u>10,</u> <u>8</u> 5	13, 2	2	

*Примечание. Подчеркнутые цифры — момент начала погрузки автомобилей, цифра справа — номер оборота автотранспортного средства на маршрутах перевозок груза.*

Для того чтобы автомобили прибывали к получателю с интервалами, большими продолжительности погрузки, цифры таблицы выбирают по диагонали. При этом требуется также учитывать тип подвижного состава, работающего на определенных маршрутах перевозок груза. В каждом столбце нельзя пропустить

момент очередной погрузки, меньший, чем максимальное значение продолжительности работы погрузочного механизма и отмечаемое значение по другим столбцам. Решение продолжается до выполнения  $z_{0j}$  на каждом  $j$ -м маршруте [8].

Последовательность отправления подвижного состава на соответствующие маршруты определяется номером столбца таблицы. Первым уходит автомобиль, загруженный в нулевой момент и по тому маршруту, в строке которого он находится при определении момента погрузки для выполнения второго оборота.

Число цифр, отмеченных в одной строке таблицы, показывает, сколько автомобилей задействовано на этом маршруте на данном этапе решения.

Автотранспортное средство при  $i$ -м обороте работает на  $j$ -м маршруте, номер которого определяется строкой момента погрузки для  $(i+1)$ -го оборота. Соответственно последний момент погрузки является условным и пока зывает только маршрут, на котором совершается последний оборот автомобиля. Погрузка в данный момент не производится, так как число оборотов, равное  $z_{0j}$  уже выполнено.

При составлении индивидуального графика по табл. 2 выбирают маршруты работы первого автомобиля.

Время отправления автомобиля по маршруту устанавливается по моменту его прибытия на загрузку. Таким образом определяется очередность и время прохождения маршрутов первым автомобилем. В нашем примере это последовательно маршруты 3-2-1-2.

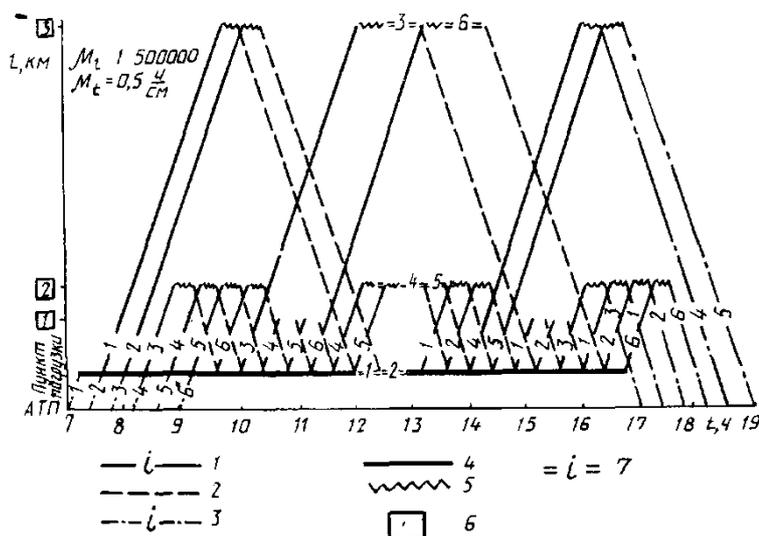


Рис. 3. Графики работы автомобилей на маршрутах с загрузкой в одном пункте-1 — движение с грузом  $i$ -го автотранспортного средства; 2 — движение без груза; 3 — движение при нулевом пробеге  $i$ -го автотранспортного средства; 4 — простой под погрузкой; 5 — простой под разгрузкой; 6 — пункт разгрузки груза на  $i$ -м маршруте; 7 — перерыв на обед

Аналогично делается выборка по всем автомобилям, что позволяет построить график их работы. Для удобства целесообразно на оси времени отметить интервалы, кратные времени погрузки подвижного состава. На заключительном этапе вместо нулевого момента проставляют фактическое время прибытия

автомобиля на погрузку и корректируют график с учетом перерывов на отдых (обед) водителей и машинистов (рис. 3). При вынужденных простоях погрузочного поста следует предусмотреть его дополнительное использование на транспортно-складских операциях или других работах.

#### **ТЕМА 8: ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ**

1. Классификация грузовых автомобильных перевозок
2. Правовые основы и планирование перевозок грузов
3. Формы организации перевозки грузов
4. Документация на перевозку грузов
5. Прием, выдача и переадресовка грузов
6. Пломбирование, погрузка и разгрузка грузов
7. Составление актов, предъявление и рассмотрение претензий. Расчеты за перевозки

1. Классификация грузовых автомобильных перевозок

Грузовые автомобильные перевозки классифицируются по признакам принадлежности транспорта и территориальному, способам организации и выполнения перевозки, формам учета и оплаты работы, виду (роду) перевозимых грузов, размеру партий грузов и времени освоения объемов перевозок.

По признаку принадлежности транспорта различают перевозки грузов автомобильным транспортом общего пользования - выполняются для всех отраслей народного хозяйства и населения; ведомственным транспортом отраслевых министерств и ведомств, а также кооперативных предприятий и организаций - осуществляются для удовлетворения потребностей данной отрасли промышленности, строительства, сельского хозяйства, связи, торговли, кооперации и т.п.

По территориальному признаку их делят на внутрипроизводственные (технологические) и внехозяйственные перевозки. Первые проходят на территории хозяйственных организаций - внутри промышленного или сельскохозяйственного предприятия, строительной площадки и т.д. Они связаны с технологическим процессом работы предприятия и могут совершаться подвижным составом самого предприятия.

Внехозяйственные перевозки выполняются между отдельными предприятиями и организациями. Они подразделяются на городские - в пределах черты города (другого населенного пункта); пригородные - за пределы города (другого населенного пункта) на расстояние до 50 км включительно; междугородные - за пределы города (другого населенного пункта) на расстояние более 50 км; международные – за пределы территории РФ. Междугородные

перевозки классифицируются на внутри- и межобластные, межреспубликанские и могут быть регулярными и нерегулярными.

По способам организации и выполнения перевозки делятся на централизованные и децентрализованные; прямые и смешанные; комбинированные; контейнерные и пакетные.

По способу учета и оплаты работы грузовых автомобилей различают перевозки: объемные с оплатой по сдельным тарифам (учитывается масса грузов расстояние их перевозки); почасовые с оплатой по повременным тарифам (учитывается общее время пользования автомобилем и общий пробег); покилометровые с оплатой по тарифам из покилометрового расчета (учитывается общий пробег автомобиля), а также таксомоторные.

По виду (роду) и другим признакам грузов выделяют тарные и бестарные перевозки, перевозки опасных, навалочных, наливных, скоропортящихся и других грузов, а также строительных, сельскохозяйственных и т.п.

По размеру партий грузов перевозки бывают: массовые - большие партии однородных грузов; партионные - партии, размер которых меньше грузоподъемности наиболее эффективных транспортных средств (менее 20 т), и мелкопартионные - небольшие партии грузов, которые не обеспечивают полной загрузки транспортного средства. Мелкопартионной считается партия груза массой до 2 т включительно.

Под партией грузов (транспортной партией) понимается совокупность однородных грузовых единиц (однородный груз), одновременно перемещаемых или подлежащих перемещению между грузоотправителем и грузополучателем.

По времени освоения перевозки под ТЕМАются на постоянные – на протяжении всего года, сезонные - периодически повторяющиеся в определенное время года и временные – эпизодического характера.

Планы развития транспорта делятся на перспективные (долгосрочные и пятилетние), текущие (годовые планы с поквартальной разбивкой) и оперативные (месячные, декадные, суточные, сменные и часовые задания транспортным предприятиям).

Одним из важнейших методов обеспечения пропорциональности в развитии транспорта, его отдельных видов и составных частей является балансовый метод. Он позволяет выявить потребность народного хозяйства и населения в перевозках, определить пути и ресурсы для ее удовлетворения, обеспечить необходимые соотношения в развитии отдельных отраслей народного хозяйства и видов транспорта.

Расчеты составляют исходя из ресурсов данной продукции (производство, остатки на начало планируемого периода и другие источники), из которых исключается: продукция, потребляемая на месте, остатки на конец планируемого периода, а также продукция, перевозимая внутризаводским транспортом. В них учитывают повторные перевозки, возникающие при перевалке грузов с одного вида транспорта на другой и отправлении через распределительные базы.

План перевозок грузов является исходной базой для разработки плана транспорта в целом и его отдельных ТЕМАов.

Объем и характер предстоящих перевозок - основа для определения потребного парка подвижного состава, мощности производственно-технической

базы, численности персонала, плана материально-технического снабжения и других показателей.

Перспективные и текущие (годовые) планы разрабатываются с учетом планов промышленного и сельскохозяйственного производства, капитального строительства, заготовок сельскохозяйственных продуктов, материально-технического снабжения и товарооборота.

План сельскохозяйственных перевозок, имеющий ярко выраженный сезонный характер, разрабатывается с тем, чтобы обеспечить своевременное и качественное выполнение заданий по вывозу сельскохозяйственной продукции без ущерба для других предприятий и организаций, обслуживаемых транспортом общего пользования.

АТП устанавливаются контрольные цифры по общему объему отправления грузов (в тоннах), в том числе по заказчикам на основании заключенных договоров.

Квартальное планирование осуществляется АТП (объединениями) на основе объемов перевозок, установленных годовыми договорами с клиентурой. По согласованию с клиентом за 10 сут. до начала квартала АТП (объединение) утверждает месячные и определяет декадные плановые задания на первый, а затем и на последующие месяцы.

Годовые договоры заключаются между автомобильным транспортным предприятием (организацией) и грузоотправителями (грузополучателями). АТП (организация) обязуется в установленные сроки принимать, а клиент предъявлять к перевозке грузы. Действие договора может быть продлено на следующий год с уточнением объемов и условий перевозок.

Годовой договор может заключаться также со снабженческо-сбытовой или иной организацией, не являющейся грузоотправителем или грузополучателем, когда им выделяются лимиты и предоставлено право распределять продукцию.

## 2. Правовые основы и планирование перевозок грузов

Устав автомобильного транспорта - основной документ, регулирующий деятельность автотранспортных предприятий, организаций и объединений. Утверждается советами министров союзных республик. Он разграничивает функции автомобильного транспорта общего пользования и ведомственного, определяет обязанности клиентуры при подготовке, приеме груза и выполнении погрузочно-разгрузочных работ. В нем предусмотрена материальная ответственность автотранспортных организаций и заказчиков за невыполнение декадного плана перевозок при невывозе или непредъявлении груза. В этом случае виновная сторона должна оплатить другой стороне штраф в размере 20% стоимости несостоявшейся перевозки и 10% стоимости использования автомобилей с повременной оплатой.

Автотранспортные организации и заказчики освобождаются от уплаты штрафа за невыполнение перевозок в связи со стихийными явлениями (заносами, наводнениями, пожарами), временным прекращением или ограничением в установленном порядке движения автомобилей по дорогам, аварией на предприятии, в результате которой была прервана работа последнего или отдельных его цехов на срок не менее трех суток.

На основании Устава республиканским органом управления автомобильным транспортом общего пользования с участием заинтересованных министерств и ведомств разрабатываются и утверждаются "Правила перевозок грузов автомобильным транспортом", которые согласовываются с Госарбитражем республики.

Одновременно с Уставом и Правилами организацию перевозок грузов регламентирует ряд государственных стандартов и законов, в частности трудовое законодательство.

В годовом договоре устанавливаются: объемы перевозок по утвержденной номенклатуре и объемы работ с оплатой по повременным тарифам; грузооборот, режим работы по приему и выдаче груза; обеспечение сохранности грузов; выполнение погрузочно-разгрузочных работ в установленное время; рациональные маршруты и схемы грузопотоков, взаимная имущественная ответственность за невыполнение или ненадлежащее выполнение обязательств. В отдельных случаях с грузоотправителями (грузополучателями) одновременно заключаются трехсторонние договоры. АТП (организация) высылает два экземпляра подписанного годового договора на перевозку грузов грузоотправителю (грузополучателю), который в установленный срок обязан его подписать и вернуть один экземпляр. При наличии разногласий грузоотправитель (грузополучатель) в тот же срок составляет протокол и направляет его в двух экземплярах автотранспортному предприятию или организации вместе с подписанным договором.

Сторона, получившая протокол разногласия, обязана его рассмотреть в установленный срок (в необходимых случаях совместно с другой стороной) и включить в договор все принятые предложения, а спорные вопросы передать на разрешение арбитража. Если в течение установленного срока неурегулированные разногласия не будут переданы на разрешение арбитража, то предложения другой стороны считаются принятыми. Срок рассмотрения договора - 10 сут.

На автомобильном транспорте различают две формы организации перевозки грузов - децентрализованную и централизованную.

При децентрализованных перевозках грузополучатели организуют вывоз груза от грузоотправителя своим транспортом или заказанным в АТП без согласования очередности перевозок и работы транспорта других грузополучателей. При этом последние используют штат собственных грузчиков, экспедиторов, агентов по снабжению и др.

Такая форма перевозки влечет за собой большие непроизводительные затраты и не способствует развитию перевозок транспортом общего пользования.

Широкое применение нашла более прогрессивная система организации перевозки грузов - *централизованная*. Автомобильное транспортное предприятие (организация) в соответствии с договором, заключенным с грузоотправителем или грузополучателем, своим подвижным составом или несколькими автотранспортных предприятий при едином оперативном руководстве перевозит грузы с транспортно-экспедиционным обслуживанием по согласованным графикам. При этом АТП доставляет грузы данного грузоотправителя всем грузополучателям или завозит их грузополучателю от всех грузоотправителей. К данному виду перевозок относятся централизованный завоз (вывоз) грузов на станции железных

дорог, в порты (пристани), аэропорты, а также регулярные междугородные перевозки, осуществляемые по автомобильным дорогам, перечень которых устанавливается советами министров союзных республик.

Погрузка и укладка на подвижном составе предварительно упакованных и замаркированных грузов осуществляется грузоотправителями, перевозка и экспедирование - транспортной организацией, а выгрузка - грузополучателями. Экспедирование включает прием, сопровождение в пути и сдачу груза, а также оформление товарно-транспортных документов.

Перевозка грузов поставщика одной транспортной организацией и доставка по заранее установленным графикам позволяют улучшить использование подвижного состава, повысить производительность труда на всех стадиях процесса перемещения, освободить грузоотправителей и грузополучателей от решения вопросов транспортирования грузов.

Таким образом, при централизованных перевозках достигается:

- повышение степени механизации погрузочно-разгрузочных работ, сокращение числа грузчиков и экспедиторов;
- создание условий для развития контейнерных, пакетных и других прогрессивных способов перевозок грузов;
- увеличение грузоподъемности используемых автомобилей за счет укрупнения размера партий грузов;
- повышение коэффициента использования пробега за счет взаимной увязки перевозок при их оперативном планировании;
- повышение коэффициента использования грузоподъемности путем приспособления подвижного состава к постоянным перевозкам (специализация, дооборудование);
- снижение простоев под погрузкой-разгрузкой за счет применения часовых графиков перевозок, укрупнения грузовых мест, механизации погрузочно-разгрузочных работ и специализации подвижного состава.

Все это повышает производительность подвижного состава и труда и снижает себестоимость перевозок на автомобильном транспорте, а также вызывает сокращение материальных и трудовых затрат у грузоотправителей и грузополучателей.

#### 4. Документация на перевозку грузов

Перевозка грузов автомобильным транспортом независимо от его принадлежности осуществляется только при наличии оформленной документами: товарно-транспортных накладных (ТТН) и путевых листов (форма утверждена согласно "Инструкции о порядке расчетов за перевозки грузов автомобильным транспортом" от 30.11.83 г.).

Перевозка грузов в городском, пригородном и междугородном сообщениях осуществляется по товарно-транспортной накладной формы № 1-т, а в междугородном сообщении с участием грузовых автомобильных станций (ГАС) или других аналогичных предприятий автомобильного транспорта общего пользования - № 2-тм.

Товарно-транспортные накладные являются документом строгой отчетности, изготавливаются типографским способом и должны иметь учетную серию и номер, однозначный для всех экземпляров. Они составляются грузоотправителем (форма № 2-тм - автомобильным транспортным органом) на каждую езду автомобиля для каждого грузополучателя в отдельности с обязательным заполнением всех реквизитов, необходимых для полноты и правильности расчетов за работу автомобильного транспорта.

Товарно-транспортные накладные оформляются независимо от условий оплаты, за исключением перевозок грузов, по которым не ведется складской учет и не организован учет путем взвешивания, геодезического замера, а также при использовании автомобилей для обслуживания линий связи и электропередач, нефтегазопроводов, киносъемок, на перевозках почты и периодической печати, при научно-изыскательских, геологических работах, сборе вторичного сырья предприятиями и организациями Госснаба СССР.

