

Транспортная логистика

1. Понятие, классификация и материально-техническая база транспортных систем. Характеристика транспортных коридоров Республики Беларусь.
2. Классификация подвижного состава автомобильного транспорта. Контейнеры.
3. Понятия ездки, грузовой ездки, оборота и нулевых пробегов. Классификация и расчет технико-эксплуатационных и экономических показателей работы подвижного состава автотранспорта.
4. Маятниковые и кольцевые маршруты. Расчет и графическое представление. **Обоснование целесообразности применения прицепов на транспорте. Выбор перевозчика. Экспедиторы и другие логистические посредники в транспортировке. Тенденции развития транспортно-экспедиционного обслуживания на современном этапе.**



Процесс транспортировки включает:

- Формирование и подготовку *грузовой единицы*.
- Введение грузовой единицы в грузовой поток.
- Доставка до места назначения, выведение из грузового потока.
- ***Грузовая единица*** - это некоторое количество груза, который погружают, выгружают и хранят как единое целое (контейнер, короб и т. п.).

В процессе транспортировки
участвуют, как правило три стороны:
*грузоотправитель, грузополучатель
перевозчик.*



Задачи транспортной логистики:

- Выбор вида транспорта
- Выбор типа транспортных средств.
- Разработка рациональных маршрутов движения.
- Обеспечение технологического единства транспортно-складского процесса.
- Планирование транспортного процесса на различных видах транспорта (мультимодальные перевозки)
- Согласование тарифов.

Транспортная логистика

Транспортная логистика определяется как сфера деятельности, охватывающая три области:

- **процесс планирования, организации и осуществления рациональной и недорогой доставки** (перевозки) грузов (товаров) от мест их производства и до мест потребления;
- **контроль за всеми транспортными и другими операциями**, возникающими в пути следования грузов, с использованием современных средств телекоммуникации, информатики и других информационных технологий;
- **предоставление соответствующей информации грузовладельцам.**

Основные задачи транспортной логистики:

- создание транспортных систем, в том числе – транспортных коридоров и транспортных цепей;
- выбор способа транспортировки (собственным или (и) наемным транспортом);
- выбор оптимального вида транспорта;
- выбор типа транспортных средств;
- совместное планирование транспортного процесса со складским и производственным;
- совместное планирование транспортных процессов на различных видах транспорта (в случае смешанных перевозок);
- определение рациональных маршрутов доставки.

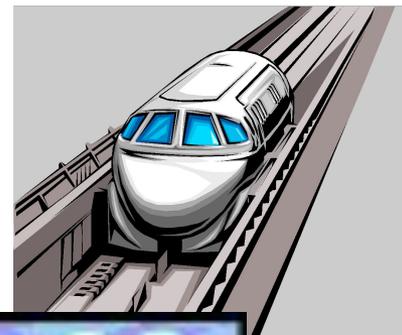
Определения

- **транспортный коридор** – это часть национальной или международной транспортной системы, которая обеспечивает значительные грузовые перевозки между отдельными географическими районами.
- **транспортная цепь** – этапы перевозок груза на определенные расстояния, в течение определенного периода времени, с использованием транспортных средств одного или нескольких видов транспорта.
- Все это время грузы остаются в неизменном виде (неизменная грузовая единица).

Виды транспортных систем, их материально-техническая база

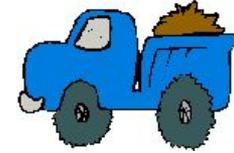
- **Транспорт** – это отрасль материального производства, осуществляющая перевозки людей и грузов.
- Различают транспортные системы: железнодорожную, морскую, речную, автомобильную, воздушную и трубопроводную.
- **Материально-техническая база железнодорожного транспорта** включает: путь и путевое хозяйство; вагоны и вагонное хозяйство; локомотивы и локомотивное хозяйство; станции, грузовые дворы; товарные конторы; грузовое и весовое хозяйство и др.
- **Материально-техническая база водного транспорта** включает флот, морские и речные порты и пристани.
- **Материально-техническая база автомобильного транспорта** включает: подвижной состав; автотранспортные предприятия; автомобильные дороги.
- **Материально-техническая база воздушного транспорта** включает: флот; аэропорты; навигационную систему.
- **Материально-техническая база трубопроводного транспорта** включает: трубопроводы; насосные станции; другие подразделения хозяйственного назначения.

Для того, чтобы эффективно управлять процессом транспортировки, логисту необходимо знать транспортную систему.



- Транспортировка может осуществляться как *собственным* транспортом, так и *привлеченным*.
- К понятию **собственный транспорт** - относится парк автомобилей , очень редко самолеты или суда, находящиеся на балансе предприятия.
- **Привлеченный транспорт** может наниматься из парка так называемого транспорта общего пользования, который делится на несколько видов:
 - **железнодорожный**
 - **водный (морской и речной)**
 - **автомобильный**
 - **воздушный**
 - **трубопроводный.**

Автомобильный транспорт.



- Традиционно используется для перевозок на короткие расстояния (200-300 км.).
- Одно из основных преимуществ - высокая маневренность.
- С помощью автомобильного транспорта груз может доставляться <от дверей до дверей> необходимой степенью срочности.
- обеспечивает регулярность поставки, а также возможность поставки малыми партиями.
- Основным недостатком автомобильного транспорта является сравнительно высокая себестоимость перевозок, плата за которые обычно взимается по максимальной грузоподъемности автомобиля.
- К другим недостаткам этого вида транспорта относят также срочность разгрузки, возможность хищения груза и угона автотранспорта, сравнительно малую грузоподъемность.

Железнодорожный транспорт.



- хорошо приспособлен для перевозки различных партий грузов при любых погодных условиях.
- обеспечивает возможность сравнительно быстрой доставки груза на большие расстояния.
- Перевозки регулярны.
- Возможность эффективно организовывать выполнение погрузочно-разгрузочных работ.
- Преимущества - сравнительно невысокая себестоимость перевозки грузов, а также наличие скидок.
- Недостатки - ограниченное количество перевозчиков, а также низкая возможность доставки к пунктам потребления, т.е. при отсутствии подъездных путей железнодорожный транспорт должен дополняться автомобильным.

Морской транспорт.

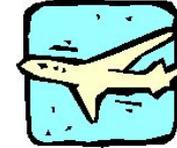


- Является самым крупным перевозчиком в международных перевозках.
- Его основные преимущества - низкие грузовые тарифы и высокая провозная способность.
- К недостаткам морского транспорта относят его низкую скорость, жесткие требования к упаковке и креплению грузов, малую частоту отправок. Морской транспорт существенно зависит от погодных и навигационных условий и требует создания сложной портовой инфраструктуры.

Внутренний водный транспорт.

- низкие грузовые тарифы.
- При перевозках грузов весом более 100 т. на расстояние более 250 км этот вид транспорта - самый дешевый.
- К недостаткам внутреннего водного транспорта, кроме малой скорости доставки, относят также низкую доступность в географическом плане. Это обусловлено ограничениями, которые накладывают конфигурация водных путей, неравномерность глубин и меняющиеся навигационные условия.

Воздушный транспорт.



- Основные преимущества - наивысшая скорость, возможность достижения отдаленных районов, высокая сохранность грузов.
- К недостаткам относят высокие грузовые тарифы и зависимость от метеоусловий, которая снижает надежность соблюдения графика поставки.

Трубопроводный транспорт.

- Обеспечивает низкую себестоимость при высокой пропускной способности.
- Степень сохранности грузов - высокая.
- Недостатком является узкая номенклатура подлежащих транспортировке грузов (жидкости, газы, эмульсии).

Характеристика транспортных коридоров Республики Беларусь

- Трансформация национальной экономики Республики Беларусь в соответствии с рыночными принципами, а также интеграция в мировую систему обуславливают качественное и полное удовлетворение потребностей экономики республики в транспортном обслуживании.
- Для этого требуются согласованное развитие всего транспортного комплекса страны, которое предусматривает повышение эффективности использования имеющейся материально-технической базы и рациональное распределение объемов перевозок между видами транспорта, унификация республиканской системы международных грузоперевозок со стандартами ЕС

Характеристика транспортных коридоров Республики Беларусь

- По территории страны проложены международные магистрали:
- 1. «Брест - Минск - Орша» - главная ось транспортного коридора «Лондон - Париж - Берлин - Варшава - Минск - Москва».
- 2. «Гомель - Бобруйск - Минск - Молодечно - Лунинец - Барановичи - Лида» соединяет Украину со странами Балтии.
- По состоянию на 01.01.2015г. протяженность железных дорог в Республике Беларусь составляла 5511км, в том числе электрифицированных – 897км. Плотность белорусских железных дорог достигает 27км на 1000км² территории, что меньше в 1,4-3 раза, чем плотность железных дорог в Болгарии, Украине, Литве, Франции, Японии, Польше, Италии, Великобритании, в 3-4 раза меньше, чем в Венгрии, Турции, Германии, и в 7 раз меньше, чем в США. Несмотря на это действующая железнодорожная инфраструктура обеспечивает необходимый уровень обслуживания экономики страны, а

Характеристика транспортных коридоров Республики Беларусь

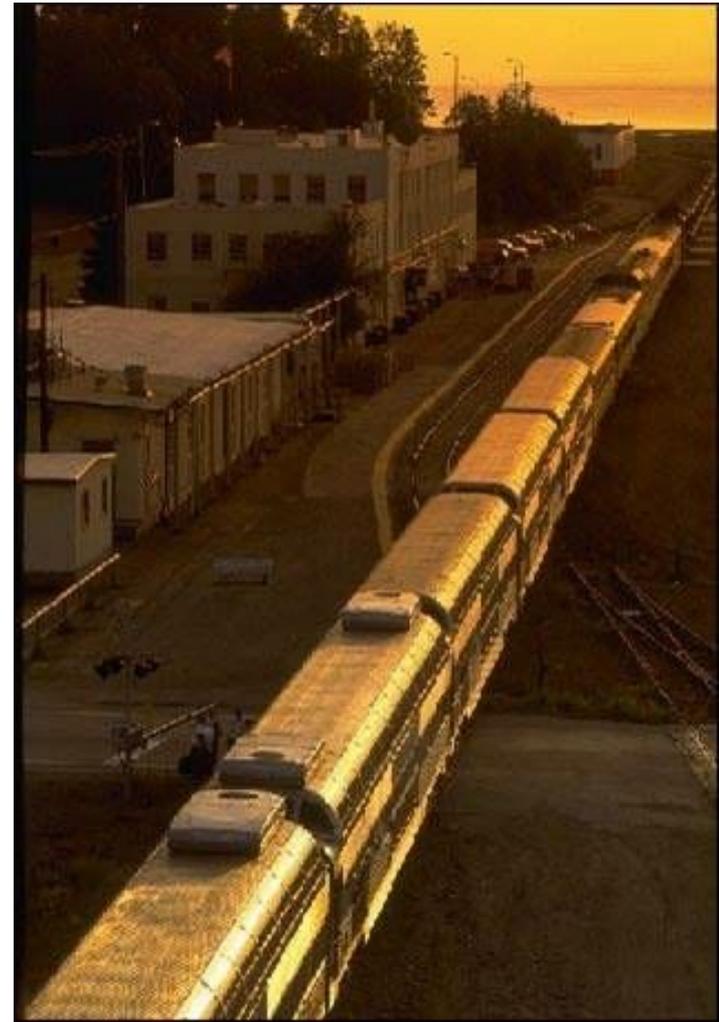
- Географическое расположение Республики Беларусь обуславливает увеличение объемов грузоперевозок автомобильным транспортом в международном сообщении. Так, в соответствии с итогами работы второй Европейской конференции по транспорту, состоявшейся на острове Крит в 1994 г., были определены девять панъевропейских коридоров. Три из них предусматривают «заход» на территорию Республики Беларусь:
 1. №II «Запад - Восток» – автомобильная дорога «Берлин – Варшава – Минск – Москва – Нижний Новгород»;
 2. №IX «Север - Юг» – автомобильная дорога «граница Российской Федерации – Витебск – Гомель – граница Украины»;
 3. № IXB – автомобильная дорога «Гомель – Минск – Вильнюс – Клайпеда – Калнинград».

Характеристика транспортных коридоров Республики Беларусь

- Общая протяженность этих автомобильных дорог составляет 1513км. В целом сеть автомобильных дорог (по состоянию на 01.01.2015г.) общего пользования имела протяженность около 85,7тыс.км, в том числе 74,3тыс.км – с твердым покрытием (86,7%).
- Вместе с тем плотность автомобильных дорог с твердым покрытием пока не превышает 360 км на 1000 км² территории республики, что в 3 раза меньше, чем в странах ближнего зарубежья - в Украине, Литве, Латвии, а также таких стран СНГ, как Азербайджан, Армения и Молдова, и в 4-13 раз ниже, чем в странах с развитой рыночной экономикой – в Англии, Германии, Италии, Франции, Швейцарии, Японии.

Материально-техническая база транспорта включает

- транспортные средства (вагонный парк, флот, подвижной состав)
- технические устройства и сооружения (станции, депо, порты)
- ремонтные предприятия,
- путевое (дорожное хозяйство)
- средства связи и др.



Железнодорожный транспорт.