Если в ТЕМАе "Сведения о грузе" формы № 1-т нельзя перечислить все наименования и характеристики, отпускаемых товарно-материальных ценностей, к ТТН (к форме № 2-тм во всех случаях) прилагаются специализированные формы (товарная накладная или др.), утвержденные в установленном порядке, по которым производится списание груза у грузоотправителя и оприходование его у грузополучателя, а также складской, оперативный и бухгалтерский учет. В этих случаях в накладной указывается, что к ней приложена специализированная форма, без которой ТТН считается недействительной.

Перевозка однородных грузов на одно и то же расстояние при условии обеспечения их сохранности может оформляться ТТН суммарно на всю работу, выполненную автомобилем в течение смены. При оформлении промежуточных ездов грузоотправитель выдает водителю талон на каждую отдельную езду, который действителен только на день выдачи и заполняется в трех экземплярах: первый - грузоотправителю, второй - водителю, а третий - грузополучателю. При перевозке грузов нетоварного характера третий экземпляр талона можно не выписывать. При последней езде грузоотправитель оформляет ТТН на весь объем перевезенного груза, а ранее выданные талоны уничтожаются. Реквизиты талона устанавливаются по согласованию между АТП (организацией), грузоотправителем (грузополучателем) и должны отражать объемы перевозимого груза, время работы и простоя автомобиля по каждой езде и другие показатели, необходимые для последующего внесения их в ТТН.

Если груз перевозится аккордно группой автомобилей, то по согласованию сторон заказчик может оформлять ТТН на всю выполненную работу не реже двух раз в месяц без выдачи водителям талонов (работа водителей учитывается автотранспортным предприятием).

Основным первичным документом учета работы грузового автомобиля является путевой лист. Это документ строгой отчетности, изготовленный типографским способом и имеющий учетную серию и типографский номер (формы № 4-с, 4-п и 4-м). Выпуск автомобиля на линию без путевого листа соответствующей формы запрещен.

Грузоотправители (грузополучатели), автотранспортные предприятия и организации должны не реже одного раза в квартал сверять данные о фактически

перевезенном объеме груза и расстояния перевозки с предъявленными к оплате. Грузоотправители (грузополучатели) несут ответственность за достоверность данных о массе груза и числе грузовых мест, указанных в ТТН, а АТП (организации) - за точность расстояния перевозок и тарифного класса груза. Сверки выполняются по графикам, утвержденным АТП (организацией) по согласованию с грузоотправителями (грузополучателями). Результаты оформляются актом установленной формы.

Суммы излишков, полученные АТП в результате приписок при перевозке грузов, перечисляются в пятидневный срок со дня подписания акта в доход союзного бюджета. При неправильном указании в товарно-транспортных документах расстояния перевозки и класса перевозимого груза излишне полученную провозную плату возвращают грузоотправителю (грузополучателю), а предприятия (грузоотправители и грузополучатели), неправильно указавшие массу груза и число грузовых мест, возмещают АТП излишне выплаченные в связи с этим заработную плату, премии и стоимость списанных горюче-смазочных материалов. О фактах выявленных приписок участники сверки обязаны сообщить

вышестоящим организациям, а также органам ЦСУ СССР и внести соответствующие изменения в отчетность по выполнению объема перевозок грузов, прибыли и другим технико-экономическим показателям. За неправильное оформление товарно-транспортных документов, повлекшее за собой приписки невыполненных объемов перевозок, ответственные работники и должностные лица лишаются на срок до одного года всех видов премий и вознаграждений по итогам работы за год. Работники, виновные в причинении предприятию ущерба в результате приписки невыполненного объема работ по перевозке грузов, возмещают его в порядке, установленном действующим законодательством.

Товарно-транспортная накладная выписывается грузоотправителем в четырех экземплярах: первый остается у грузоотправителя и предназначается для списания товарно-материальных ценностей, второй, третий и четвертый, заверенные подписями и печатями (штампами) грузоотправителя и подписью водителя, вручаются последнему. После перемещения груза второй экземпляр накладной предназначается для оприходования товарно-материальных ценностей у грузополучателя, третий и четвертый, заверенные подписями и печатями (штампами) грузополучателя, сдаются АТП (организации). Третий экземпляр накладной служит основанием для расчетов (прилагается к счету за перевозку плательщику-заказчику автомобильного транспорта), а четвертый – для учета транспортной работы и начисления заработной платы водителю (прилагается к путевому листу).

При перевозке грузов в междугородном сообщении предприятие (организация) автомобильного транспорта общего пользования, на которое возложена организация этих перевозок, выписывает товарно-транспортную накладную формы № 2-тм в пяти экземплярах (реквизиты заголовочной части заполняются на основании заявки или разового заказа на перевозку груза и путевого листа формы № 4-м). Пятый экземпляр остается на предприятии автомобильного транспорта, оформившего перевозку.

Грузоотправитель при необходимости может выписывать дополнительные экземпляры накладной (количество устанавливается вышестоящей организацией).

Для грузов нетоварного характера, по которым не ведется складской учет путем замера, взвешивания, геодезического замера, товарно-транспортные накладные заполняются в трех экземплярах: первый и второй передаются АТП (организации). Первый экземпляр служит основанием для расчетов с грузоотправителем и прилагается к счету, второй - для учета транспортной работы и прилагается к путевому листу; третий - для учета выполненных объемов перевозок достается у грузоотправителя.

До прибытия автомобиля грузоотправитель под копировальную бумагу обязан: в заголовочной части ТТН формы № 1-т указать дату ее выписки; заполнить строки "Заказчик (плательщик)", "Грузоотправитель", "Грузополучатель", "Пункт погрузки", "Пункт разгрузки"; в ТЕМАе "Сведения о грузе" заполнить графы 1-7; заполнить прилагаемые специализированные формы (к форме № 2-т обязательно и № 1-т при необходимости) и строку "Отпуск разрешил". Ответственное лицо подписью в последней строке удостоверяет правильность сделанных записей и разрешает произвести отправку груза грузополучателю.

После прибытия автомобиля и погрузки товарно-материальных ценностей грузоотправитель обязан: заполнить в заголовочной части ТТН формы № 1-т на основе предъявленного путевого листа строки "Автомобиль", "Прицеп", "Автопредприятие", "К путевому листу № ...", "Водитель"; строки, отражающие прием-сдачу груза, и "Транспортные услуги"; в ТЕМАе "Сведения о грузе" - графы 8-11 и 14 (масса груза указывается с точностью до 0,01 т), а также графу "Количество ездов, заездов"; в ТЕМАе "Погрузочно-разгрузочные операции" - графы 15, 16, 18-23. Время в графах 18 и 19 проставляется с помощью штамп-часов, а при их отсутствии - вручную.

Временем прибытия под погрузку считается момент предъявления водителем путевого листа у въездных ворот или контрольно-пропускного пункта либо лицу, ответственному за отгрузку товара организации-грузоотправителя. Время убытия автомобиля из-под погрузки - момент подписания и передачи ТТН водителю лицом, ответственным за отгрузку товара. Если в одной езде груз отгружается по нескольким ТТН, то время прибытия под погрузку записывается в первой из них, время убытия из-под погрузки - в последней, а в остальных накладных в соответствующих графах ставятся прочерки. При перевозке груза по талонам и оформлении работы одной ТТН в графе 18 записывается время прибытия под погрузку в первом рейсе (езде), в графе 19 – время убытия от грузоотправителя после ее оформления, а в графе 20 - суммарное время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой по всем оформленным талонам; в графах 21, 22 ("Дополнительные операции") – выполненные при погрузке груза дополнительные операции (взвешивание, анализ, пересчет и т.д.) с указанием числа по каждой из них и времени на их выполнение.

В пути следования при переадресовке груза реквизиты в строках "Грузополучатель" и "Пункт разгрузки" зачеркивают так, чтобы их можно было прочитать, а в строке "Переадресовка" проставляют реквизиты нового грузополучателя во всех трех находящихся у водителя экземплярах ТТН. Записи

по переадресовке удостоверяются подписью водителя или представителя АТП. В случае перегрузки груза в пути следования на другой автомобиль в строках "Автопредприятие", "Водитель" и "Автомобиль" прежние реквизиты зачеркивают так, чтобы их можно было прочесть, и записывают новые. Исправление заверяют подписью работника, руководящего перегрузкой. Факт передачи груза от одного водителя-экспедитора другому удостоверяют актом установленной формы и делают соответствующую отметку в строке "Отметка о составленных актах". При составлении актов, относящихся к данной отправке, в графе "Отметка о составленных актах" записывают его номер и дату (например, "О недостатке мест", "О нарушении пломбы" и т.п.).

После доставки груза грузополучатель обязан заполнить ТЕМА "Погрузочно-разгрузочные работы" по строке "Разгр." и строку "Транспортные услуги", как и грузоотправитель. Разгрузка считается оконченной после вручения водителю оформленной ТТН. Сдается груз грузополучателю в таком же порядке, в каком был принят у грузоотправителя. При перевозке грузов нетоварного характера в форме № 1-т графы 1, 2 и 4-10 не заполняются, все записи подтверждаются подписью грузоотправителя в строке "К перевозке сдал" и подписью водителя в строке "Принял водитель-экспедитор".

После сдачи водителем по окончании работы правильно оформленных ТТН (третий и четвертый экземпляры) работник АТП заполняет в заголовочной части "Код заказчика", "Маршрут № ", "Гар. № " (гаражные номера прицепов), "Вид перевозки" (например, сдельный тариф, повременный тариф, покилометровый тариф, оплата за езду, работа по групповому акту замера (взвешивания), бригадному подряду, системе тяговых плеч, централизованные перевозки, сборно-развозочные маршруты, маневровые тягачи, попутная загрузка, завоз-вывоз с железнодорожных станций и т.п.). В ТЕМАе "Сведения о грузе" в графах 12, 13 записываются код и класс груза, а в ТЕМАе "Прочие сведения" в графах 24, 28 - расстояние перевозки груза с разбивкой по группам дорог, в графе 29 - код экспедирования груза, 30 и 31 - коды оказанных транспортных услуг или суммы, причитающиеся с заказчика водителю за оказанные транспортные услуги, 32 и 33 - поправочные коэффициенты к зарплате водителя (для изменения расценок водителю в соответствии с условиями перевозок согласно положениям) и к основному тарифу (для изменения основного тарифа в случаях, предусмотренных "Едиными тарифами"); в ТЕМАах "Расчет стоимости" и "Таксировка" производится расчет стоимости авто услуг и зарплаты водителю по данной ТТН.

Путевой лист формы № 4-с применяется при перевозке грузов на условиях оплаты работы автомобиля по сдельным расценкам, № 4-п на условиях оплаты работы по повременным тарифам и № 4-м - при перевозках грузов в междугородном сообщении. Бланки путевых листов с типографской нумерацией (как документов строгой отчетности) изготавливаются по заказам министерств, ведомств и других организаций, а формы № 4-м - по заказам органов управления автомобильным транспортом общего пользования.

Путевые листы № 4-с, 4-п, оформленные в соответствии с инструкцией, выдаются водителю под расписку на один рабочий день (смену) при условии сдачи путевого листа за предыдущий день. При междугородных перевозках длительностью более суток путевые листы формы № 4-м выписываются

набольший срок. Документ должен иметь штамп и печать организации, которой принадлежит автомобиль.

Путевой лист формы № 4-с содержит заголовочную часть, ТЕМАы "Работа водителя и автомобиля", "Движение горючего", "Задание водителю", "Последовательность выполнения задания", "Простои на линии", "Результаты работы автомобилей и прицепов", "Зарплата", а также строки "Особые отметки", "Таксировка", о сдаче и приеме автомобиля и ТТН, о выдаче задания водителю и состоянии его здоровья. В путевом листе формы № 4-п вместо ТЕМАа "Последовательность выполнения задания" имеются ТЕМАы "Талон заказчика", "Расчет стоимости" и "Маршрут движения", а в № 4-м в отличие от формы № 4-с дополнительно предусмотрен ТЕМА "Прохождение контрольного пункта (УТЭП, КДП, ГАС)".

Заполнять путевой лист водителю запрещено. Исключение составляют подписи, удостоверяющие прием автомобиля (при выезде) и сдачу (при возврате) автомобиля и ТТН.

До выдачи путевого листа водителю диспетчер ЛТП заполняет его в следующем порядке: на лицевой части под названием документа записывает дату выдачи (число, месяц, год); в строке "Режим работы" - код или наименование режима работы (работа в будние дни, командировка, суммированный учет рабочего времени, ежедневный его учет, работа в выходной, праздничный или в день суббота, по графику или вне графика и т.д.), в соответствии с которым производится начисление заработной платы водителю; в строке "Колонна, бригада" записывает номера колонны и бригады, в составе которых числятся автомобиль и водитель; в строке "Автомобиль" - марку, тип, государственный и гаражный номера автомобиля; в строке "Водитель" - фамилию, инициалы, номер служебного удостоверения и класс водителя; в строке "Табельный номер" - номер, присвоенный водителю на ЛТП; в строках "Прицепы" - марки, государственные и гаражные номера прицепов и полуприцепов, выпускаемых на линию с автомобилем (номера обменных прицепов и полуприцепов записывают по этим строкам в местах их перецепки); в строке "Сопровождающие лица" - фамилии и инициалы лиц, сопровождающих автомобиль для выполнения задания (грузчики, экспедиторы, стажер и т.д.); в ТЕМАе "Работа водителя и автомобиля" в графах 2 и 3 – время (ч, мин) выезда и возвращения автомобиля по графику; в ТЕМАе "Задание водителю" заполняет графу 16 "В чье распоряжение", графу 17 "Время прибытия" (ч, мин) (указывают время прибытия к заказчику согласно заказу, заявке или графику работы), графы 18 "Откуда взять груз" и 19 "Куда доставить груз" (адреса пунктов погрузки и разгрузки), графу 20 "Наименование груза", графу 21 "Количество ездов с грузом", графу 22 "Расстояние, км" - расстояние перевозок грузов (определяют по данным дорожных органов, или по карте района, города при помощи курвиметра, или по списку расстояний, составленному на основании актов замера, или по показаниями спидометра автомобиля при сезонных перевозках, зафиксированным актом автомобильного транспортного предприятия или организации и заказчика), графу "Перевезти тонн".

Изменять задания, указанные в ТЕМАе "Задание водителю", имеет право АТП и только в исключительных случаях - заказчик по согласованию с АТП с

соответствующей записью в строках "Особые отметки". В этих же строках записывают случаи использования автомобиля по специальному назначению (органами милиции, врачами и т.д.).

На лицевой стороне путевого листа в строке "Выдать топливо" прописью указывают количество топлива, необходимое к выдаче для выполнения задания с учетом остатка от предыдущего дня работы. В строке "Подпись диспетчера" диспетчер удостоверяет правильность заполненных им реквизитов путевого листа и наличие у водителя служебного удостоверения.

После выдачи путевого листа водителю до выезда из гаража в ТЕМАе "Движение топлива" в графах 7, 9 и в соответствующих строках заправщик, техник по горюче-смазочным материалам (ГСМ) или уполномоченное лицо записывает объем выданного топлива или серии и номера талонов на топливо и удостоверяет подписью; на лицевой стороне при осуществлении предрейсового медицинского осмотра подписью и штампом удостоверяется допуск к управлению автомобилем по состоянию здоровья; в ТЕМАе "Работа водителя и автомобиля" (графа 5 "Показания спидометра") механик контрольно-пропускного пункта (КПП) или отдела технического контроля (ОТК) записывает показания спидометра при выезде автомобиля на линию, а в графе 6 "Время фактическое" (число, месяц, ч, мин) штамп-часами проставляет фактическое время выезда автомобиля из гаража (в случае неисправности штамп-часов или их отсутствии время записывается вручную - число, месяц, ч, мин). Механик КПП или ОТК в ТЕМАе "Движение топлива" в графе 10 "Остаток при выезде" записывает объем топлива, находящегося в баках автомобиля при выезде, и удостоверяет подписью, в строке "Выезд разрешен, подпись механика" подписывает передачу автомобиля водителю в технически исправном состоянии и разрешение на выезд из гаража. В строке "Автомобиль принял, подп. водителя" водитель расписывается о приемке автомобиля в технически исправном состоянии и получении задания.

Заполнение путевого листа на линии производится в такой последовательности: в ТЕМАе "Последовательность выполнения задания" формы № 4-с грузоотправитель заполняет графу 24 "Номера ездки", графу 25 "Номера приложенных товарно-транспортных накладных" (номера ТТН разносятся по поездкам), в графе 26 "Время прибытия" (ч, мин) проставляют время предъявления водителем автомобиля путевого листа у въездных ворот или на контрольно-пропускном пункте места погрузки или разгрузки (если въездных ворот или контрольно-пропускного пункта нет, графу не заполняют, а время прибытия и убытия по пунктам проставляют в ТТН), графу 27 "Подпись и печать грузоотправителя", в графе 28 "Отметки автопредприятия" АТП отражают при необходимости дополнительные учетные показатели работы автомобиля и прицепа; в ТЕМАе "Простои на линии" работником службы технической помощи в соответствующих графах 29 "Наименование", 31 "Начало", 32 "Окончание" и 33 "Подпись отв. лица" записывают причину, время простоя и удостоверяют подписью; на лицевой стороне в строках, "Особые отметки" проставляют сведения, не предусмотренные формой путевого листа (отметки органов Госавтоинспекции, заказчиков при отказе от загрузки автомобиля, дорожных служб и т.п.).

При возвращении автомобиля в гараж в путевом листе в ТЕМАе "Работа водителя и автомобиля" в графе 6 механик КПП или ОТК записывает или проставляет штамп-часами фактическое время возвращения автомобиля в гараж(число, месяц, ч, мин), в графе 5 - показания спидометра; в ТЕМАе "Движение топлива" механик КИП или ОТК заполняет графу 11 "Остаток при возвратах удостоверяет подписью, заправщик, техник по ГСМ или уполномоченное на то лицо при сдаче водителем талонов на ГСМ заполняет графу 12 "Сдано" и удостоверяет подписью; в строке "Сдал водитель" водитель подписывается о сдаче автомобиля механику КПП или ОТК в технически исправном (неисправном) состоянии. Механик КПП или ОТК в строке "Принял механик" подписью удостоверяет правильность заполнения граф 5 и 6 строки "Возвращение в гараж" ТЕМАа "Работа водителя и автомобиля" и прием автомобиля от водителя в технически исправном (неисправном) состоянии.

После сдачи водителем путевого листа диспетчер или другое уполномоченное лицо выполняет следующую работу: в ТЕМАе "Работа водителя и автомобиля" в графе 4 "Нулевой пробег, км" по таблице расстояний записывает расстояние от гаража до первого пункта погрузки и от последнего места разгрузки до гаража; в ТЕМАе "Движение топлива" в графе 13 "Коэффициент изменения нормы" - общий на весь день работы автомобиля коэффициент изменения нормы расхода топлива; в графах 14 "Время работы спецоборудования" и 15 "Время работы двигателя" на основании соответствующих данных в приложенных ТТН - время работы спец оборудования и дополнительное время работы двигателя в особых условиях эксплуатации (эти реквизиты необходимы для определения дополнительной нормы расхода топлива, правильность их заполнения диспетчер заверяет подписью под соответствующими графами); в ТЕМАе "Последовательность выполнения задания" в графе 24 указывает количество ездов, а в строке "ТТН в количестве" - сданных ТТН. За последние водитель расписывается в строке "Сдал водитель", а диспетчер – в строке "Принял диспетчер".

В путевом листе формы № 4-п в ТЕМАе "Задание водителю" в графе 16 "В чье распоряжение" на основании заявки или разового заказа диспетчер проставляет наименование и адрес заказчика, в распоряжение которого должен прибыть автомобиль, в графах 17 и 18 - плановое время прибытия и убытия, в графе 19 - плановое количество часов работы и в графе 20 - число ездов по плану. Путевой лист № 4-п имеет отрывной талон заказчика, который является основанием для предъявления со стороны АТП счета на оплату транспортных услуг и прилагается к нему. Кроме заполнения отрывного "Талона заказчика", клиент в ТЕМАе "Выполнение задания" записывает маршруты движения по каждой езде и удостоверяет подписью.

В путевом листе формы № 4-м в разделе "Прохождение контрольного пункта (УТЭП, КДП, ГАС) " диспетчер АТП в графе 27 указывает наименование контрольного пункта, пункта отдыха и ночлега, через которые должен следовать автомобиль, а также УТЭП, КДП и ГАС, на которых водитель получает загрузку, в графе 28.1 - дату и время их прохождения по графику; в графе 28.2 диспетчер УТЭП, КДП и ГАС записывает фактическое время и дату прохождения контрольного пункта, пунктов отдыха и ночлега, затем устанавливает отклонение

от графика и записывает его в графе 28.3 "Отклонение", а в графе 28.4 расписывается и ставит штамп.

Обрабатывают товарно-транспортные накладные и путевые листы на ЭВМ и ручным способом. Предварительная обработка заключается в кодировании информации, подготовке и переносе ее на машинные носители. Данные машинограмм, полученные с ЭВМ, можно в ТТН и путевые листы не переносить. В этом случае машинограммы должны содержать показатели, соответствующие утвержденным разделам "Расчет стоимости" ТТН и "Результат работы автомобиля и прицепов" путевого листа. Заработная плата водителю начисляется на основании данных таксировки всех товарно-транспортных накладных, приложенных к путевому листу.

## 5. Прием, выдача и переадресовка грузов

Предприятия и организации автомобильного транспорта общего пользования принимают к перевозке грузы на основании договоров и без договоров - разового характера.

Перевозка овощей, фруктов, молока и других скоропортящихся сельскохозяйственных продуктов для заготовительных организаций и потребкооперации производится по договору, а также без ограничений по заявкам, представляемым за пять дней до перевозок.

Грузы, перевозка которых вызвана стихийным бедствием или аварией, принимаются к перевозке независимо от наличия договора и вне очереди.

При наличии годового договора грузоотправитель представляет АТП заявку по установленной форме (на один день, пятидневку, декаду или месяц) и не позднее, чем за двое суток до начала месяца (декады), а при его отсутствии - разовый заказ. К заявке прилагается согласованный с АТП график выполнения перевозок по пятидневкам (декадам) с указанием суточного объема перевозок, начала и конца смен и с разбивкой по сменам работы.

Грузоотправитель (грузополучатель) в соответствии с поданной заявкой обязан представить АТП не позднее 11 ч дня, предшествующего дню перевозок, уточненную сменно-суточную заявку. Последняя при централизованных массовых перевозках или постоянной номенклатуре грузов по согласованию сторон может оформляться на пятидневку, декаду или месяц.

Разовые заказы подаются в письменном виде за 48 ч до заявленного времени начала перевозок.

Подтверждением приема заказа или заявки является выдача отрезной квитанции. Если заказ (заявка) не может быть выполнен, АТП обязано уведомить заказчика телефонограммой или письмом не позднее 14 ч накануне дня перевозки.

Типы и число автомобилей для перевозок определяются АТП в зависимости от объема и характера перевозок.

АТП обязано:

– подавать технически исправный, пригодный для перевозок подвижной состав в установленные сроки (отказ грузоотправителя оформляется актом установленной формы);

– перевозить грузы по кратчайшему маршруту, открытому для движения автомобильного транспорта, за исключением случаев, когда по дорожным условиям более рациональна перевозка с увеличенным пробегом (об этом заказчика уведомляют при приеме заявки или заказа).

Грузоотправитель обязан:

– содержать в надлежащем состоянии подъездные пути; укомплектовывать принадлежащие ему погрузочно-разгрузочные пункты в зависимости от характера и объема выполняемых операций инвентарем, такелажем, средствами механизации, устройствами для взвешивания и противопожарными средствами;

– иметь необходимый штат грузчиков;

– до прибытия автомобиля под погрузку подготовить груз к перевозке (затарить, подгруппировать по грузополучателям, заготовить товарно-транспортные документы, пропуска на проезд к месту погрузки и выгрузки грузов и т.п.).

Груз, предъявленный грузоотправителем в состоянии, не соответствующем правилам перевозок, и не приведенный им в надлежащее состояние в срок, обеспечивающий своевременную отставку, считается непредъявленным.

АТП имеет право отказаться от приема груза к перевозке, если: груз предъявлен в ненадлежащей упаковке, не предусмотрен заявкой, а при междугородных перевозках - с назначением в другой пункт; масса предъявленного груза, перевозка которого должна осуществляться на одном автомобиле, превышает грузоподъемность поданного, согласно заказу, подвижного состава;

груз не может быть доставлен вследствие стихийного бедствия, дорожных или климатических условий.

При отказе от выдачи заявленного к перевозке груза АТП взыскивает стоимость нулевого пробега в соответствии с покилометровым тарифом и не несет ответственности за невыполнение плана перевозок в объеме несостоявшейся перевозки.

Грузоотправитель не имеет права предъявлять, а АТП принимать к перевозке грузы: превышающие по своей массе или габаритным размерам допускаемые предельные величины; товарного характера, не оформленные ТТН; без качественных сертификатов, ветеринарных свидетельств или других документов, необходимых в соответствии с санитарными и другими правилами: предъявленные мелкими отправлениями, свойства которых не допускают совместную перевозку на одном автомобиле.

Грузы, требующие особых условий перевозок (опасные, ломкие и т.п.), охраны или ухода в пути, должен сопровождать экспедитор. В его обязанности входит: прием груза, охрана, уход за животными, предохранение от порчи, сдача сопровождаемых грузов грузополучателю.

При приеме груза к перевозке водитель-экспедитор предъявляет грузоотправителю служебное удостоверение и путевой лист, заверенные печатью, что дает право на въезд на территорию заказчика, если для этого не требуется специальный пропуск.

АТП принимает к перевозке драгоценные камни и изделия из них, произведения искусства, опытные машины, приборы и другие товары, не имеющие прејскурантной цены, а также домашние предметы с объявленной ценностью. Последняя не должна превышать действительной стоимости груза. Не допускается объявлять ценными грузы, перевозимые навалом, россыпью, наливом, под пломбой, скоропортящиеся и опасные, а также их части по одной ТТН.

При сдаче грузоотправителем и приеме автотранспортным предприятием грузов, перевозимых навалом, насыпью, наливом и в контейнерах их масса должна быть указана в ТТН. Тарные и штучные грузы принимаются к перевозке также с указанием в ТТН их массы и числа грузовых мест.

АТП выдает груз в пункте назначения грузополучателю, указанному в ТТН, в том же порядке, в каком он был принят от грузоотправителя (взвешивание на весах, обмер, счет мест и т.д.).

Грузы, прибывшие на исправном подвижном составе и транспортном оборудовании с неповрежденными пломбами грузоотправителя, выдаются без проверки массы, состояния груза и числа грузовых мест. При перевозке грузов нетоварного характера АТП освобождается от обязанности сдавать груз грузополучателю. Если груз прибыл в неисправном кузове или транспортном оборудовании или в исправном кузове, но с поврежденными пломбами или с пломбами попутной грузовой автомобильной станции, скоропортящийся груз с нарушением сроков доставки или установленного режима перевозки, груз с грузовой автомобильной станции, в пункте назначения при сдаче обязательно проверяется его масса, число мест и состояние. Массу тарных и штучных грузов проверяют в местах повреждения. При отсутствии у грузополучателя автомобильных весов грузы, перевозимые навалом или насыпью, прибывшие без признаков недостачи, выдаются без проверки массы.

В случае отказа грузополучателя принять груз грузоотправитель (при городских и пригородных перевозках) имеет право переадресовать его (изменить пункт назначения или грузополучателя) до момента выдачи, о чем представить в АТП распоряжение в письменном виде или по телефону. Распоряжение должно содержать следующие данные: номер заказа и ТТН; адрес первоначального назначения; наименование первоначального грузополучателя; адрес нового назначения; наименование нового грузополучателя; причины переадресовки.

Если АТП не может доставить груз к месту нового назначения, то оно ставит в известность грузоотправителя и возвращает ему груз.

В случае невозможности получить указания от грузоотправителя о переадресовке груза АТП имеет право: при междугородной перевозке - сдать груз на ответственное хранение в пункте фактического его нахождения или ближайшем пункте (до получения указания грузоотправителя), а при наличии собственных складских помещений - принять на хранение; передать другой организации, если груз по своему характеру требует срочной реализации; вернуть груз грузоотправителю, предварительно поставив его в известность.

Все дополнительные расходы, связанные с переадресовкой, несет грузоотправитель.

Масса груза считается правильной, если ее разница при сдаче и отправлении не превышает норм точности взвешивания (ГОСТ 8.484-83) или утвержденных норм естественной убыли.

После выгрузки груза грузополучатель обязан очистить автомобили и контейнеры, а после перевозки животных, птицы, продуктов, скоропортящихся грузов и т.д. - промыть их (при необходимости пропарить и продезинфицировать). В отдельных случаях промывку и дезинфекцию выполняет грузоотправитель или по согласованию сторон всю эту работу за дополнительную плату может производить автотранспортное предприятие.

## 6. Пломбирование, погрузка и разгрузка грузов

Загруженные крытые автомобили и прицепы, отдельные их секции, контейнеры и цистерны, предназначенные одному грузополучателю, должны быть грузоотправителем опломбированы, а мелкоштучные товары, находящиеся в ящиках, коробках и другой упаковке (таре), - опломбированы или обандеролены.

Пломбы с сокращенным наименованием предприятия (организации) контрольным знаком навешиваются:

- у контейнеров и фургонов - на каждую дверь по одной;
- у тента - на конце соединительного материала в местах стыкования с кузовом подвижного состава;
- у цистерн - на крышку люка и сливного отверстия по одной, за исключением случаев, когда особый порядок пломбирования предусмотрен правилами перевозок отдельных видов наливных грузов;
- у грузового места - в местах стыковки окантовочных полос или других упаковочных материалов (от одной до четырех).

Перед пломбированием фургонов и контейнеров обе дверные петли(накладки) укрепляют закрутками из отожженной проволоки (диаметр не менее 2 мм, длина - 250-260 мм). Закручивание выполняется специальной металлической пластинкой с двумя отверстиями диаметром 6-10 мм, расположенными на расстоянии 35 мм друг от друга.

Свинцовые пломбы навешиваются на проволоку, предварительно скрученную в две нити (четыре витка на 1 см). При использовании свинцовых пломб с камерой концы проволоки пропускают через входные отверстия пломбы, скручивают в 2-3 витка, втягивают в камеру и зажимают тисками (рис. 1).

При навешивании пластмассовых пломб с камерой концы проволок пропускаются через входные отверстия, скручивают (один конец закручивают вокруг второго, а последний - вокруг первого), образовавшийся узел втягивают до отказа в камеру и зажимают пломбу тисками (см. рис. 1).

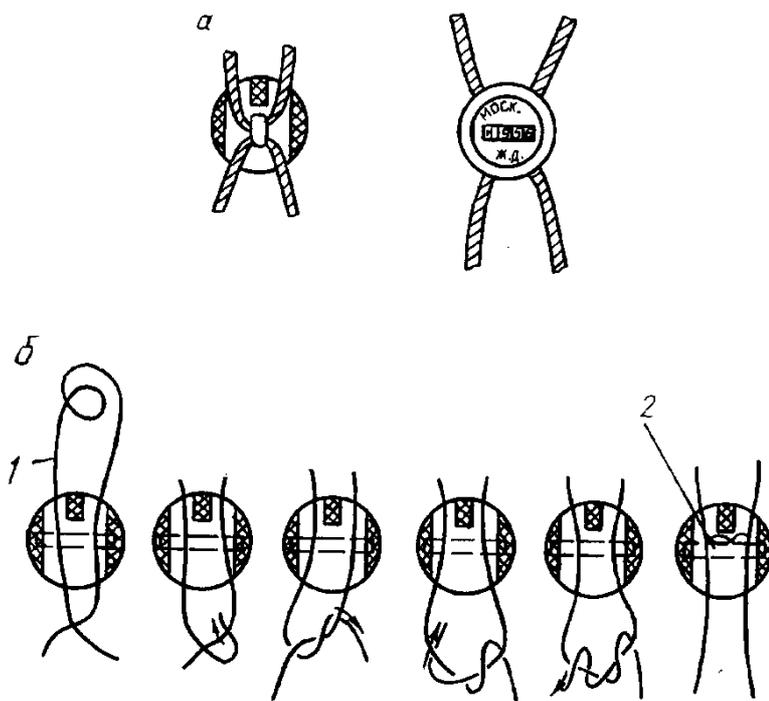


Рис. 1. Навешивание пломб с камерой: а - для свинцовых пломб; б – для пластмассовых пломб: 1 – двойная петля вокруг ушек дверной накладки и стойки; 2 - скоба

Если пломба с двумя параллельными отверстиями, то один конец отрезка пломбирочной проволоки продевают через оба отверстия, а свободный конец – в два оборота сквозь ушко дверной накладки двери фургона (контейнера) и через оба отверстия пломбы (в обратном направлении к первому концу). Затем пломбу зажимают пломбирочными тисками (рис. 2).