- Вагонный парк состоит из пассажирских и грузовых вагонов.
- Грузовые вагоны подразделяются на **универсальные** - крытые вагоны, полувагоны, платформы, цистерны; **специализированные** - изотермические, цементовозы, кислотные и др.
- **Крытые вагоны** используют для перевозки ценных грузов, боящихся атмосферных осадков;
- **полувагоны** - для массовых навалочных грузов и леса;
- **платформы** для длинномерных и громоздких грузов, леса;
- **цистерны** - для наливных.

- Каждый тип вагона характеризуется грузоподъемностью, вместимостью, массой тары, длиной и др.
- **Грузоподъемность** - количество тонн груза, которое может быть погружено в данный вагон. Для улучшения использования грузоподъемности проводят различные мероприятия: уплотнение груза, выбор типа вагона в соответствии с характером груза, погрузка с «шапкой», стандартизация тары.
- **Скорость перевозки.** По железной дороге груз может перевозиться **грузовой, большой или пассажирской скоростью**. Вид скорости определяет, сколько километров в сутки должен проходить груз.

Водный транспорт.

- В зависимости от назначения различают суда транспортного, специализированного, вспомогательного флота.
- К *транспортному флоту* относятся суда, предназначенные для перевозок грузов и пассажиров.
- К *специализированному флоту* относятся контейнеровозы, танкеры, лесовозы и др.



- Основные показатели, характеризующие речные и морские суда - водоизмещение, грузоподъемность (дедвейт или полная грузоподъемность), длина, ширина, высота борта, осадка.
- *Водоизмещение* определяется массой или объемом воды, вытесняемой плавающим судном.
- *Дедвейт или полная грузоподъемность* - количество тонн груза, которое может принять судно сверх собственной массы до осадки по грузовую марку.

Морской транспорт

- Вид плавания
 - **Малый каботаж** – в пределах одного или двух смежных морских бассейнов
 - **Большой каботаж** – между портами одной и той же страны, лежащими в разных морских бассейнах
 - **Заграничные морские перевозки** – между российскими и иностранными портами



Основные формы организации перевозок на морском транспорте - линейное и трамповое судоходство

- **Линейное судоходство** – суда работают по расписанию на строго определенных регулярных линиях.

Суда специально предназначены для перевозки различных смешанных грузов (есть рефрижераторные отделения, небольшие емкости для жидких грузов, места для контейнеров).

- **Трамповое рейсовое судоходство** – зафрахтованные суда работают на различных направлениях в зависимости от наличия грузов, конъюнктуры фрахтового рынка. Перевозятся в основном массовые грузы.

Автомобильный транспорт.

- Подвижной состав состоит из автомобилей, тягачей, прицепов, полуприцепов.
- Различают автомобили по грузоподъемности
 - Особо малой - 0,5 т.
 - Малой - от 0,5 до 2т.
 - Средней - от 2 до 15 т.
 - Особо большой - более 15 т.



Управление процессом транспортировки

Управление процессом транспортировки состоит из нескольких этапов:

1. Выбор вида и типа транспорта.

Необходимо помнить, что самый дешевый вид транспорта не всегда является самым выгодным. Для выбора вида транспорта необходимо применять системный подход и расчет общих логистических издержек.

Основные характеристики доставки товара различными видами транспорта

Характеристика	Вид транспорта		
	Автомобильный	Железнодорожный	Воздушный
Скорость доставки (транзитное время)	умеренная	низкая	высокая
Стоимость доставки	умеренная	низкая	высокая
Сохранность груза	высокая	низкая	умеренная
Гибкость (возможность перевозить разные типы грузов)	высокая	умеренная	низкая
Зависимость от погодных условий	умеренная	низкая	высокая

- Как правило, при стоимости товара менее \$50 за 1 кг перевозка авиационным транспортом неэффективна.
- Дороговизна доставки авиацией объясняет тот факт, что по воздуху в основном перевозятся небольшие партии дорогих грузов.
- При перевозках воздушным транспортом существуют самые жесткие ограничения по весу и габаритам грузовых мест, связанные с размерами грузового отсека самолета. Стандартное грузовое место по длине, ширине и высоте не превышает 100 x 50 x 50 см соответственно, а по весу -- 80 кг. Конечно, существует возможность перевозки и более крупных и тяжелых мест, однако это обсуждается грузоотправителем и транспортной компанией индивидуально. Ответ будет зависеть от типа воздушного судна, обслуживающего данное направление.
- Необходимо учитывать, что операции по обработке грузов в аэропортах занимают много времени. Поэтому доставка на расстояние менее 1000 км воздушным транспортом может занять больше времени чем автомобильным а на расстояние

- Автомобильный транспорт является самым гибким и приспособленным к перевозке различных грузов. Единственными ограничениями габаритов являются длина, ширина и высота грузовой кабины автомобиля.
- Например, у еврофуры наиболее часто используемой при междугородних перевозках, это 13х2,4х2,4 м.

- В отличие от автотранспорта, железная дорога приспособлена для перевозки далеко не всех категорий груза. Не рекомендуется доставлять таким образом хрупкие товары, а также те, которые могут потерять свои потребительские свойства в результате тряски и т.п.
- Ограничения по весу и по габаритам грузовых мест, перевозимых железной дорогой, более жесткие по сравнению с автомобильным транспортом и менее жесткие по сравнению с авиацией. Они определяются конфигурацией дверного проема вагона.

Выбор вида транспорта в зависимости от расстояния и веса перевозимого груза

	Вес партии, кг				
	До 50	50-100	100-500	500-1500	Более 1500
Расстояние перевозки, км					
До 500км	авто	авто	авто	авто	авто
500-1500км	авто, авиа	авто, авиа	авто	авто	авто
1500-3500км	авиа	авиа, авто	авто, ж/д	авто, ж/д	авто, ж/д
Более 3600	авиа	авиа, ж/д	ж/д	ж/д	ж/д

2. Решение об использовании собственного или привлеченного транспорта.

Преимущества использования собственного транспорта:

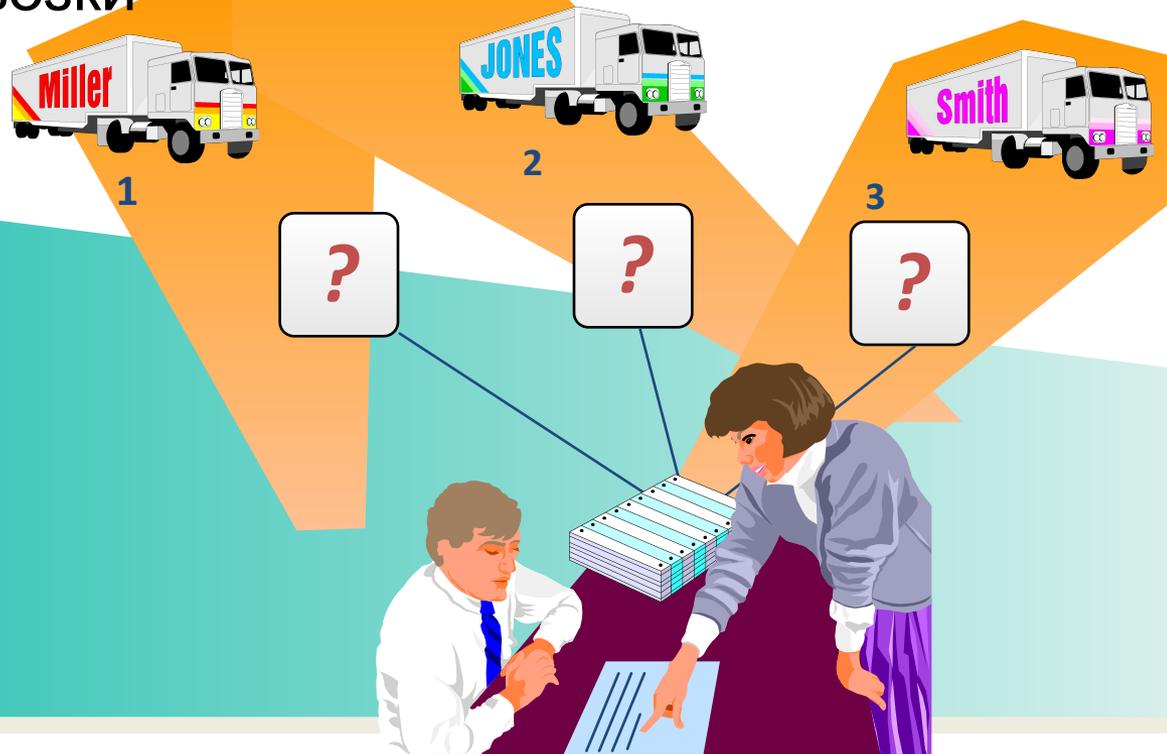
- меньшая стоимость перевозок
- удобные сроки перевозок
- лучший контроль за сохранностью товаров.

Однако , стоит учесть, что использование собственного транспорта выгодно только в том случае, если регулярно задействовано 80% его мощности.

3. Выбор перевозчика

При выборе привлеченного транспорта, необходимо выяснить какие *дополнительные услуги* может предоставить транспортная компания.

Основной критерий – цена и надежность перевозки



Ранжирование критериев при выборе перевозчика

Наименование критерия (показателя)	Ранг
Надежность времени доставки (транзита)	1
Тарифы (затраты) транспортировки «от двери до двери»	2
Общее время транзита «от двери до двери»	3
Готовность перевозчика к переговорам об изменении тарифа	4
Финансовая стабильность перевозчика	5
Наличие дополнительного оборудования (по грузопереработке)	6
Частота сервиса	7
Наличие дополнительных услуг по комплектации и доставке груза	8
Потери и хищения груза (сохранность груза)	9
Экспедирование отправок	10
Квалификация персонала	11
Контроль за отправлениями	12
Готовность перевозчика к переговорам об изменении сервиса	13
Гибкость схем маршрутов перевозок	14
Сервис на линии	15
Процедура заявки (заказа транспортировки)	16
Качество организации продаж транспортных услуг	17
Специальное оборудование	18

Экономическая оценка

1. Определение оптимального соотношения объема работы для собственного и наемного автопарка
2. Определение точки безубыточности, т. е. при каком объеме работ издержки на собственный и наемный автотранспорт одинаковы

- Производится анализ

Подвижной состав автомобильного транспорта

- Подвижной состав автомобильного транспорта состоит из автомобилей, тягачей, прицепов и полуприцепов.
- **По назначению:** строительные; сельскохозяйственные; лесохозяйственные; армейские и др.
- **По типу кузова:** закрытый тип; контейнер; тентованный; рефрижератор (изотермический кузов); изотермический фургон; микроавтобус; открытый тип; бортовой; самосвал; контейнерная площадка; кран; автотранспортер; цистерна; лесовоз; седельный тягач.
- **По группам:** I группа – бортовые автомобили (общего назначения); II группа – специализированные (самосвалы, фургоны, рефрижераторы, контейнеровозы, седельные тягачи с полуприцепами, балластные тягачи с прицепами); III группа – автомобили-цистерны.
- **По количеству осей:** двухосные; трехосные; четырехосные; пятиосные и более.

- **По осевым нагрузкам** (на наиболее нагруженную ось): до 6т включительно (группа Б); свыше 6т до 10т включительно (группа А); не имеющие ограничений по нагрузке на ось – внедорожная группа (карьерные, аэродромные и т.п.)
- **По колесной формуле**: 4x2; 4x4; 6x4; 6x6 и т.д.
- **По составу**: одиночное транспортное средство; автопоезд в составе (автомобиль-прицеп или автомобиль-полуприцеп).
- **По типу двигателя**: бензиновые; дизельные; газовые; газогенераторные; электрические и др.
- **По грузоподъемности**: особо малая – до 0,5т (созданы на базе легковых автомобилей); малая – от 0,5 до 2т; средняя – от 2 до 5т; большая – от 5 до 15т и особо большая – более 15т.
- **По климатическому исполнению**: обычного исполнения (умеренный климат); северного исполнения (холодный климат); жаркого исполнения (тропический и пустынный климат).
- **Другие виды**. Кроме перечисленных классификационных признаков отраслевой нормалью ОН 025 270-66 введены классификация и система обозначения автомобильного подвижного состава

Классификация грузовых автомобилей согласно отраслевой нормали ОН 025 270-66

Полная масса, т	Бортовые	Тягачи	Самосвалы	Цистерны	Фургоны	Специальные
До 1,2	13	14	15	16	17	19
1,2 до 2	23	24	25	26	27	29
2 до 8	33	34	35	36	37	39
8 до 14	43	44	45	46	47	49
14 до 20	53	54	55	56	57	59
20 до 40	63	64	65	66	67	69
Свыше 40	73	74	75	76	77	79

Первая цифра обозначает класс грузовых автомобилей по полной массе: 1 – 1,2т; 2 – от 1,2 до 2т и т.д.

Вторая цифра обозначает тип АТС: 3 – бортовые; 4 – тягачи и т.д.

Классы от 18 до 78 являются резервными, они в индексацию не включены.