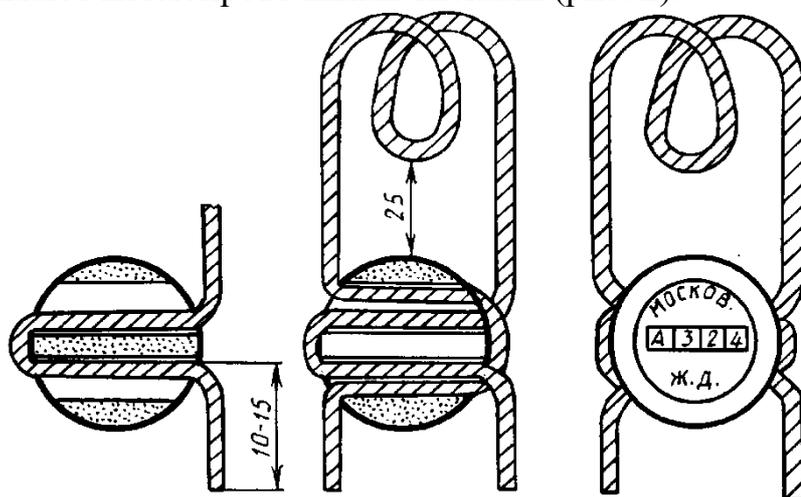


Рис. 2. Навешивание пломб с двумя параллельными отверстиями

Петля, образуемая при пломбировании между ушками дверной накладки (крышка колпака цистерны) и пломбой, должна быть не более 25 мм. Пломбы зажимают тисками так, чтобы с обеих сторон получались четкие отпечатки, а проволоку нельзя было вытащить из пломбы. В случае обнаружения дефекта пломбу следует заменить.

Обандероливание (опечатывание) тары выполняется бумажной лентой, тесьмой и другими материалами, которые должны представлять собой единое целое (без узлов и наращивания) и скрепляться в местах соединений

отличительным знаком изготовителя или грузоотправителя (печатью или штампом).

Перевозка с неясными оттисками установленных знаков, а также с неправильно навешанными пломбами запрещается.

Погрузка, разгрузка, закрепление, укрытие и увязка грузов производятся грузоотправителями, грузополучателями или специализированными организациями (базы и колонны механизации погрузочно-разгрузочных работ). Они закрывают и открывают борта автомобилей и люков цистерн, опускают и вынимают шланги из люков цистерн, привинчивают и отвинчивают шланги.

АТП по согласованию с грузоотправителем или грузополучателем может при наличии средств механизации принять на себя погрузку и разгрузку тарных, штучных, катно-бочковых и иных грузов, доставляемых предприятиям торговли и общественного питания с небольшим товарооборотом. В этом случае в годовом договоре на перевозку грузов должны оговариваться условия, обеспечивающие максимальное использование погрузочно-разгрузочных средств.

Грузоотправитель обязан подготовить груз (формирование поддонов, загрузка контейнеров и т.п.), предоставить место для стоянки и мелкого ремонта погрузочно-разгрузочных средств, а также служебные помещения под раздевалки и комнаты отдыха рабочих.

Загружать подвижной состав следует в пределах объемов, указанных в заказе (заявке), но не более его грузоподъемности. При перевозке строительных и других грузов в больших объемах погрузочно-разгрузочные работы должны проводиться в две смены, в выходные и праздничные дни.

При перевозках грузов на поддонах отдельные грузовые места укладываются так, чтобы можно было проверить их число без нарушения положения и укрепления (кроме ящичных поддонов, перевозимых под пломбами).

Расположение и закрепление груза на подвижном составе должны обеспечивать сохранность груза и автомобиля при погрузке, разгрузке и в пути следования. Запрещается крепить гвоздями, скобами и другими средствами, повреждающими подвижной состав. Необходимые приспособления (стойки, щитовые ограждения и т.п.), а также средства утепления грузов предоставляются и устанавливаются грузоотправителем и снимаются грузополучателем. Брезент и веревки предоставляются АТП (оплата по тарифу).

Дополнительно оборудовать и оснащать автомобиль для перевозок определенного груза можно только по согласованию с АТП (оплата по тарифу).

Приспособления, принадлежащие грузоотправителю, сдаются АТП грузополучателю вместе с грузом или возвращаются за дополнительную плату грузоотправителю в соответствии с его указанием в ТТН.

При участии в погрузке водитель принимает груз с борта автомобиля, а при разгрузке подает на борт. После погрузки он обязан проверить укладку и надежность крепления груза.

Груз должен быть размещен и закреплен так, чтобы не подвергал опасности водителя и окружающих, не ограничивал водителю обзорность, не нарушал устойчивости транспортного средства, не закрывал световые и сигнальные приборы, а также номерные знаки и регистрационные номера.

Стороны, осуществляющие процесс перемещения грузов, обязаны соблюдать “Правила по охране труда на автомобильном транспорте” (ТЕМА 20 “Техника безопасности при погрузке, разгрузке и перевозке грузов”) ГОСТ 12.3.020-80 “Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования”, ГОСТ 12.3.009-76 “Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности”, а также правила и стандарты на перемещение отдельных видов грузов.

Запрещается находиться в кабине (если автомобиль не оборудован защитным козырьком), кузове, под стрелой и поднятым грузом при погрузке-разгрузке длинномерных и тяжеловесных грузов, контейнеров и т.д.

## 7. Составление актов, предъявление и рассмотрение претензий. Расчеты за перевозки

При возникновении обстоятельств, которые могут служить основанием для материальной ответственности, в товарно-транспортных документах делаются соответствующие записи, удостоверяемые подписью грузоотправителя (грузополучателя) и водителя. В случае разногласия сторон или при необходимости подробно описать обстоятельства составляются акты. Ни одна из сторон не имеет права отказаться от подписания актов. При несогласии с содержанием акта каждая сторона вправе изложить свое мнение. В случае отказа от составления акта или внесения записи в ТТН, а также при недостатке, порче или повреждении груза он составляется с учетом представителя незаинтересованной организации.

Претензии, возникающие в процессе перевозки, предъявляются к АТП, выдавшему груз, а в случае его утери - к АТП, принявшему груз к перевозке. Они могут быть предъявлены и должны быть рассмотрены в установленные сроки.

При частичном удовлетворении или отклонении претензии АТП обязано указать в уведомлении мотивы принятого решения и возратить заявителю приложенные к ней документы, при полном удовлетворении - документы не возвращаются.

Иски грузоотправителей и грузополучателей к АТП могут быть предъявлены только в случаях полного или частичного отказа АТП удовлетворить претензию либо при отсутствии ответа в течение установленных сроков в соответствии с установленной подведомственностью или подсудностью в арбитраж или в суд по месту нахождения АТП.

Форма расчетов АТП за выполненную работу по перемещению грузов с грузоотправителями (грузополучателями) оговаривается в годовом договоре на перевозку грузов. При ее выборе (плановые платежи, платежные поручения, сводные платежные требования, чеки и наличные деньги) следует исходить из необходимости своевременности платежей и исключения необоснованной дебиторско-кредиторской задолженности. Окончательный расчет за перевозку грузов производится с грузоотправителем (грузополучателем) на основании счетов АТП или организации с приложением к ним товарно-транспортных документов. Если АТП в течение трех дней не приступило к выполнению разового заказа, то полученная провозная плата должна быть немедленно возвращена клиенту. Для окончательного расчета клиенту в пятидневный срок

выписывается счет с приложением перевозочных документов. В случае утраты, недостачи, порчи или повреждения груза АТП возмещает клиенту ущерб и возвращает провозную плату, полученную за перевозку утраченного, недостающего, испорченного или поврежденного груза, если она не входит в цену груза. Возврат производится на основании счета грузоотправителя после установления вины АТП.

## **ТЕМА 9: ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ**

1. Контейнерные перевозки
2. Транспортирование грузов пакетами
3. Перевозка строительных грузов
4. Перевозка торговых грузов
5. Перевозка почтовых грузов
6. Перевозка грузов промышленных предприятий

### **1. Контейнерные перевозки**

Контейнерная транспортная система (КТС) - это организационно-технический комплекс, действующий на единой основе планирования и учета, согласованных технологических и унифицированных коммерческо-правовых норм перевозок, применение стандартных контейнеров, соответствующих им технических средств и обеспечивающих эффективную доставку грузов одним или несколькими видами транспорта от мест производства до мест потребления во внутренних и международных сообщениях.

Для функционирования КТС на автомобильном транспорте применяются: грузовые контейнеры, съемные кузова-контейнеры, автомобили-контейнеровозы, автомобили - контейнеровозы - самопогрузчики, прицепы-контейнеровозы, полуприцепы-контейнеровозы, платформенные полуприцепы-контейнеровозы, низкорамные полуприцепы-контейнеровозы, автопоезда-контейнеровозы, контейнерные краны, козловые контейнерные краны, погрузчики, фронтальные и боковые контейнерные погрузчики, контейнерные захваты, спредеры, контейнерные автозахваты, стропы и домкраты.

Съемный кузов-контейнер является унифицированной единицей транспортного оборудования многоразового применения; предназначен для перевозки и временного хранения грузов и приспособлен для механизированной установки (снятия) на автомобильный подвижной состав.

Автомобиль-контейнеровоз, прицеп-контейнеровоз, полуприцеп-контейнеровоз представляют собой грузовые автомобильные транспортные средства, оборудованные контейнерами, фиксирующими устройствами; предназначены для перевозки грузовых контейнеров.

Автомобиль - контейнеровоз - самопогрузчик и полуприцеп контейнеровоз-самопогрузчик - это контейнеровоз, оборудованный подъемным устройством для погрузки (выгрузки) грузовых контейнеров и (или) съемных кузовов.

Платформенный полуприцеп-контейнеровоз - полуприцеп-контейнеровоз с настилом, оборудованный убирающимися контейнерными фиксирующими устройствами; предназначен для перевозки грузовых контейнеров.

Спрендером называется автоматический или полуавтоматический захват для контейнеров с угловыми фитингами; контейнерным автозахватом - автоматический или полуавтоматический захват для контейнеров, оборудованных рымами и другими устройствами, исключая угловые фитинги.

Контейнерный домкрат предназначен для подъема или опускания крупнотоннажных контейнеров за угловые фитинги. Основными операциями при перевозке грузов в контейнерах являются загрузка, разгрузка, погрузка, выгрузка, перевозка, штабелирование, завоз, вывоз грузовых контейнеров и их перевозка между контейнерными пунктами.

Загрузка - это операция заполнения контейнера грузом, разгрузка-освобождение от груза, погрузка- установка контейнера на транспортное средство, выгрузка - снятие с транспортного средства. Под перегрузкой понимается перемещение контейнера с одного транспортного средства на другое, под штабелирование - установка одного контейнера на другой.

Завоз контейнера - это доставка его от места загрузки или разгрузки к контейнерному пункту, вывоз - от контейнерного пункта к месту загрузки или разгрузки. Под контейнерным пунктом понимается пункт, оснащенный комплексом технических средств и предназначенный для выполнения погрузочно-разгрузочных, складских и коммерческих операций с контейнерами, а также работ, связанных с их техническим обслуживанием.

Перевозка контейнеров между контейнерными пунктами отправления и назначения может быть прямой (одним видом транспорта) и смешанной (несколькими видами транспорта).

Использование контейнеров дает возможность: сократить простой подвижного состава; осуществить комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ на этих этапах транспортного процесса; резко сократить затраты на тару и упаковку грузов за счет применения облегченной цеховой упаковки и перевозки без упаковки; повысить сохранность грузов; снизить затраты на перегрузку за счет более эффективного использования механизмов и укрупнения партий грузов; использовать более дешевый открытый подвижной состав и контейнеры для кратковременного хранения грузов; расширить перевозки в смешанном сообщении.

Однако с применением контейнеров значительно увеличиваются единовременные затраты на их приобретение и содержание, снижается использование грузоподъемности и вместимости подвижного состава за счет массы и объема стенок контейнеров в пунктах их загрузки, возрастает время доставки груза на автомобильном транспорте в случае перевозки на нем с перегрузкой.

Контейнеры переводятся автомобильным транспортном по следующей схеме: по отправлению груза - вывоз порожнего или груженого (отправитель

является получателем) контейнера грузоотправителю под загрузку, завоз грузевого контейнера от грузоотправителя на контейнерный пункт автомобильной и железнодорожной станций, порта, пристани; по прибытии груза - вывоз с контейнерного пункта станций, порта, пристани грузевого контейнера под разгрузку. После разгрузки порожний контейнер загружается на месте (грузополучатель является отправителем) или доставления ближайшему грузоотправителю под загрузку, или завозится на контейнерный пункт. Завоз-вывоз осуществляется таким образом, чтобы пробеги без груза и простои подвижного состава под погрузкой-разгрузкой были минимальными.

Контейнеры можно разгружать (загружать) без съема и со съемом их с автомобиля. В первом случае простои подвижного состава при загрузке-разгрузке не уменьшаются, но сокращается время нахождения контейнеров у клиента. Основная причина - отсутствие у клиента средств механизации. Во втором случае у клиента организуется обменный контейнерный пункт с обменным контейнерным парком. При этом загрузка груза может выполняться непосредственно в цехах с доставкой туда контейнеров с обменного пункта внутривозовым транспортом и механизмами.

Обменный их фонд устанавливается в зависимости от ритма поступления контейнеров и времени, необходимого для их обработки (выгрузки, погрузки, пломбирования, оформления документов).

После завоза контейнеров на станции, порты, пристани производится их подсортировка, накопление по направлениям и последующая отправка. Эта работа выполняется на контейнерных пунктах, оборудованных соответствующими погрузочно-разгрузочными механизмами (козловыми кранами, автопогрузчиками и др.). При прямых автомобильных перевозках контейнеров могут формироваться поездные отправки на обменных контейнерных пунктах клиентов.

Необходимое число контейнеров для освоения грузопотока определяется по формуле

$$n_k = \frac{(Q_k \cdot t_{0k})}{(q_k \cdot r_k)}$$

где  $Q_k$  - грузопоток в одном направлении в единицу времени, т;

$t_{0k}$  - время оборота контейнера в единицу времени;

$q_k$  - грузоподъемность контейнера, т;

$r_k$  - коэффициент использования грузоподъемности контейнера.

С учетом коэффициента технического использования контейнеров  $k_{Tu}$  их списочное число

$$n_{kc} = \frac{n_k}{k_{Tu}}$$

Время оборота контейнера

$$t_{ok} = \sum_{i=1}^M \left( \frac{l_i}{V_{\varepsilon i}} + t_i \right) + \tau$$

где  $l_i$  - расстояние перевозки контейнера на каждом из видов транспорта за цикл, км;

$V_{эi}$  - эксплуатационная скорость перевозки на каждом виде транспорта, км/ч;

$t_i$  - время складского хранения контейнера в пунктах погрузки, разгрузки, перевалки, ч;

$\tau$  - время загрузки груза в контейнер и выгрузки из него, ч.

При прямых автомобильных перевозках без перегрузок необходимое число контейнеров определяется бесперебойной работой подвижного состава, т.е. ритм их подачи  $R_k$  на транспорт должен быть равен интервалу его движения  $J_a$ :

$$R_k = J_a;$$

$$J_a = \frac{t_0}{A_M};$$

$$R_k = \frac{(t_{ok} \cdot n_a)}{n_k}$$

где  $A_M$  - число автомобилей, работающих на маршруте;

$n_a$  - число контейнеров, одновременно устанавливаемых на единицу подвижного состава.

Тогда:

$$\frac{t_0}{A_M} = \frac{(t_0 \cdot n_a)}{n_k};$$

$$n_k = \frac{(A_M \cdot n_a \cdot t_{ok})}{t_0}.$$

Если выразить время оборота контейнера  $t_{ok}$  через время оборота автомобиля  $t_0$  и время обработки контейнеров в пунктах погрузки-выгрузки на маршруте, то необходимое их число (в каждом пункте должно быть не менее  $n_a$ ) составит без учета случайности процесса

$$n_k = A_M n_a + \sum_{j=1}^n n_{kj};$$

$$n_{kj} = \max \left( \text{int} \left( \frac{A_M \cdot n_a \cdot t_{n-pj}}{t_0} \right) + \text{sign} \left\{ \frac{A_M \cdot n_a \cdot t_{n-pj}}{t_0} \right\}; n_a \right),$$

где  $n_{kj}$  - число контейнеров, находящихся в  $j$ -м пункте погрузки (выгрузки);  
 $n$  - общее число пунктов погрузки (выгрузки) на маршруте;

$t_{nej}$  - время простоя контейнера под загрузкой, разгрузкой или погрузкой-выгрузкой в  $j$ -м пункте маршрута, ч;

Перевозятся контейнеры специализированным (контейнеровозы) и универсальным подвижным составом. Преимуществами контейнеровозов по сравнению с универсальным подвижным составом являются: удобство погрузки-выгрузки, загрузки-разгрузки, высокая контейнероёмкость;

недостаток - при междугородных перевозках в случае отсутствия контейнеров исключается возможность загрузки другими грузами.

Автомобильные контейнеровозы применяются при перевозках крупнотоннажных контейнеров (в обязательном порядке из-за необходимости крепления за угловые фитинги), а также средне- и малотоннажных контейнеров в городском и пригородных сообщениях. В междугородном сообщении при перевозке средне- и малотоннажных контейнеров применяются автопоезда-контейнеровозы, если обеспечивается их загрузка по всей длине маршрута; при нерегулярных перевозках крупнотоннажных контейнеров рекомендуется использовать платформенные полуприцепы-контейнеровозы.