Классификация грузовых АТС, принятая в правилах ЕЭК ООН

Категория АТС	Тип АТС	Полная масса, т	Примечания
1	2	3	4
5N1	АТС с двигателем, предназначенные для перевозки грузов	До 3,5	Грузовые автомобили, специальные автомобили
N2		Свыше 3,5 до 12	Грузовые автомобили, автомобили-тягачи, специальные автомобили
N3		Свыше 12	Специальные автомобили
O1 O2 O3 O4	АТС без водителя	До 0,75 Свыше 0,75 до 3,5 Свыше 3,5 до 10 Свыше 10	Прицепы и полуприцепы

Контейнер

- **Контейнер** – элемент транспортного оборудования, многократно используемый на одном или нескольких видах транспорта, предназначенный для перевозки и временного хранения грузов, оборудованный приспособлениями для механизированной установки и снятия его с транспортных средств, имеющий постоянную техническую характеристику и объем не менее 1м³.
- Контейнеры классифицируются по четырем основным признакам: **назначению, конструкции, величине массы брутто и нетто, сфере обращения.**

- **По назначению:** универсальные, предназначенные для перевозки тарно-штучных грузов; специализированные, предназначенные для перевозки сыпучих материалов, жидких, рефрижераторных, газо-образных и других грузов.
- **По конструкции:** крытые и открытые; водонепроницаемые и негерметизированные; металлические и из полимерных материалов с металлическим каркасом и т.д.
- **По величине массы брутто и нетто:** малотоннажные – до 0,625 и 1,25т (брутто); среднетоннажные - до 2,5 (3) и 5т; крупнотоннажные - 10, 20, 30т.
- **По сфере обращения:** международные; магистральные, допущенные к перевозке на одном или нескольких видах транспорта внутри одного государства; внутризаводские.
- **Высота контейнеров** различается: 8 футов (2,438м), 8,5 футов (2,59м), 9 футов (2,74м) и 9,5 футов (2,896м).
- Для перевозки тяжелых грузов, не подверженных порче при любых погодных условиях, применяются контейнеры без крыши высотой, равной 0,5 стандартной, а также контейнеры-платформы - флеты (flats) – для укладки на них габаритных грузов.
- **Длина контейнеров** – 10, 20, 30 и 40 футов.

Лекция 2. Транспортная логистика

- 1. Технико-эксплуатационные показатели транспорта**
- 2. Маятниковый маршрут**
- 3. Кольцевой маршрут**

Систематизация технико-эксплуатационных показателей

Систематизацию технико-эксплуатационных показателей целесообразно осуществлять по шести основным группам:

1. техническому состоянию автопарка;
2. использованию времени работы подвижного состава;
3. применению скоростных качеств техники;
4. использованию пробега грузовых автомобилей;
5. применению грузоподъемности подвижного состава;
6. выработке грузового автотранспорта.

Систематизация технико-эксплуатационных показателей

В **первую** группу входят (техническому состоянию автопарка) :

- коэффициент технической готовности машин;
- коэффициент (процент) износа подвижного состава;
- средний срок службы автомобиля.

Ко **второй** группе (использованию времени работы подвижного состава) показателей относятся:

- среднее количество дней, отработанных одной машиной за год;
- средняя продолжительность одного рабочего дня;
- коэффициент использования рабочего времени;
- коэффициент выпуска подвижного состава на линию (коэффициент использования машин в работе).

Третью группу (применению скоростных качеств техники) составляют такие показатели:

- скорость движения подвижного состава – техническая и эксплуатационная;
- коэффициент использования времени для движения.

Систематизация технико-эксплуатационных показателей

К **четвертой** группе(использованию пробега грузовых автомобилей) показателей относятся:

- коэффициент использования пробега;
- средняя длина груженой ездки.

Пятая группа (применению грузоподъемности подвижного состава) включает три показателя:

- среднюю загрузенность;
- коэффициенты статического и динамического использования грузоподъемности автомашин.

В **шестую** группу(выработке грузового автотранспорта)входят:

- производительность автомобиля за рабочий день;
- объем грузооборота автопарка;
- средняя выработка на одну машину (годовая, дневная, часовая);
- выработка на один автомобиле-тонно-день нахождения машин в хозяйстве (в работе).

1. Коэффициент технической готовности:

$$a_T = \frac{A_{ГЭ}}{A_C}$$

где $A_{ГЭ}$ – количество автомобилей, готовых к эксплуатации; A_C – списочное количество автомобилей.

2. Коэффициент (процент) износа подвижного состава представляет собой отношение суммы износа грузовых автомобилей к балансовой стоимости автомашин.

3. Среднее количество дней, отработанных одной машиной за год, рассчитывается как отношение общего количества дней, отработанных автопарком за год, к среднесписочной численности грузовых автомобилей.

4. Среднюю продолжительность одного рабочего дня можно определить как отношение автомобиле-часов пребывания автопарка в наряде к автомобиле-дням работы.

5. Коэффициент использования рабочего времени определяется как отношение времени нахождения автомобилей в движении ко времени пребывания автомобилей в наряде.

6. Коэффициент выпуска подвижного состава на линию (использования машин в работе) представляет собой отношение количества автомобиле-дней работы автопарка к количеству автомобиле-дней пребывания машин в хозяйстве.

7. Коэффициент выпуска (использования) автомобилей за рабочий день:

$$a_B = \frac{A_{кэ}}{A_c}$$

где $A_{кэ}$ – количество автомобилей, находящихся в эксплуатации.

8. Коэффициент статического использования грузоподъемности за одну езду:

$$k_c^e = \frac{q_{\phi}}{q_A}$$

где q_{ϕ} – фактическое количество груза в автомобиле, т; q_A – грузоподъемность автомобиля, т.

9. Коэффициент статического использования грузоподъемности за рабочий день[^]

$$K_{\text{ст}}^{\text{р.д}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{в}}} = \frac{Q_{\text{ф1}} + Q_{\text{ф2}} + \dots + Q_{\text{фn}}}{Q_{\text{в}} \cdot n_{\text{е}}}$$

где $Q_{\text{ф}}$ – фактический объем грузоперевозок за рабочий день, т; $Q_{\text{в}}$ – возможный объем грузоперевозок за рабочий день, т; 1,2, ... n – номер ездки; $n_{\text{е}}$ – количество ездок за рабочий день.

10. Коэффициент динамического использования грузоподъемности за одну ездку:

$$K_{\text{д}}^{\text{е}} = \frac{Q_{\text{ф}} \cdot l_{\text{ег}}}{Q_{\text{в}} \cdot l_{\text{ег}}} = K_{\text{ст}}^{\text{е}}$$

где $l_{\text{ег}}$ – расстояние (длина) одной груженой ездки, км.

11. Коэффициент динамического использования грузоподъемности за рабочий день:

$$K_{\text{д}}^{\text{р.д}} = \frac{P_{\text{ф}}}{P_{\text{в}}} = \frac{Q_{\text{ф1}} \cdot l_{\text{ег1}} + Q_{\text{ф2}} \cdot l_{\text{ег2}} + \dots + Q_{\text{фn}} \cdot l_{\text{егn}}}{Q_{\text{в}} \cdot (l_{\text{ег1}} + l_{\text{ег2}} + l_{\text{ег1}} + \dots + l_{\text{егn}})}$$

где $P_{\text{ф}}$ – фактически выполненная транспортная работа за рабочий день, т·км (далее – т-км); $P_{\text{в}}$ – транспортная работа, которая могла быть выполнена, т-км.

12. Средняя загруженность одного автомобиля рассчитывается как отношение фактически выполненной транспортной работы автопарка к пробегу автопарка с грузом.

13. Годовая выработка на одну машину определяется как отношение фактически выполненной транспортной работы автопарка за год к среднесписочной численности автомобилей.

14. Коэффициент использования пробега за одну езду:

$$K_{\text{пр}} = \frac{l_{\text{г}}}{l_{\text{г}} + l_{\text{х}}}$$

где $l_{\text{х}}$ – холостой пробег, км.

15. Коэффициент использования пробега за оборот:

$$K_{\text{пр}} = \frac{\sum_{i=1}^m \sigma_i l_{\text{г}i}}{\sum_{i=1}^m \sigma_i l_{\text{г}i} + \sum_{j=1}^p \sigma_j l_{\text{х}j}}$$

где i – номер груженой ездки; m - количество груженных ездок за оборот;
 j – номер холостого пробега; p – количество холостых пробегов за оборот.

16. Коэффициент использования пробега за рабочий день:

$$K_{р.д.} = \frac{\sigma \cdot M \cdot l_{ег}}{l_{общ}}$$

где M – количество груженых ездов за рабочий день; $l_{общ}$ – пробег автомобиля за рабочий день, км.

17. При этом общий пробег рассчитывается по зависимости

$$l_{общ} = l'_0 + \frac{M}{P} \cdot l_{ег} + \frac{M}{P} \cdot l''_0 + l_{ост}$$

где l'_0 – первый нулевой пробег, км; P – количество холостых пробегов за рабочий день; l''_0 – второй нулевой пробег, км.

18. Техническая скорость:

$$V_t = \frac{l_{общ}}{t_{дв}}$$

где $t_{дв}$ – время движения, ч.

Следует отметить, что время движения ($t_{дв}$) включает кратковременные остановки, регламентированные правилами дорожного движения.

19. Эксплуатационная скорость:

$$V_{эк} = \frac{l_{общ}}{T_v}$$

где T_v – время работы автомобиля в наряде, ч.

20. Коэффициент использования времени для движения определяется как отношение эксплуатационной скорости движения к технической скорости движения.

21. Объем грузооборота автопарка представляет собой произведение годовой выработки на одну машину и среднесписочной численности автомобилей.

22. Количество ездки за рабочий день:

$$n_{\text{езд}} = \frac{T_{\text{м}}}{t_{\text{е}}}$$

где $T_{\text{м}}$ – время работы автомобиля на маршруте, ч; $t_{\text{е}}$ – время одной ездки, ч.

23. Время одной ездки определяется по уравнению

$$t_{\text{езд}} = t_{\text{дв}} + t_{\text{п.р}} = t_{\text{ег}} + t_{\text{х}} + t_{\text{п.р}} = \frac{t_{\text{ег}} + t_{\text{х}}}{v_{\text{т}}} + t_{\text{п.р}} = \frac{t_{\text{ег}}}{v_{\text{е}} v_{\text{т}}} + t_{\text{п.р}}$$

где $t_{\text{п.р}}$ – время на погрузку и разгрузку, ч; ездки, ч; $t_{\text{ег}}$ – время груженой ездки, ч; $t_{\text{х}}$ – время холостого пробега, ч.

24. Производительность автомобиля за рабочий день рассчитывается по формуле

$$P_{\text{авт}} = n_{\text{езд}} Q_{\text{е}} = \frac{Q_{\text{е}} n_{\text{езд}}}{t_{\text{езд}}} = \frac{Q_{\text{е}} n_{\text{езд}}}{\frac{t_{\text{ег}}}{v_{\text{е}} v_{\text{т}}} + t_{\text{п.р}}}$$

где $Q_{\text{е}}$ – фактический объем грузоперевозки за одну ездку, т;

Анализ зависимости

Производительность автомобиля (определенной марки и модели) повышается в результате сокращения времени на погрузку и разгрузку, а также в результате увеличения:

- **технической скорости автомобиля;**
- **коэффициента статического использования грузоподъемности автомобиля за рабочий день;**
- **коэффициента использования пробега за рабочий день;**
- **продолжительности работы в течение суток.**

К экономическим показателям эффективности работы подвижного состава относятся:

- **себестоимость 1 т-км;**
- **себестоимость 1 км;**
- **себестоимость 1 ч работы.**

Маятниковые маршруты. Расчет и графическое представление

- **Маршрут движения** – путь следования автомобиля при выполнении перевозок.
- **Длина маршрута** – путь, который автомобиль проходит от начального до конечного пункта маршрута.

Маршруты движения бывают **маятниковыми и кольцевыми**.

- **Маятниковый маршрут** – такой маршрут, при котором путь следования автомобиля между двумя грузопунктами неоднократно повторяется.

Маятниковые маршруты бывают:

1. **с обратным холостым пробегом** ($p < 0,5$ или $p = 0,5$);
2. **с обратным, неполностью груженым пробегом** ($0,5 < p < 1$);
3. **с обратным груженым пробегом** ($p = 1$).

Маятниковый маршрут с обратным холостым пробегом

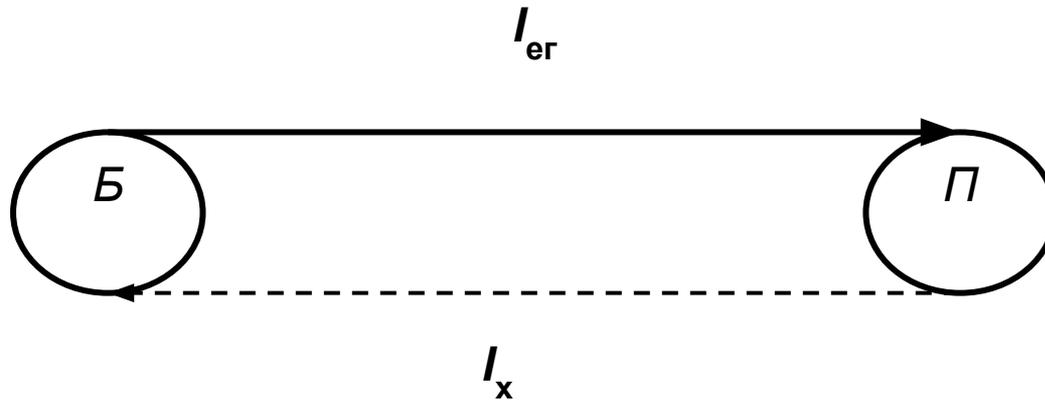
Характеризуется следующими основными технико-эксплуатационными характеристиками:

- **время ездки** равно времени оборота;
- **время оборота** (t_o) равно сумме времени груженой ездки, времени холостого пробега и времени под погрузку и разгрузку;
- **объем грузоперевозок** за рабочий день равен произведению фактического количество груза, транспортируемого в автомобиле за груженую ездку, на количество оборотов за рабочий день.