При перевозке контейнеров необходимо соблюдать ряд специфических требований безопасности труда:

- запрещается находиться на контейнере, внутри него и на рядом расположенных контейнерах во время их подъема, опускания и перемещения; провозить людей в кузове автомобиля, где установлены контейнеры, и в самих контейнерах; поднимать груженный контейнер за два рымных узла;
- застропку груженных мало- и среднетонажных контейнеров следует производить за все четыре рымных узла, а порожних по диагонали.

Прогрессивными формами и методами контейнерных перевозок являются: организация обменных контейнерных пунктов у клиентуры; применение специализированного подвижного состава, обеспечивающего высокую безопасность и коэффициент использования грузоподъемности, меньший коэффициент снаряженной массы подвижного состава, удобство погрузочно-разгрузочных работ; применение подвижного состава с погрузочно-разгрузочными механизмами и устройствами, что особенно важно при организации обменных контейнерных пунктов у клиентуры, не имеющей этих механизмов при перевозке крупнотоннажных контейнеров; формирование на обменных пунктах возможно больших партий контейнеров, что позволяет применять подвижной состав большей грузоподъемности, а при прямых автомобильных перевозках - сокращать число подсортировок и тем самым уменьшать время оборота контейнера и сроки доставки грузов; оперативное планирование завоза-вывоза контейнеров от клиентуры с применением ЭВМ, что позволяет сократить порожние пробеги и использовать автомобили большей грузоподъемности; учет работы контейнерного парка с помощью ЭВМ, что ускоряет оборачиваемость контейнеров; применение контейнеров повышенных объемов с малыми значениями коэффициента тары.

## 2. Транспортирование грузов пакетами

Транспортный пакет укрупненная грузовая единица, сформированная из штучных грузов в таре или без нее с применением различных способов и средств пакетирования, сохраняющая целостность в процессе обращения и обеспечивающая комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и складских операций. Пакетирование - это формирование транспортного пакета.

Транспортирование грузов пакетами должно сокращать общие затраты по доставке грузов от мест производства до потребления и обеспечивать комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных и складских работ у отправителей, получателей и транспортных организаций. Пакетируются, как правило, грузы, упакованные в транспортную и потребительскую тару, а также штучные грузы без упаковки, которые по своим физико-механическим свойствам могут быть в них сформированы. Способ и средства пакетирования выбирают на основании сравнительных технико-экономических расчетов.

Параметры пакетов зависят от характеристик грузов и средств пакетирования с учетом внутренних размеров кузовов транспортных средств, их дверных проемов и загрузочных люков, параметров подъемно-транспортного оборудования и условий хранения на складах. При перевозке в закрытых кузовах и универсальных контейнерах масса пакета не должна превышать 1,0 т.

В зависимости от рода груза, вида тары, условий транспортирования и хранения применяются одноразовые или многооборотные средства пакетирования. Одноразовые могут использоваться повторно для местных перевозок и хранения пакетов грузов, а многооборотные - принадлежат грузоотправителям, грузополучателям или транспортным организациям. Обращение многооборотных средств пакетирования производится на основе срочного возврата или равночисленного обмена.

Средства пакетирования предусматривают возможность застропки пакета, как механизированным способом, так и вручную. Они не должны иметь выступающих деталей, которыми могут повредить транспортные средства или установленные рядом пакеты.

Основным видом средств пакетирования являются поддоны. Это транспортное оборудование для механизированного перемещения, погрузки, разгрузки и складирования штучных грузов различными видами транспорта. Поддоны могут быть плоские, ящичные и стоечные. На плоских поддонах грузы выкладывают в несколько рядов по высоте (формирование пакета) без перевязки, с перевязкой и с наклоном. В первом случае во всех рядах соблюдается однотипное расположение отдельных мест груза в ряду, во втором - отдельные места смещают (разворачивают) относительно друг друга в горизонтальных или вертикальных рядах.

При формировании пакетов предпочтительно, чтобы груз был в однотипной по размеру и виду унифицированной таре (табл.1).

Сформированные пакеты на плоских поддонах должны сохранять целостность при воздействии инерционных нагрузок с ускорением 3g и обеспечивать штабелирование не менее чем в четыре яруса (ГОСТ 26663-85). Для скрепления используют проволоку, ленту, пленку полимерную, клей, металлические пояса (стяжки) и кассеты. Вертикальных обвязок должно быть не менее двух. Размер поперечного сечения обвязки зависит от массы пакета, материала обвязки и вида сечения. Лента соединяется пряжкой, зажимом, фигурной высечкой, сваркой, а проволока - закруткой.

Параметры пакетов грузов

Таблица 1

Габаритный размер, мм	Масса	Применение
-----------------------	-------	------------

дли на	ши рина	вы сота	брутто, т, не более	
620	420	95	1,0	На всех видах транспорта для внутризаводских и межзаводских перевозок
840	620	0	1,0	
		11		
		50		На всех видах транспорта для внутренних и внешнеторговых перевозок
124	840		1,25	
0	104		1,25	
		13		Преимущественно для водного транспорта, для морского транспорта
124	0		3,2	
0		50	3,2	
		13		
168	0			
0	124			
		17		
168	0			
0		00		
		17		
		00		

Полимерная пленка должна полностью закрывать груз и поддон по периметру верхнего настила. Толщина зависит от массы пакета (0,1-0,3 мм). Под обвязку на углах груза устанавливаются шины из металла, древесины, картона и полимеров: для проволоки - ширина 30 мм; для ленты - трехкратная ширина ленты; длина сторон не менее 50 мм. Толщина полок определяется материалом шины.

При формировании пакетов допускается устанавливать по верхнему ряду груза, а при необходимости и между рядами вспомогательные приспособления (рамки, прокладки, лотки и т.д.).

Горизонтальные обвязки не устанавливают при скреплении рядов груза клеем, металлическими и синтетическими поясами, стяжками, кассетами, а также вспомогательными приспособлениями или тарой с фиксированным дном.

Не допускается крепления груза к поддону гвоздями, скобами и другими средствами, которые могут повредить груз или поддон.

Ящичные поддоны используются для тарно-упаковочных и штучных грузов без упаковки или в первичной упаковке, требующей защиты от воздействия внешней среды. Грузенный ящичный поддон с крышкой должен быть опломбирован грузоотправителем.

Стоечные поддоны применяются для грузов неправильной формы, сложной конфигурации и подверженных сминанию (деформации) в облегченной таре или первичной упаковке.

Перевозка длинномерных грузов в пакетах регулируется ГОСТ 23238-78. К длинномерным относятся грузы, длина которых больше наибольшего размера стандартного плоского поддона с размерами в плане 1200x1600 мм с учетом свеса на сторону 40 мм. Перевозятся в пакетах и блок-пакетах.

Блок-пакет - укрупненная грузовая единица, состоящая из пакетов длинномерных грузов, скрепленных обвязочными средствами. В зависимости от

видов средств пакетирования устанавливаются следующие типы пакетов и блок-пакетов длинномерных грузов: пакеты и блок-пакеты, сформированные с применением поддонов (П), кассет (К), производственной тары (Т); пакеты и блок-пакеты, сформированные с применением строп (С), обвязок (О), стяжек (Р).

Размеры поперечного сечения пакетов и блок-пакетов прямоугольной формы должны соответствовать установленным стандартам. Размеры пакетов и блок-пакетов неделимых грузов могут иметь отклонения от установленных.

Условное обозначение пакетов длинномерных грузов:

1 ПК-600-44-30-1,25 ГОСТ 23238-78 - это блок-пакет типа 1, сформированный кассетами длиной 600 см, шириной 44, высотой 30 см, масса брутто 1,25 т;

1 БПК-600 - 2x44 - 2x30 - 5,0 ГОСТ 23238-78. То же для блок-пакета типа 1, сформированного кассетами массой брутто 5 т при числе пакетов - два по ширине и два по высоте.

Максимальные размеры пакетов и блок-пакетов, загружаемых в транспортные средства, не должны превышать по ширине 2300 и по высоте 2400 мм для крупнотоннажных контейнеров соответственно 2200 и 2000 мм. Номинальная масса брутто пакетов не более 5,0 т, а блок-пакетов - не более 10,0 т (превышение допускается по согласованию между грузоотправителем, грузополучателем и транспортной организацией).

Пакетирование может осуществляться механизированным (полуавтоматическим, автоматическим) и ручным способом. Пакеты, сформированные из ценных грузов - тарно-упаковочных, штучных промышленных грузов без упаковки, цветных металлов, должны иметь отправительские контрольные знаки и пломбы. Способы и средства пакетирования продукции излагаются в стандартах и технических условиях.

Необходимое число поддонов для заданного объема перевозок определяется аналогично числу контейнеров.

Пакеты грузов перевозятся на транспортных средствах, обеспечивающих возможность загрузки и выгрузки механизированным способом. Приспособления для крепления должны предотвращать смещение и повреждение пакетов. Для крепления пакетов в транспортных средствах применяются приспособления одноразового пользования или многооборотные. Пакеты устанавливаются в кузове в один или несколько ярусов. Перегрузка выполняется оборудованием общего назначения, при малых грузооборотах - подъемно-транспортным оборудованием, установленным на транспортных средствах.

Перевозка грузов в пакетах на поддонах и без них позволяет повысить производительность труда на перегрузочных работах, снизить простои подвижного состава и ремонт поддонов ниже аналогичных затрат на контейнеры, однако возникают дополнительные расходы на пакетирование грузов и приобретение пакетирующих устройств.

### 3. Перевозка строительных грузов

К строительным относятся следующие группы грузов: навалочные и сыпучие (грунт, песок, гравий, щебень и т.п.) - в основном перевозка

осуществляется самосвальным подвижным составом; сыпучие, жидкие и полужидкие, вязкие (жидкий битум, цемент, гипс, цементный раствор, жидкий бетон и т.п.) - перевозка автомобилями со специализированными кузовами-цистернами или специализированными контейнерами-цистернами, а также мягкими контейнерами; штучные (тарные и бестарные) грузы различной массы и размеров (кирпич, материалы в бочках, мешках, ящиках, сантехнические и столярные изделия и т.п.) - перевозка универсальным подвижным составом; длинномерные грузы, железобетонные изделия и металлические конструкции (панели, балки, фермы, плиты, сваи, колонны, блок-комнаты и т.п.) - перевозка соответствующим подвижным составом.

На способ перевозки данных грузов влияют их параметры, технология и организация строительного-монтажных работ.

Строительные грузы относятся к массовым грузам и имеют следующие особенности: преимущественно одностороннее направление грузопотоков; разнообразие структуры грузопотоков по виду грузов и способу их транспортирования; изменяемость структуры и мощности грузопотоков по периодам производства строительных работ.

В силу вышеуказанных особенностей перевозка грузов к объектам производства строительного-монтажных работ выполняется в основном автомобилями. Однако в междугородном сообщении может использоваться железнодорожный или водный транспорт.

Сыпучие навалочные грузы перевозят на короткие расстояния автомобилями-самосвалами и автомобильными поездами.

Автомобили-самосвалы используются на земляных работах чаще всего с одноковшовыми экскаваторами, оборудованными лопатой (прямой или обратной) или драглайном.

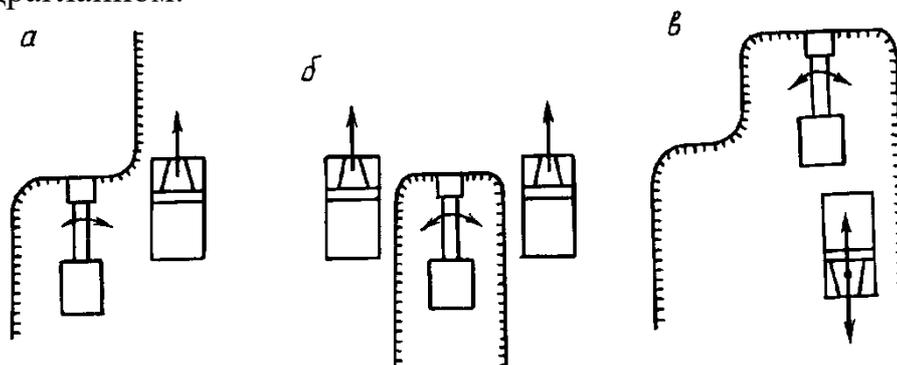


Рис. 1 Схемы работы автомобилей с экскаватором: а – боковой забой; б – траншейный забой; в – лобовой забой

В первом случае возможны три основные схемы работы (рис. 1):

- боковой забой (наиболее распространенная схема) - нет необходимости в дополнительном маневрировании автомобиля и движении задним ходом (малые углы поворота стрелы экскаватора способствует снижению времени простоя автомобилей под погрузкой и росту производительности техники);

- траншейный забой - автомобильная дорога располагается выше уровня площадки экскаватора, что создает благоприятные условия для движения;

- лобовой забой - автомобиль под погрузку подается задним ходом в момент отъезда предыдущего, что повышает производительность экскаватора.

При работе экскаватора, оборудованного драглайном, применяются боковой и траншейный забои.

Производительность автомобиля-самосвала в связи с малыми значениями длины ездки с грузом  $l_{ez}$  во многом зависит от времени его нахождения под погрузкой:

$$t_n = t'_n + t_{yn} + t_{on}$$

где  $t'_n$  - время непосредственно погрузки;

$t_{yn}$  - время на установку автомобиля под погрузку, ч;

$t_{on}$  - время ожидания у экскаватора, ч.

Время погрузки

$$t'_n = \frac{t_u \cdot q_{\phi}}{q_{\text{эф}}} = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot t_u}{V_{\text{э}} \cdot \rho_z \cdot k_3}$$

где  $t_u$  - время цикла экскаватора, ч;

$q_{\phi}$  и  $q_{\text{эф}}$  - соответственно фактическая загрузка автомобиля и ковша экскаватора для данного груза, т;

$V_{\text{э}}$  - вместимость ковша, м<sup>3</sup>;

$\rho_z$  - плотность груза, т/м<sup>3</sup>;

$k_3$  - коэффициент заполнения ковша грузом (зависит от вида и состояния грунта и равен: для песчаного 0,85-0,95; для глинистого - 0,80-0,90 и для взорванного скалистого - 0,60).

$$\frac{q_{\phi}}{q_{\text{эф}}}$$

Для уменьшения  $t'_n$  желательно, чтобы  $\frac{q_{\phi}}{q_{\text{эф}}}$  было как можно меньшим и целым. Если исходить из допустимых ударных нагрузок, имеющих место при погрузке груза в кузов автомобиля, это отношение должно быть: для мягких грузов - не менее 3; для средних 4 и для скальных - 5.

На производительность автомобиля-самосвала также оказывает большое влияние время простоя под разгрузкой  $t_p$ . С целью его снижения проводят мероприятия, облегчающие отделение груза от кузова, - обмазку кузовов, подогрев их отработавшими газами и т.п.

Для согласованной работы должно быть обеспечено равенство ритма работы экскаватора  $R_{\text{э}}$  и интервала движения автомобилей  $J_a$ , т.е.

$$J_a = R_{\text{э}} \quad (1)$$

В свою очередь  $R_{\text{э}} = t'_n + t_{yn}$ , а

$$J_a = \frac{\frac{l_0}{V_T} + t_n + t_p}{A},$$

где А - число автомобилей, работающих с экскаватором.

После подстановок в уравнение (1) формул для  $J_a$  и  $R_э$  и преобразований получаем

$$A = 1 + \frac{V_э \cdot \rho \cdot k_з (l_0 + V_T \cdot (t_p + t_{on}))}{V_T \cdot (q \cdot \gamma_c \cdot t_u + V_э \cdot \rho \cdot k_з \cdot t_{yn})} \quad (2)$$

Цемент перевозят в транспортной таре (мешках), специализированных контейнерах и автомобилях-цементовозах. Наиболее перспективна перевозка цемента на большие расстояния в мягких контейнерах, что позволяет использовать обратный пробег автомобилей.

Бетонную смесь (жидкий бетон) перевозят автомобилями-самосвалами или в специальных контейнерах, на большие расстояния - автомобилями-бетоновозами с кузовом в виде барабана-мешалки. Время доставки крайне ограничено (бетонная смесь расслаивается и застывает, а зимой подмерзает), во избежание потерь в пути кузов должен иметь высокую герметичность. Для перевозок в условиях отрицательных температур кузов (контейнеры) оборудуются термоизоляцией, обогрев осуществляется отработавшими газами. Для ускорения разгрузки применяются вибраторы.

Строительные растворы - цементный, известковый и другие перевозятся на автомобилях-самосвалах с герметизированным кузовом, а также в специальных цистернах с термоизоляцией и обогревом отработавшими газами в зимнее время.