Маятниковый маршрут с обратным холостым пробегом

- Как показывает практика, *самым распространенным и при этом самым неэффективным* видом маятниковых маршрутов в практике хозяйственной деятельности является маршрут с обратным холостым пробегом
- Примером маятникового маршрута с обратным холостым пробегом является следующая производственная ситуация: на конкретную дату потребителю необходимо доставить 100 тонн груза с помощью одного самосвала грузоподъемностью 10 тонн, то есть самосвал сделает 10 груженых ездов потребителю.

Маятниковый маршрут с обратным холостым пробегом



Графическое представление маятникового маршрута с обратным холостым пробегом

Б – товарная база (место загрузки транспорта); *П* – потребитель товара;
 $I_{ег}$ – груженная ездка; I_x – холостой (порожний) пробег.

Основные определения

1. **Груз** – товар или материальный ресурс, принятый к перевозке. Если груз упакован в определенную тару и защищен от внешних механических и атмосферных воздействий, он называется транспортабельным.
2. **Ездка** – законченная транспортная работа, включающая погрузку товара, движение автомобиля с грузом, выгрузку товара и подачу транспортного средства под следующую погрузку.
3. **Груженная ездка** – движение автомобиля с грузом.
4. **Порожний (холостой) пробег** – движение автомобиля без груза.
5. **Оборот** – выполнение автомобилем одной или нескольких транспортных работ (ездок) с обязательным возвращением его в исходную точку.
6. **Время на маршруте** – период времени с момента подачи автомобиля под первую погрузку до окончания последней выгрузки.

Основные определения

7. **Время в наряде** – это период времени с момента выезда автомобиля из автопарка до момента его возвращения в автопарк.

8. **Первый нулевой пробег** – движение автомобиля из автопарка к месту первой погрузки.

9. **Второй нулевой пробег** – движение автомобиля из места последней разгрузки в автопарк (место ночной стоянки).

10. **Техническая скорость** (U_T)

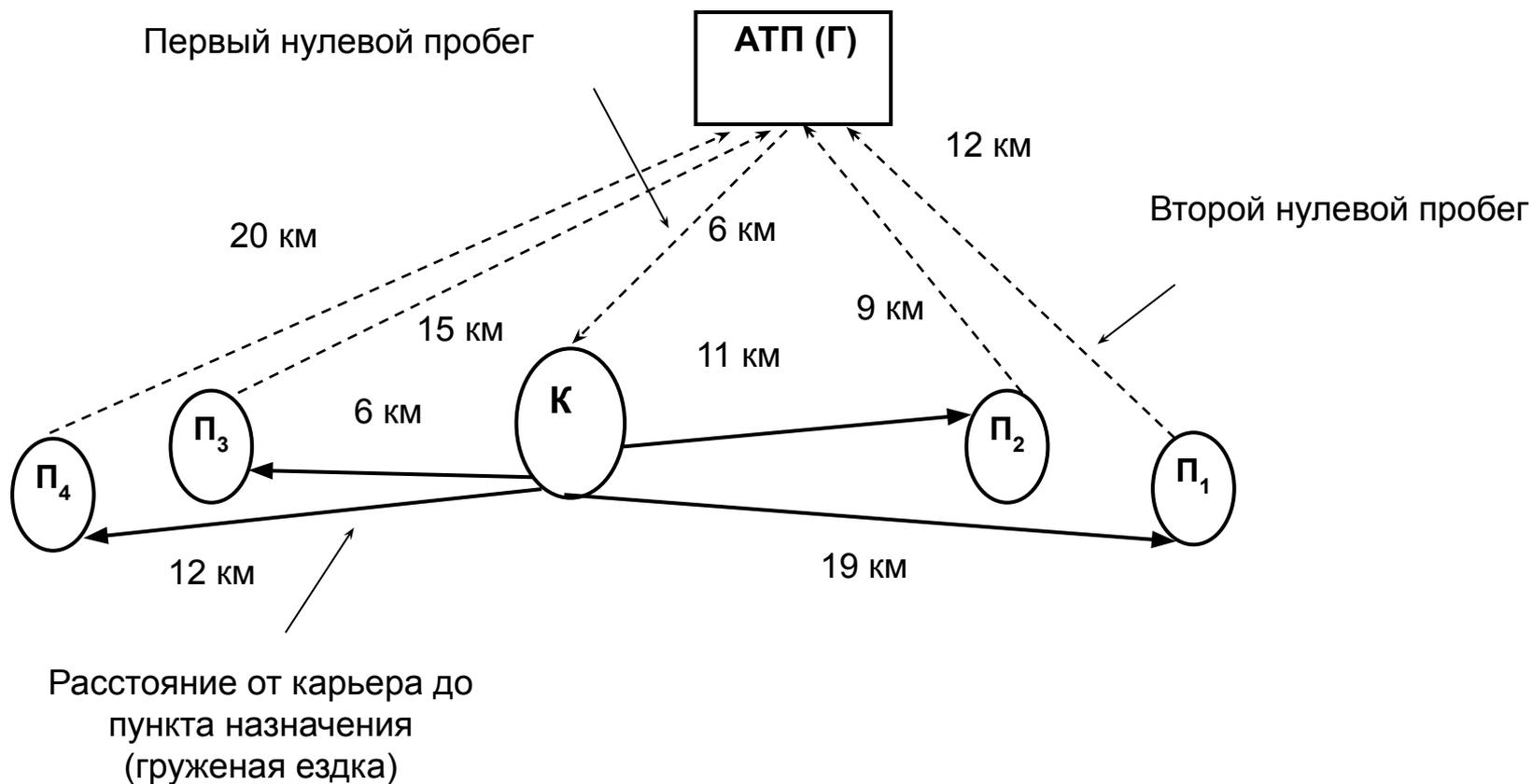
$$V_t = l_{\text{общ}} / t_{\text{дв}}$$

- где $l_{\text{общ}}$ – общий пробег автомобиля за рабочий день, км.
- $t_{\text{дв}}$ – время движения, которое включает кратковременные остановки, регламентированные правилами дорожного движения, ч.