Перевозка кирпича осуществляется в пакетах (на поддонах по ГОСТ 18343-40 и без них), реже в специальных контейнерах. При пакетных перевозках применяют укладку кирпича в "елочку" (полнотелого) и с перекрестной перевязкой (пустотелого). Перегрузка красного кирпича в пакетах без поддонов производится вилочным штыревым подхватом или фрикционным захватом. Для того чтобы пакеты не расформировались, в кузове устанавливают продольные брусья и торцовые щиты. При перевозке силикатного кирпича на поддонах его "пирамиду" укрепляют гибкими ограждениями - лентой, грузят клещевыми захватами, а разгружают ими или трехстеночными разгрузочными футлярами; при перевозке без поддонов "пирамиду" грузят клещевыми захватами, зажимающими ее с четырех сторон. Под половину основания "пирамиды" укладывают стальной лист и обжимают ее раздвижными и съемными торцовыми щитами, находящимися в кузове. При разгрузке снимают торцовые щиты, раздвигают ограждения, половину пакета, расположенного на подвижном стальном листе, отодвигают гидравлическим или речным домкратом и с помощью клещевого зажимного устройства поочередно снимают с кузова.

Прогрессивными формами организаций перевозок строительных грузов являются: монтаж зданий с колес, т.е. использование перевезенных конструкций и деталей без складирования; челночная работа тягачей с оборотными полуприцепами, сменные почасовые графики доставки и монтажа сборных элементов, использование нескольких башенных кранов, временное закрепление деталей, одновременный монтаж двух и более однотипных пролетов или корпусов; широкое применение поддонов и других средств пакетирования, контейнеров сменных кузовов и специализированного подвижного состава; организация комплексных бригад, включающих водителей подвижного состава и

машинистов экскаваторов при вывозке грунта (песка, гравия и других материалов) из котлованов, карьеров и отвалов, что повышает производительность техники, упрощает учет (нет необходимости в ежедневном планировании работы по тоннам и ездким и ее учете, так как объем выполненной работы определяется замером), сокращает штат учетчиков, уменьшает возможность приписок.

#### 4. Перевозка торговых, почтовых и грузов промышленных предприятий

К торговым грузам относятся промышленные и продовольственные товары, перевозимые от поставщиков на базовые склады, в розничную сеть и систему общественного питания. В соответствии со спецификой груза подвижной состав должен обеспечивать: сохранность (закрытие кузова с вентиляцией, охлаждением, обогревом и т.д.); увеличенные объемы кузова (плотность большинства торговых грузов 0.15-0.3 т/м<sup>3</sup>); возможность механизированной погрузки и выгрузки (работы выполняются в основном вручную или средствами малой механизации); перевозки грузов "под пломбой", а в случае необходимости - отдельными секциями.

Существуют три основные схемы перевозки торговых грузов: изготовление продукции - склад оптовой торговли - базовый склад торговой организации - торговая точка (магазин); изготовитель продукции - базовый склад торговой организации - торговая точка (магазин); изготовитель продукции - торговая точка (магазин). Выбирая тип подвижного состава и его грузоподъемность, следует учитывать свойства и характер товаров, размер отправок, время года и температуру окружающей среды, срочность доставки грузов в торговую сеть.

Хлебобулочные изделия перевозят в лотках или таре-оборудовании. Лотки грузят и выгружают вручную. Иногда применяется отцепка прицепов у магазина. Хлеб должен поступать в магазин не ранее 1 ч и не позднее 14 ч после выпечки (мелкие булочные изделия до 6 ч), что диктует условия при составлении графиков его завоза.

Муку перевозят в мешках и специализированных автомобилях-цистернах. Недостатки перевозок в мешках - ручной труд, потери (до 300 г на мешок), снижение качества муки, высокая стоимость тары.

Скоропортящиеся продукты транспортируют в закрытых кузовах - изотермических фургонках и холодильниках с временными и постоянными источниками холода.

Для перевозки овощей, фруктов, молока, молочных и других продуктов при низких отрицательных температурах требуется обогрев кузова.

Промышленные торговые грузы перевозят в пакетах, контейнерах, фургонках и специализированных кузовах; мебель (собранный) в кузовах-фургонках с приспособлениями (ремни, прокладки) для крепления и предохранения от повреждений.

Для удобства погрузки имеются роликовые полы, опускающиеся лестницы, подножки, грузоподъемные борты и т.п. При перевозках в контейнерах, пакетах, таре-оборудовании применяются автомобили-самопогрузчики (разгрузчики), оборудованные кранами или грузоподъемными бортами.

Перспективные формы перевозок торговых грузов: широкое применение специализированного подвижного состава, обеспечивающего повышение сохранности грузов и коэффициента использования грузоподъемности; внедрение перевозок в таре-оборудовании, специализированных и универсальных контейнерах, а также в транспортных пакетах; применение подвижного состава со средствами выполнения погрузочно-разгрузочных работ (краны, грузоподъемные борты и т.п.); совершенствование структуры парка автомобилей по грузоподъемности; оперативное планирование и разработка развозочно-сборных маршрутов с применением ЭВМ; совершенствование системы обслуживания торговли, и в особенности общепита, за счет улучшения использования автомобилей во времени (диспетчеризация перевозок грузов на условиях почасовой оплаты, работа автомобилей на условиях грузовых такси); сокращение повторности перевозок грузов; повышение коэффициента использования пробега за счет взаимоувязки порожних и груженых ездов (товар, тара).

## 5. Перевозка почтовых грузов

К почтовым перевозкам относятся транспортирование писем, газет, журналов и посылок. Почтовые потоки подразделяются на три вида:

- письменная корреспонденция;
- периодическая печать (газеты, журналы);
- тяжелая почта (посылки).

К особенностям почтовых перевозок относятся: постоянные направления и относительно стабильная структура грузопотоков, резкое возрастание их в предпраздничные дни; необходимость обеспечения высокой сохранности грузов; разнообразие дорожных условий; срочность перевозки независимо от размеров отправок; сложность в обеспечении полной механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Почту перевозят автомобильным транспортом в городах, в пригородном и междугородном сообщениях. В основе перевозки лежит принцип узловой связи: отдельные предприятия (почтовые отделения), являющиеся пунктами отправления и назначения грузов, объединены по административному признаку.

Почтовые перевозки обеспечивают: доставку корреспонденции, вынутой из почтовых ящиков, в отделения связи; развозку посылок, доставку газет и журналов в торговую сеть (киоски, магазины "Союзпечать"); транспортирование корреспонденции между предприятиями связи и крупными государственными учреждениями и организациями, железнодорожными станциями, аэропортами и пристанями, а также вне городов - между отдельными предприятиями связи, между последними и железнодорожными станциями, аэропортами и пристанями. Движение подвижного состава по маршрутам устанавливается постоянными графиками (расписанием) через интервалы времени, зависящие от местных экономических, географических, климатических и дорожных условий. В процессе перевозки организуются развозочно-сборные маршруты.

В городском сообщении используются в зависимости от размера корреспонденций автомобили особо малой, малой и средней грузоподъемности. Их работа оплачивается по повременному тарифу.

В междугородном сообщении движение подвижного состава организуется по одной из схем: сквозной, встречной или эстафетной. Для обеспечения надежной сохранности грузов используется кузов типа фургон различной грузоподъемности. Поскольку особенностями перевозки почты является срочность ее выполнения независимо от числа отправок и массы партий груза, то работа автомобилей при междугородных перевозках определяется общим пробегом.

Соблюдение графиков перевозок оценивается коэффициентами устойчивости  $k_{уст}$  и регулярности  $k_{рег}$  движения:

$$k_{уст} = \frac{Z_{\phi}}{Z_p},$$

$Z_{\phi}$  - число выполненных рейсов (ездов);

$Z_p$  - число рейсов по расписанию;

$$k_{рег} = \frac{T_{расп}}{T_m}$$

где  $T_{расп}$  и  $T_m$  - соответственно время нахождения на маршруте по расписанию и фактическое, ч.

Потребное число парка подвижного состава рассчитывается отдельно по каждому типу и модели по маршрутам с учетом его длины, частоты движения и среднесуточного пробега одного автомобиля.

Перевозка почтовых грузов производится АТП Министерства связи, а в отдельных случаях - автомобильным транспортом общего пользования и ведомственным.

## 6. Перевозка грузов промышленных предприятий

Грузы промышленных предприятий - это готовая продукция, сырье, полуфабрикаты, комплекты изделий, поставляемые предприятиями-смежниками, топливо, запасные части, оборудование и различные вспомогательные материалы, обеспечивающие процесс производства.

Объем и структура грузопотоков зависят от мощности предприятия, характера выпускаемой продукции и технологии производства. На промышленных предприятиях различают три вида грузопотоков - внутрицеховые, внутризаводские и внешние.

Для перевозки грузов между данным предприятием и предприятиями-смежниками, складами сырья и топлива, а также для доставки готовой продукции на другие виды транспорта, потребителям и в снабженческо-сбытовые организации и (базы) используются магистральный транспорт. Объем перевозок сроки выполнения определяются планами снабжения предприятия и сбыта

продукции. Внутри производственные перевозки выполняются в основном собственным подвижным составом предприятий, а магистральные - подвижным составом транспорта общего пользования. Транспорт предприятий объединен, как правило, в транспортный цех, диспетчерская служба которого занимается оперативным планированием и организацией внутрипроизводственных и магистральных перевозок.

Особенностью перевозки промышленных грузов являются большая их номенклатура, различные свойства, в том числе ядовитые, отравляющие, радиоактивные, огнеопасные, негабаритные и т.п.

Массовые перевозки леса осуществляют при вывозе его с лесозаготовительных пунктов. Место погрузки называется верхним складом, разгрузки - нижним. Лес доставляется автомобильным транспортом с верхних складов до железных дорог, пристаней портов, а также к потребителям (лесопильным, деревообрабатывающим пунктам).

Перевозимый лес подготавливают на коротье (до 3 м) и длинномер (3-27 м), который представляет собой деревья с кронами, хлыст (ствол дерева, очищенный от сучьев) и бревна. Особенности перевозок являются: некоторая сезонность; большой удельный вес в перевозках длинномера; большая масса автопоездов с грузом; тяжелые дорожные условия работы транспорта.

Лес и лесоматериалы перевозят автопоездами в составе автомобилей-лесовозов, оборудованных коником, с прицепами-ропусками общей грузоподъемностью до 23 т (прицепы грузоподъемностью до 15 т), в т.ч. и самосвальными; опилки - полуприцепами с повышенной вместимостью.

АТП принимают и сдают лес и пиломатериалы по массе и числу мест, если их более 40, а в остальных случаях - в пакетах.

Металл перевозят подвижным составом, тип которого определяется сортаментом груза. Например, для транспортирования длинномерного металла применяется специализированный саморазгружающийся и не саморазгружающийся подвижной состав. Саморазгрузка может быть с внешним приводом и гравитационная.

По габаритным размерам и профилям, определяющим условия перевозок, металл можно разделить на пять групп (сортаментов):

- 1) малогабаритный (метизы, ферросплавы, кровельная жечь и т.п.);
- 2) прокат различных профилей длиной до 6 м;
- 3) длинномерный прокат мелких профилей длиной 6-14 м;
- 4) длинномерный прокат средних и крупных профилей, включая трубы длиной 6-14 м;
- 5) длинномерный прокат средних и крупных профилей, включая трубы длиной 6-14 м.

Для перевозки труб используют два основных типа автомобильных поездов: трубовоз - автомобиль-тягач, оборудованный коником, и прицепом роспуском с дышлом; плетевоз - автомобиль-тягач, оборудованный коником и прицепом роспуском без дышла.

При погрузке длинномерных грузов более короткие необходимо укладывать в верхние ряды, а их расположение и длина дышла должны быть выбраны такими, чтобы нагрузка на коник автомобиля и прицепа соответствовала

расчетной. Комли леса грузят в сторону кабины и выравнивают. Нагрузка по массе на коники тягача и прицепа определяются в статике по формулам (рис. 1)

$$M_a = \frac{M \cdot (b_c - b)}{l}; \quad M_b = \frac{M \cdot (a_c - a)}{l},$$

где М - общая масса груза, т.

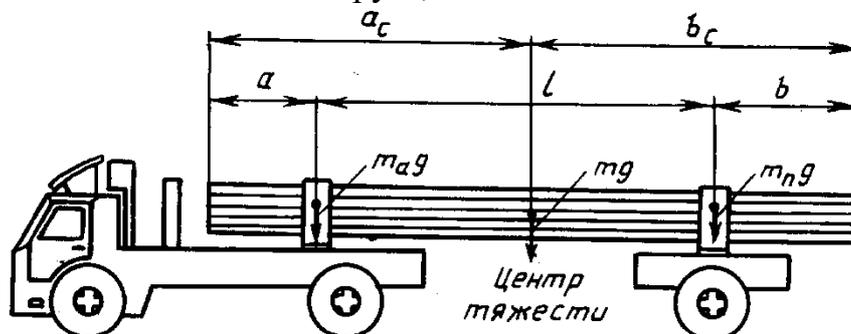


Рис. 1. Распределение нагрузки на коники автомобильного поезда с прицепом-ропуском

Прогрессивными способами при перевозке длинномерных грузов являются их пакетирование, использование автомобилей-самопогрузчиков (в некоторых случаях и самопогрузчиков). Вне общей сети дорог целесообразно применение внедорожных автомобилей-тягачей типа МАЗ-7410.

Тяжеловесные и крупногабаритные грузы массой до 300 т перевозят на серийно выпускаемых низкорамных прицепах-тяжеловесах. Прицеп (300 т) имеет 96 колес 240x508 мм, полуприцеп (120 т) - собственный силовой агрегат, переговорное устройство, кабину оператора и другое дополнительное оборудование. Коэффициент тары прицепов - 0,18-0,40, максимальная скорость движения - 8-60 км/ч. В настоящее время создан прицеп грузоподъемностью 600 т, имеющий 192 колеса.

Перевозка тяжеловесных и крупногабаритных грузов должна согласовываться с Госавтоинспекцией, дорожными и другими организациями. Грузоотправитель обязан предоставить при необходимости автомобиль прикрытия, бензозаправщик и другую технику.

Разработка месторождений полезных ископаемых предполагает широкое использование автомобильного транспорта: при строительстве и небольшом сроке эксплуатации карьеров; при разработке месторождений в гористой местности, где длина железнодорожного пути в четыре - пять раз превышает автомобильную дорогу; при перевозке на небольшие расстояния. На этапе строительства перевозятся в отвал вскрышные породы; в процессе наращивания мощности, кроме вскрышных пород, вывозится руда; в период нормальной эксплуатации перевозятся руда (автомобилями в сочетании с другими видами транспорта), а также вскрышные породы.

Характерными особенностями карьерных перевозок являются: массовость; непостоянство подъездных путей на местности в связи с продвижением забоев в карьерах; повышенные требования к прочности подвижного состава, вызываемые условиями перевозок, размерами отдельных кусков груза и т.д.; сложные условия движения на подъездных путях (узкие проезды, крутые повороты с радиусами кривизны 20-25 м, значительные уклоны до 8-10%, необходимость

частой передачи автомобилей под погрузку - разгрузку задним ходом и т.д.); тяжелые дорожные условия движения по трассе из-за больших уклонов; необходимость проведения в течении смены двух - трех перерывов продолжительностью по 20-30 мин (при работе экскаваторов по очистке и планировке забоя).

Применение автомобильного транспорта обеспечивает: высокую мобильность и маневренность техники; возможность организации движения с большей интенсивностью (400-500 авт/ч при двухполосном встречном движении); сокращение подъездных путей в два - три раза и уменьшение затрат на их устройство на 20-25%; повышение производительности экскаваторов на 20-25%.

Однако работа подвижного состава зависит от климатических условий, а себестоимость перевозок составляет 50-70% от общей себестоимости добычи.

На перевозках используют большегрузные автомобили-самосвалы грузоподъемностью 16-250 т.

Подъезд и отъезд от экскаватора разрешается только по сигналу машиниста, обгон на карьерных дорогах запрещен. Работа может быть организована двумя способами: по закрытому циклу, когда автомобили закрепляются за определенным экскаватором; по открытому - прибывающие после каждой ездки под загрузку автомобили направляются к свободным и наименее загруженным экскаваторам. Открытый способ требует специальной системы управления (датчики на автомобилях, табло информационное водителей, ЭВМ), позволяющие собирать и запоминать информацию на каждый момент времени о прибытии автомобилей и загруженности экскаваторов, принимать решение о распределении автомобилей, передавать решения водителям и контролировать их исполнение.

Перспективные формы карьерных перевозок при добыче ископаемых: применение автомобилей-самосвалов оптимальной грузоподъемности (до 250 т); автопоездов для перевозки легковесных грузов; специализированных кузовов для различных категорий грузов; организация работы по открытому циклу, поточное движение автомобилей у экскаваторов; совершенствование конструкции автомобилей-самосвалов (обеспечение полной разгрузки, снижение токсичности отработавших газов, уменьшение собственной массы и др.).

#### ***ТЕМА10: ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ***

1. Понятие о транспортно-экспедиционном обслуживании
2. Транспортная экспедиция в условиях современного рынка

##### **1. Понятие о транспортно-экспедиционном обслуживании**

В условиях перехода к рыночным отношениям в первую очередь возрастают требования к качеству транспортного обслуживания. Транспортно-экспедиционная деятельность является неотъемлемым и наиболее важным элементом системы движения грузов и связанной с ней системой обслуживания многочисленных потребителей транспортно-экспедиционных услуг (грузоотправителей, грузополучателей, транспортных предприятий).

Сейчас в России имеются транспортно-экспедиционные предприятия и организации (в дальнейшем - экспедиторы) на отдельных видах транспорта. Их деятельность связана с предоставлением услуг по транспортировке грузов, их переработке и хранению, приему и сдаче, оформлению соответствующей документации. Оказываются также услуги по информации, выполнению расчетных операций и другие сервисные услуги.

Взаимоотношения экспедиторов с грузовладельцами строятся на основе договоров. Договор транспортной экспедиции включает перечень и порядок выполнения экспедитором транспортно-экспедиционных услуг, их стоимость и порядок взаиморасчетов, а также санкции, применяемые в случае невыполнения экспедиторами своих обязательств.

Деятельность транспортно-экспедиционных предприятий и организаций в настоящее время должна претерпеть ряд качественных изменений. Транспортно-экспедиционное обслуживание в условиях рынка должно основываться на создании и использовании систем логистики. Логистика представляет собой систему управления движением материалов и товаров внутри и за пределами предприятия на всех стадиях от заготовки до поставки готовой продукции потребителям. Предметом исследования логистики является совокупность материального и связанных с ним информационного и финансового потоков, которые возникают при организации общественного производства. Логистика учитывает хозяйственные интересы предприятий и обеспечивает качество их обслуживания.

Система логистики включает функции снабжения, производства, сбыта, транспортировки и распределения продукции. Одним из основных принципов построения и функционирования логистической системы является принцип системного подхода. Он заключается в том, что все вышеназванные функции рассматриваются как взаимосвязанные и взаимодействующие элементы и предполагает оптимизацию всей системы, а не отдельных ее элементов. При этом издержки (затраты на организацию и функционирование системы) рассматриваются не изолированно для каждого элемента, а в совокупности. Основным критерием эффективности логистической системы является минимизация суммарных издержек.

При логистическом подходе процесс транспортно-экспедиционного обслуживания рассматривается не изолированно, а как элемент комплексного процесса " производство - потребление ". При этом процесс транспортно-экспедиционного обслуживания будет определяться не просто выполнением заявки отдельного отправителя или получателя груза, а оптимальным соотношением затрат и прибыли в цикле " производство - потребление ". С точки зрения экспедитора, логистика - это организация доставки груза от производителя к потребителю в требуемом количестве и в четко установленные сроки.

Организация транспортно-экспедиционного процесса как элемента логистической системы связана с применением новых технологий обслуживания, расширением перечня предоставляемых услуг, а также с организацией новых видов транспортно-экспедиционного обслуживания и обеспечением качественного их выполнения.

Организация новых видов транспортно-экспедиционной деятельности, как и любых других, в условиях рынка имеет свои особенности. Основными требованиями к этому процессу в условиях рынка являются: для потребителя - полное и качественное удовлетворение требований в транспортно-экспедиционном обслуживании; для экспедитора - получение прибыли, необходимой для осуществления и развития этой деятельности, т.е. для экспедитора это деятельность должна быть экономически целесообразной.

Требования потребителя к перечню, качеству и объемам услуг, предоставляемых экспедитором, периодически меняются. Поэтому организации новых видов деятельности должно обязательно предшествовать маркетинговое исследование с целью выявления этих требований. Чтобы быть конкурентоспособным на рынке транспортных услуг, экспедитор должен наряду с обеспечением качества их выполнения периодически дополнять или изменять их перечень и объемы предложения по каждой отдельно взятой услуге в соответствии с требованиями потребителя.

Необходимо учитывать и тот фактор, что с течением времени постоянно совершенствуются технологии процесса транспортно-экспедиционного экспедиционного процесса с целью повышения их качества. Поэтому экспедитор должен оперативно совершенствовать или изменять технологии транспортно-экспедиционного обслуживания, а также изменять структуру ресурсов (людских, материальных, в том числе денежных), необходимых для осуществления деятельности по этим технологиям. В результате использования прогрессивных технологий при увеличении объема и повышении качества услуг снижаются общие издержки, возрастает рентабельность деятельности и сумма прибыли как у экспедитора, так и у других участников процесса транспортно-экспедиционного обслуживания.

## 2. Транспортная экспедиция в условиях современного рынка

Как отмечалось, перечень предлагаемых услуг и технологии их выполнения, соответствующие на настоящий момент требованиям потребителей, со временем могут превратиться в устаревшие и неэффективные, по мере того, как меняются требования потребителей, создаются новые более совершенные технологии транспортно-экспедиционного обслуживания. Поэтому, приступая к организации новых видов транспортно-экспедиционного обслуживания, экспедитор должен выбирать такие технологии, которые в будущем можно будет усовершенствовать или изменить при минимальных потерях ресурсов. В условиях рынка транспортной экспедицией смогут заниматься лишь те предприятия, которые способны применять наиболее эффективные технологии.

При организации новых видов транспортно-экспедиционного обслуживания необходимо рассмотреть все варианты для реализации каждого вида с учетом имеющихся технологий, а также альтернативные варианты использования ресурсов при каждой технологии. Для этого экспедитору нужно рассмотреть следующие возможности организации этого

процесса: собственными силами; путем приобретения лицензий на новые технологии и организации их выполнения собственными силами; организации производства услуг совместно с другими партнерами, в том числе зарубежными.

Новые виды транспортно-экспедиционного обслуживания охватывают разнообразные виды услуг как связанные непосредственно с перевозкой груза, представлением транспортных и погрузочно-разгрузочных средств и другого оборудования в аренду или прокат, так и услуги банковского характера, связанные с предварительным выкупом груза и расчетами за него, а также ряд других услуг.

К новым видам услуг, которые могут быть представлены экспедитором, можно отнести следующие: декларирование, лизинг, транспортное страхование, факторинг, услуги, связанные с работой логистических транспортно-распределительных систем, и ряд других.

**Декларирование** - услуга, выполняемая экспедитором по отношению к декларантам (предприятиям и организациям, декларирующим таможенным учреждениям товары и имущество). Услуга состоит в выполнении грузовой таможенной декларации и оплате таможенных процедур по поручению и за счет клиента. Экспедитор, оказывающий услуги по декларированию грузов, которые принадлежат другим организациям и предприятиям, должен быть призван таможенным учреждением в качестве декларанта. Это признание подтверждается документом установленной формы. Декларант-экспедитор с правами на внешнеэкономическую деятельность несет ответственность перед таможенным учреждением за достоверность сведений, указанных в грузовой таможенной декларации.

Организуя этот вид деятельности, экспедитор должен заблаговременно обратиться в таможенное учреждение и совместно с ним определить взаимоприемлемую схему декларирования и предъявления грузов к таможенному оформлению.

**Лизинг** - долгосрочная аренда. Общепринятый в деловой практике термин "лизинг" одновременно означает и договор, по которому одна сторона обязуется представить какие-либо предметы другой стороне на определенное время или для определенного пользования, а другая сторона обязуется уплатить установленную арендную плату.

В транспортно-экспедиционной деятельности лизинг, как правило, представляет собой долгосрочную аренду подвижного состава, контейнеров, погрузочно-разгрузочной техники и оборудования. Транспортно-экспедиционные предприятия, оказывая услуги по лизингу, выступают в качестве арендодателя и сохраняют право собственности на предмет лизинга в течение всего срока договора.

Грузоотправителям, грузополучателям и другим потребителям транспортно-экспедиционных услуг лизинг позволяет приобретать подвижной состав, другую технику и оборудование без значительных единовременных затрат. В рамках лизинга транспортные средства и оборудование могут сдаваться в аренду на срок меньше срока их службы.

Это позволяет быстрее и дешевле производить замену морально-устаревшей техники и оборудования.

На практике лизинговый договор содержит в себе элементы нескольких других договоров. Лизинговая сделка может содержать в себе наряду с элементами договора аренды или найма также и элементы договора купли-продажи, кредита, подряда, договора о предоставлении специализированных услуг (сервиса), договора об обучении кадров и т.п. Так, экспедитор в качестве арендодателя может предоставлять услуги клиенту по обслуживанию, ремонту, страхованию техники и оборудования, которые сдаются в аренду. По окончании срока лизинговой сделки в договоре может быть предусмотрен выкуп предмета лизинга. При этом его остаточная цена определяется, как правило, путем вычета общей суммы выплаченной арендной платы из рыночной стоимости предмета на этот момент заключения договора о лизинге.

Для оказания лизинговых услуг экспедитор может приобрести технику и оборудование, привлекая собственные денежные средства, или по лизингу, используя услуги лизинговых компаний. В последнем случае экспедитор будет предоставлять своим клиентам технику и оборудование в сублизинг. При этом необходимо получить согласие арендодателя, в качестве которого для экспедитора выступает лизинговая компания.

**Транспортное страхование** - это из новых видов услуг для транспортно-экспедиционных предприятий. В страховании принимают участие две стороны: страховщик и страхователь. Все взаимоотношения этих сторон определяются договором страхования, который удостоверяется выдачей страховщиком страхового полиса страхователю. По этому договору страховщик на условии получения страховой премии (страховых взносов) обязуется выплачивать страхователю определенную сумму, если произойдет событие (страховой случай), предусмотренное в договоре.

Экспедитор может оказывать эту услугу либо самостоятельно, либо через страховую компанию. В первом случае экспедитор выступает в качестве страховщика с соответствующей на это лицензией, принимает на себя ответственность по страхованию. При этом экспедитор-страховщик выплачивает страхователю определенную сумму при наступлении страхового случая. Для этого экспедитор должен располагать значительными денежными средствами. Во втором случае экспедитор является посредником между страхователем и страховщиком. В качестве последнего выступает страховая компания. При этом ответственность по страхованию несет страховая компания, а экспедитор осуществляет услуги по оформлению документов страхователя, а также по выполнению других функций, связанных с выполнением необходимых формальностей при страховании.

Страхователем может быть не только грузоотправитель, грузополучатель, но и перевозчик, а также и другие лица. При транспортном страховании предметом страхования является, как правило, интерес страхователя в сохранности груза или транспортного средства.

Для экспедиторов, осуществляющих деятельность по организации междугородных перевозок с участием автомобильного транспорта,

страхование грузов может стать одним из перспективных видов деятельности, так как в настоящее время существует проблема, связанная с потерями грузов и отсутствием их страхования при этих видах перевозок.

При страховании груза экспедитор может осуществлять страхование по двум видам полисов: полису на одну конкретную перевозку, генеральному полису, общему полису. Полис на одну конкретную перевозку груза - это специальный полис, по которому страхуется груз только на период одной конкретной перевозки. Генеральный полис выдается на все будущие перевозки определенного вида груза или грузов одного страхователя, вплоть до полного исчерпания определенной страховой суммы и, как правило, без указания срока действия. При этом страховой взнос выплачивается сразу при выдаче ему полиса.

Объектом транспортного страхования может быть не только сам груз, но и другие имущественные и финансовые интересы клиента, в том числе фрахт и ожидаемая прибыль от перевозки. Так, например, к таким видам страхования при морских перевозках относится страхование потери фрахта дополнительно к страхованию самого судна. При повреждении судна его владельцу возмещается согласованная сумма фрахта за время нахождения судна в ремонте.

**Факторинг** - термин, образованный от английского слова "factoring", означающего в переводе "комиссионерство". Факторинг представляет собой разновидность торгово-комиссионной операции, основанной на кредитовании оборотного капитала клиента. В настоящее время этот вид услуг предоставляется банковским учреждениям. По договору факторинга банк обязуется погасить за свой счет неоплаченные требования клиента, т. е. оплатить их за определенное вознаграждение (обычно от 2 до 12% от стоимости требования). Выплата клиенту стоимости производится немедленно наличными средствами за вычетом банковского вознаграждения. Кроме этого, банк за вознаграждение может принять обязательство по выполнению и других функций для своих клиентов (пользователей факторинга), например, организацию бухгалтерской работы, оплату налоговых обязательств, комплектацию финансовой документации, проведение маркетинговых исследований.

В транспортно-экспедиционной деятельности факторинг может осуществляться в качестве услуги экспедитором. Услуга состоит в том, что экспедитор по аналогии с банком производит оплату грузовладельцу стоимости груза. Оплата может быть полной или частичной. Экспедитор практически производит выкуп груза при приеме к перевозке. Такая услуга позволяет грузовладельцу ускорить оборот денежных средств. Транспортно-экспедиционные предприятия при этом в качестве грузовладельцев могут играть роль центров по распределению продукции, особенно массовой.

Наряду с выкупом груза, экспедитор может оказывать сопутствующие услуги по проведению расчетных операций, маркетинговых исследований и т. д. В качестве клиента транспортно-экспедиционных предприятий здесь могут выступать малые и средние предприятия, у которых нет хорошо

организованных служб бухгалтерии, маркетинга, в связи с чем у них возникает потребность в такого рода услугах.

К новым видам деятельности для экспедиторов можно отнести следующую: экспедиторы, специализирующиеся на организации перевозок в между-народном сообщении, могут выступать в роли посредника при установлении торговых связей своих клиентов в других странах. Эти экспедиторы могут располагать информацией, касающейся специфики перевозок в других странах (необходимая документация для перевозки, таможенные формальности и т.д.), а также условий покупки и продажи продукции на рынке той или иной страны (цена, риск). В таких услугах заинтересованы компании, осуществляющие деятельность по экспорту и импорту продукции (услуг).

Как отмечалось выше, организация деятельности на принципах логистики требует от экспедиторов использования прогрессивных технологий, таких как контейнеризация и пакетизация, доставка грузов "точно в срок", использования автоматизированных специализированных складов, организация терминальных перевозок.

Одним из основных направлений развития транспортно-экспедиционного обслуживания в рыночных условиях является организация терминальной технологии перевозок грузов. Опыт работы по такой технологии имеется в ряде областей Российской Федерации.

При терминальной технологии экспедитор осуществляет сбор грузов непосредственно на территории грузоотправителей, доставляет их терминал отправления, где производится обработка грузов (формирование повагонных, контейнерных и других укрупненных партий), затем грузы отправляются оптимальным видом транспорта на терминал назначения, при этом обеспечивается контроль за их продвижением. На терминале назначения производятся операции по расформированию укрупненных партий, после чего грузы доставляются непосредственно грузополучателям. Между терминалами отправления и назначения организуется скоростное движение крупнотоннажных перевозочных средств по расписанию.

При таких перевозках экспедиторы, организующие доставку грузов разными видами транспорта, могут выступать в качестве операторов мультимодальных транспортных систем. Это означает, что экспедитор от своего имени заключает договор перевозки, по которому обязуется организовать перевозку груза "от двери до двери" и нести ответственность за сохранность груза и сроки его доставки с момента принятия груза к перевозке от грузоотправителя до момента сдачи грузополучателю. оператор выписывает на груз единый (сквозной) перевозочный документ (коносамент).

При организации транспортно-экспедиционной деятельности в новых условиях возрастает роль информационных технологий по обеспечению процесса транспортно-экспедиционного обслуживания. Эти технологии сейчас получили широкое распространение в мировой практике. Поэтому для развития транспортной экспедиции в России необходимо провести унификацию системы передачи данных и документационного обеспечения,

чтоб перейти к автоматизированной системе передачи данных "EDIFACT". Важность и актуальность работы в этом направлении определяется тем, что Россия в ближайшее время должна присоединиться к общеевропейской транспортной системе.

Организация транспортно-экспедиционной деятельности в России в новых условиях требуется создания соответствующей нормативно-правовой базы. Зарубежный опыт показывает, что транспортно-экспедиционная деятельность в Японии, США, Германии, Франции, Швеции и других странах регулируется различными законодательными актами. В Японии эта деятельность регулируется Законом о транспортно-экспедиционной деятельности, в США - Сводом федеральных правил. Как правило, в законодательных документах определяются виды транспортно-экспедиционной деятельности, излагаются правила допуска юридических и физических лиц к этой деятельности, обязанности и ответственность участников транспортно-экспедиционной деятельности и методы ее государственного регулирования.

Сейчас в Российской Федерации экспедиционные организации существуют на различных видах транспорта, и их деятельность регулируется нормативными документами, действующими на соответствующих видах транспорта: уставами, кодексами, правилами. Многие положения этих нормативных документов на настоящий момент устарели. Кроме того, в данных документах учтены интересы отдельных видов транспорта, т. е. для регулирования транспортно-экспедиционной деятельности нет единой правовой базы.

В связи с появлением в ближайшие годы на рынке транспортно-экспедиционных услуг большого количества мелких и средних товаропроизводителей и экспедиционных организаций возникает необходимость регулирования их взаимодействия на современной правовой основе.

В настоящее время в Российской Федерации ведется подготовка нормативных документов по транспортно-экспедиционной деятельности, которые должны учесть вопросы государственного урегулирования этой деятельности, условия доступа к рынку транспортно-экспедиционных услуг, а также права, обязанности и ответственность участников транспортно-экспедиционной деятельности. В новых документах предполагается доступ к осуществлению этой деятельности производить путем лицензирования, предусмотрена обязательная сертификация транспортно-экспедиционных услуг. Новые нормативные акты будут регулировать деятельность транспортно-экспедиционных организаций, независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности.

#### ***ТЕМА 11: УПРАВЛЕНИЕ ГРУЗОВЫМИ АВТОМОБИЛЬНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ***

1. Эксплуатационные службы автопредприятий.
2. Централизованные и децентрализованные системы управления.
3. Оперативное планирование перевозок

## 1. Эксплуатационные службы автопредприятий

Основные задачи службы эксплуатации – своевременное и полное выполнение договорных обязательств по перевозке грузов при наиболее эффективном использовании подвижного состава. Структура службы эксплуатации грузового автотранспортного управления, объединения или крупного АТП приведена на рис. 1.

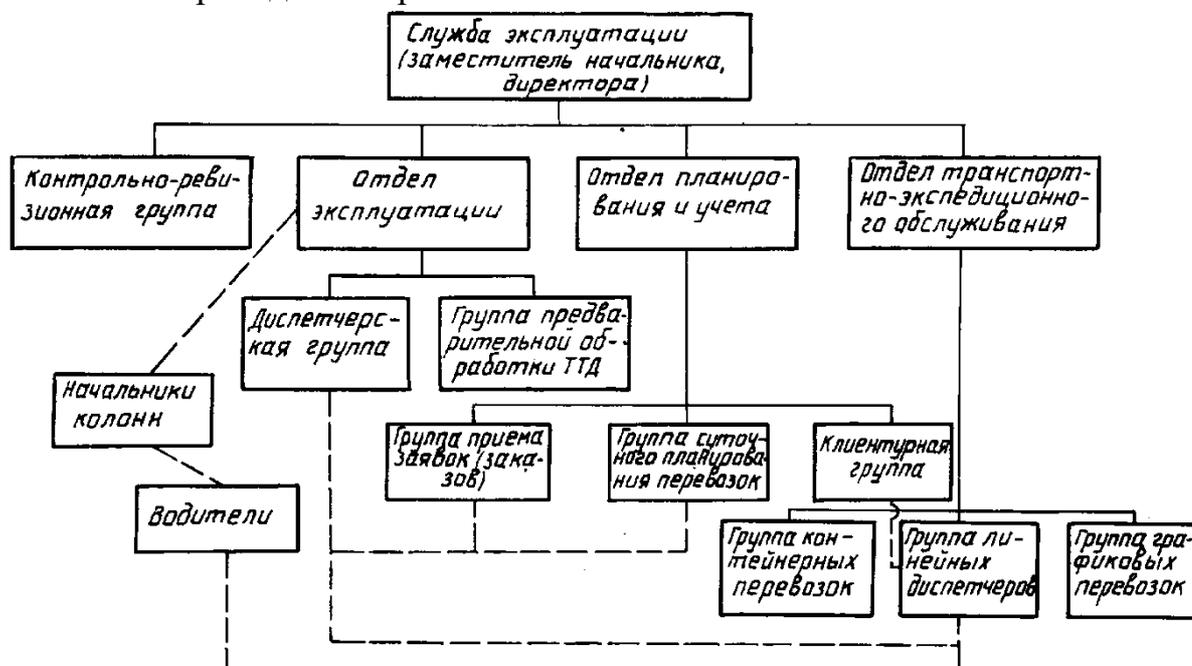


Рис. 1. Структура службы эксплуатации грузового автотранспортного предприятия (объединения): — — — — — связи подчиненности; - - - - - оперативные связи

Диспетчерская группа отдела эксплуатации занимается оперативным сменно-суточным планированием, выдает путевые листы и товарно-транспортные накладные, осуществляет выпуск подвижного состава на линию и прием его при возвращении, принимает путевые листы и ТТН, координирует работу автомобилей на линии, составляет сменно-суточный отчет о выпуске на линию и суточный отчет о работе автомобилей.

Группа предварительной обработки товарно-транспортных документов заполняет путевые листы и товарно-транспортные накладные в автопредприятии согласно Инструкции о порядке расчетов за перевозки грузов автомобильным транспортом.

Группа суточного планирования перевозок на основании данных группы приема заявок (заказов) разрабатывает сменно-суточный наряд-приказ на работу грузовых автомобилей.

Клиентурная группа изучает грузопотоки и грузооборот, состояние подъездных путей и погрузочно-разгрузочных пунктов, заключает годовые договоры на перевозки грузов и пользование автомобилями, осуществляет годовое, квартальное, месячное и декадное планирование, учет и анализ перевозок грузов, составляет соответствующую отчетность.

Группа контейнерных перевозок решает вопросы их организации (завоз, вывоз, перевозка на магистральном транспорте, работа на контейнерном пункте АТП).

Группа графиковых перевозок занимается их организацией, в том числе по системе тяговых плеч и маятниковой.

Группы линейных диспетчеров, включая персонал, находящийся непосредственно в местах погрузки-разгрузки подвижного состава у заказчика, обеспечивает эффективную работу автомобилей на линии по перемещению грузов.

Контрольно-ревизионная группа контролирует работу автомобилей на линии и правильность их использования, ведение товарно-транспортной документации и др.

Наиболее часто в структуре АТП имеется отдел эксплуатации с грузовой, диспетчерской и учетно-контрольными группами.

Заявки и заказы принимаются в установленном порядке и регистрируются в специальном журнале по мере их поступления.

На основании заявок (заказов) составляется "Сменно-суточный наряд-приказ по автобазе (автоколонне) на работу грузовых автомобилей":

- заполняются графы – наименование заказчика, время подачи подвижного состава, пункт отправления и отправитель, пункт назначения и получатель, наименование груза, способ погрузки и разгрузки, объем перевозок и грузооборот по сменам;

- разрабатываются маршруты перевозок грузов, оптимально распределяются автомобили по объектам перевозок, определяется необходимое число подвижного состава, согласовывается работа автомобилей и погрузочно-разгрузочных пунктов, рассчитываются задания водителям по сменам. На основании проведенных расчетов и сведений о технической готовности автомобилей планируется их работа на предстоящие сутки и заполняются графы – марка автомобиля, сменное задание на один автомобиль (число ездов, количество тонн), дополнительное оборудование и такелаж, запланированный подвижной состав (гаражные номера) по сменам работы.

Разработанный оперативный суточный план перевозок утверждается руководителем автопредприятия.

## 2. Централизованные и децентрализованные системы управления.

Различают децентрализованное и централизованное руководство грузовыми автомобильными перевозками.

При децентрализованной системе руководства служба эксплуатации каждого АТП выполняет все функции по планированию и организации транспортирования грузов. В городах, где имеется несколько АТП, такая система приводит к встречным перевозкам, скоплению автомобилей в одних и тех же пунктах погрузки-разгрузки, затрудняет организацию рациональных маршрутов и оптимальное распределение перевозок груза между отдельными АТП.

При централизованной системе руководства функции по организации и оперативному планированию перевозок, диспетчерскому руководству работой подвижного состава на линии и расчетам за перевозки сосредотачиваются в едином центре. В соответствии с указаниями центра автотранспортные предприятия должны обеспечивать выпуск технически исправного и подготовленного к перевозкам подвижного состава, а также прием его при возвращении с линии и проверку правильности оформления товарно-транспортных документов.

В центре выполняются следующие работы: прием заявок (заказов) на перевозки груза, разработка суточных и сменно-суточных планов с широким использованием экономико-математических методов и ЭВМ; составление разрядки подвижного состава, сменных заданий водителям и выписка в централизованном порядке путевых листов; контроль за выпуском подвижного состава на линию и его работой по выполнению суточного плана перевозок для каждого отправителя (заказчика транспорта), переключение подвижного состава в необходимых случаях на другие объекты работ, прием от автотранспортных предприятий товарно-транспортных документов после выполнения перевозок и их обработка; расчеты с заказчиками за выполнение перевозок и распределения полученных доходов между АТП.

Часть работ в условиях централизованного руководства (оперативное планирование перевозок, обработка товарно-транспортных документов) может быть возложена на вычислительные центры и машинно-счетные станции.

Централизованная система руководства позволяет улучшить технико-эксплуатационные и экономические показатели работы автотранспортных предприятий за счет снижения порожних пробегов и непроизводительных простоев подвижного состава, а также сокращения численности персонала службы эксплуатации АТП.

### 3. Оперативное планирование перевозок

Выпуск подвижного состава на линию производит диспетчерская группа на основании графика, составленного отделом эксплуатации и согласованного с технической службой АТП.

Выпуск автомобилей может быть ступенчатым (через определенные промежутки времени) и непрерывным. Работа водителей организуется индивидуально, группой и колоннами. При индивидуальной работе водитель получает определенное задание, не связанное с работой других автомобилей, и выполняет его самостоятельно; при групповой – задание связано с работой других автомобилей, однако движение у всех самостоятельное, при работе колонной – все этапы перевозки выполняются совместно (применяется в исключительных случаях, например при перевозке опасных грузов).

При составлении графика выпуска следует учитывать: сменно-суточный план перевозок; ритм работы погрузочно-разгрузочных пунктов и интервал движения автомобилей на маршрутах; режим работы обслуживаемых объектов; фронт одновременной погрузки на объектах и способ выполнения погрузочных работ;

пропускную способность контрольно-технического пункта; степень удаленности места жительства основной массы водителей от АТП; метод организации работы автомобилей на линии. График выпуска увязывается с графиком работы водителей.

Режим работы пунктов и соответствующий интервал движения определяют интервалы выпуска автомобилей на линию. От фронта погрузочных работ зависит число автомобилей, которое может быть отправлено одновременно на линию для работы по одному маршруту.

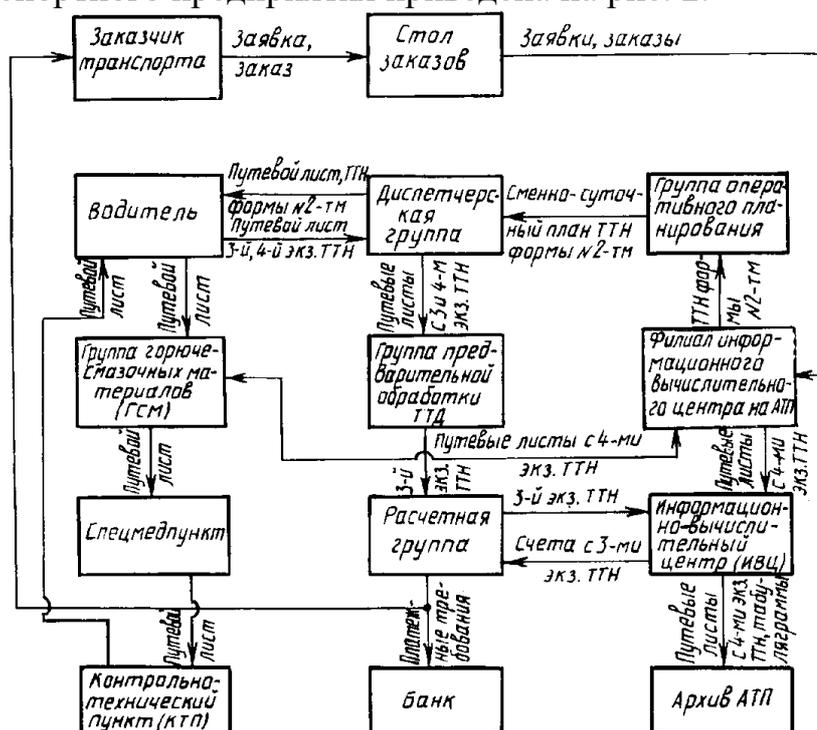
Диспетчерская группа обеспечивает своевременный выход автомобилей на линию и принимает меры к устранению различных отклонений.

Выезд автомобиля на линии независимо от его принадлежности возможен только при наличии оформленного соответствующим образом путевого листа установленной формы. Путевые листы выписываются в АТП в соответствии с утвержденным суточным оперативным планом перевозок (нарядом-приказом). К ним могут прилагаться товарно-транспортные накладные формы № 2-тм, график работы или маршрутная карта. При выпуске на линию диспетчер проверяет водительское и служебное удостоверения, инструктирует об особенностях предстоящей работы и выдает водителю путевой лист под расписку в специальном журнале. Диспетчер делает соответствующую отметку в наряде-приказе и регистрирует в "Карточке выдачи, приема путевых листов и учета работы автомобиля".

По возвращении с линии водители сдают путевые листы с товарно-транспортными накладными сменному диспетчеру, который проверяет правильность оформления документации, принимает ее и делает отметку в "Карточке выдачи, приема путевых листов и учета работы автомобиля".

Новый путевой лист выдается водителю только после сдачи путевого листа за предыдущий период работы.

Схема документооборота службы эксплуатации грузового автомобильного транспортного предприятия приведена на рис. 2.



*Рис. 2. Схема документооборота службы эксплуатации АТП*

## Список литературы

1. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища шк., 2008. – 447 с.
2. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: Учеб. пособие. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 288 с.
3. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть первая // «Российская газета». – 1994. – 25 декабря.
4. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть вторая // «Российская газета». – 1996. – 6 февраля.
5. Единые нормы времени на перевозку грузов автомобильным транспортом и сдельные расценки для оплаты труда водителей. Утв. Постановлением Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам и Секретариатом ВЦСПС от 13 марта 1987 года № 153-6/142 // «Бюллетень Госкомтруда СССР», № 8, 1987.
6. Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации. Утв. Минтрансом РФ, МВД РФ и Федеральной автомобильно-дорожной службой РФ 27 мая 1996 г.
7. Конституция Российской Федерации // «Российская газета». – 1993. – 25 декабря.
8. Межотраслевые нормы времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы. Утв. Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 17 октября 2000 г. № 76.
9. Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте. Утв. Постановлением Министерства труда и социального развития РФ от 12 мая 2003 г. N 28 // «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 41, 13.10.2003.
10. Межотраслевые правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов ПОТ РМ – 007 – 98. Утв. постановлением Минтруда РФ от 20 марта 1998 г. N 16.
11. Милославская С.В., Плужников К.И. Мультимодальные и интермодальные перевозки: Учеб. пособие. – М.: РосКонсульт, 2001. – 368 с.
12. Общие правила перевозок грузов автомобильным транспортом. // «Транспорт», 1984.
13. Пакетирование и перевозка тарно-штучных грузов / А. К. Пашков, Ю. Н. Полярин. – М.: Транспорт, 2000. – 255 с.
14. Положение об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха водителей автомобилей. Утв. Приказом Минтранса РФ от 20 августа 2004 г. № 15 // «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти»,

№ 45, 08.11.2004.

15. Правила дорожного движения // «Собрание актов Президента и Правительства РФ». – 1993. – 22 ноября.

16. Прейскурант № 13 – 01 – 01. Тарифы на перевозку грузов и другие услуги, выполняемые автомобильным транспортом. Утв. Постановлением Госкомцен РСФСР от 8 февраля 1989 г. № 67.

17. Савин В. И. Перевозки грузов автомобильным транспортом: Справ. пособие. – М.: Дело и Сервис, 2002. – 543 с.

18. Технология, организация и управление грузовыми автомобильными перевозками: Учеб. для вузов. – 2-е изд., доп. / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. – Волгоград: РПК «Политехник», 2000. – 304 с.

19. Торосян Л.Е. Автомобильные дороги: Учеб. Пособие. – СПб.: СПбГИЭУ, 2004. – 103 с.

20. Трудовой кодекс Российской Федерации // «Российская газета». – 2001. – 31 декабря.

21. Унифицированные формы первичной учетной документации по учету работы строительных машин и механизмов, работ в автомобильном транспорте. Утв. Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по статистике от 28 ноября 1997 г. № 78.

22. Устав автомобильного транспорта РСФСР. Утв. Постановлением Совета Министров РСФСР от 08.01.69 № 12 // «Свод законов РСФСР», т. 7, с. 39, 1988.

23. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» // «Российская газета». – 1995. – 26 декабря.

24. Федеральный закон «О государственном контроле за осуществлением международных автомобильных перевозок и об ответственности за нарушение порядка их выполнения» // «Российская газета». – 1998. – 4 августа.

25. Федеральный закон «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств» // «Российская газета». – 2002. – 5 мая.

26. Федеральный закон «О транспортно-экспедиционной деятельности» // «Российская газета». – 2003. – 3 июля.