Задача

- В соответствии с заключенными договорами на оказание транспортных услуг автотранспортное предприятие (АТП) 24 июня 2016 г. должно обеспечить доставку песка четырем потребителям P_1 , P_2 , P_3 и P_4 потребности которых составляют соответственно **20, 30, 35 и 40 м³**.
- При этом оговорено, что доставка должна быть обеспечена независимо от времени рабочего дня.
- Расстояния в километрах пути между АТП и потребителями, а также между потребителями и карьером (К) откуда будет осуществляться доставка песка, представлены на схеме

Схема взаимного размещения автотранспортного предприятия (АТП), карьера (К) и потребителей (П)



Методические рекомендации

- Транспортировка груза в соответствии с договорами будет осуществляться автомобилями МАЗ 5551 с емкостью грузовой платформы 5 м^3 .
- В этой связи в пункт Π_1 потребуется сделать 4 ездки ($20 \text{ м}^3 : 5 \text{ м}^3$),
- в пункты Π_2 , Π_3 и Π_4 – 6, 7 и 8 ездов соответственно.
- Наряду с этим принималось, что время работы автомобилей в наряде – 8 часов, техническая скорость – 40 км/час, а суммарное время (простой) под погрузкой-разгрузкой – 15 минут.
- Так как договора заключаются с каждым потребителем отдельно, в этой связи для каждого потребителя требуется определить необходимое количество автомобилей для его обслуживания, а также путь, который проходит это количество автомобилей.
- Для обслуживания потребителя, например, за 8-ми часовой рабочий день может потребоваться один и более автомобилей. Поэтому, во-первых, необходимо определить то количество автомобилей, которое нужно для обслуживания потребителя за время работы в наряде (8 часов) по формуле:

$$\left(\frac{\text{Первый нулевой пр.} + \left(\text{Груж. езд.} \cdot \left(2 \cdot \frac{\text{Потребность потребителя}}{\text{Грузоподъемность автомобиля}} - 1 \right) \right) + \text{Второй нулевой пр.}}{\text{Средняя техническая скорость}} \right) +$$

$$\frac{\text{Время работы в наряде}}{\text{Средняя техническая скорость}}$$

$$+ \frac{\frac{\text{Потребность потребителя}}{\text{Грузоподъемность автомобиля}} \cdot \text{Суммарный простой под погрузку-разгрузку}}{\text{Время работы в наряде}}$$

Так, необходимое количество автомобилей для первого потребителя (Π_1) составит:

$$\frac{\left(\frac{6 + \left(19 \cdot \left(2 \cdot \frac{20}{5} - 1 \right) \right) + 12}{40} \right) + \frac{20}{5} \cdot 0,25}{8} = 0,6.$$

Необходимое количество автомобилей для второго потребителя (Π_2):

$$\frac{\left(\frac{6 + \left(11 \cdot \left(2 \cdot \frac{30}{5} - 1 \right) \right) + 9}{40} \right) + \frac{30}{5} \cdot 0,25}{8} = 0,61.$$

Необходимое количество автомобилей для третьего потребителя (Π_3):

$$\frac{\left(\frac{6 + \left(6 \cdot \left(2 \cdot \frac{35}{5} - 1 \right) \right) + 15}{40} + \frac{35}{5} \cdot 0,25 \right)}{8} = 0,53.$$

Необходимое количество автомобилей для четвертого потребителя (Π_4):

$$\frac{\left(\frac{6 + \left(12 \cdot \left(2 \cdot \frac{40}{5} - 1 \right) \right) + 20}{40} + \frac{40}{5} \cdot 0,25 \right)}{8} = 0,89.$$

Путь, который проходят автомобили (полученное количество автомобилей) при обслуживании соответствующего потребителя определяется по следующей формуле:

$$\begin{aligned}
 & \text{Первый нулевой пр.} \cdot \text{Полученное кол - во автомобилей} + \\
 & + \text{Груж. езд.} \cdot \left(2 \cdot \frac{\text{Потребность потребителя}}{\text{Грузопод-сть автавтомобиля}} - 1 \cdot \text{Получ. кол - во. автомобилей} \right) + \\
 & \text{Второй нулевой пр.} \cdot \text{Полученное кол - во автомобилей.}
 \end{aligned}$$

Так, путь, который проходит полученное количество автомобилей (1 автомобиль) для обслуживания первого потребителя составит:

$$6 \text{ км} + 19 \cdot \left(2 \cdot \frac{20}{5} - 1 \cdot 1 \right) + 12 \cdot 1 = 151$$

Дневной пробег автомобилей по обслуживанию четырех потребителей согласно договорам составит 592 км
(151+136+99+206км)

Минимизация совокупного порожнего пробега

- Таким образом, возможна в случае выполнения следующих двух условий:
- 1. Построение маршрутов по обслуживанию потребителей (пунктов назначения) необходимо осуществлять таким образом, чтобы на пункте назначения, который имеет минимальную разность расстояния от него до автотранспортного предприятия и расстояния от товарной базы (в нашем случае, карьера) до этого пункта назначения (разность второго нулевого пробега и груженой ездки), заканчивало свою дневную работу, возвращаясь на автотранспортное предприятие, максимально возможное число автомобилей.
- При этом данное максимальное число определяется количеством ездок, которое необходимо сделать в этот пункт назначения. Так, если общее число автомобилей по обслуживанию всех потребителей равно или меньше количества ездок, которое необходимо сделать в указанный пункт назначения, то все эти автомобили проедут через данный пункт назначения, сделав последнюю груженую ездку в конце рабочего дня при возвращении на АТП.
- В противном случае, если общее число автомобилей по обслуживанию всех потребителей больше количества ездок, которое необходимо сделать в указанный пункт назначения, то автомобили, которые входят в превышающее число, должны оканчивать свою дневную работу на пункте назначения, имеющем следующее по величине минимальное значение разности второго нулевого пробега и груженой ездки и т.д.

2. Общее число автомобилей, работающих на всех маршрутах при обслуживании потребителей, должно быть минимально необходимым. Это достигается обеспечением максимально полной загрузки автомобилей по времени в течение рабочего дня (например, восьмичасовой рабочей смены).

С учетом вышепредставленных условий запишем структурную математическую модель оптимизации маятниковых маршрутов:

$$L = \sum_{j=1}^n (l_{\text{вп}}^{\Pi_j} - l_j) \cdot X_j \rightarrow \min,$$

$$0 \leq X_j \leq Q_j, \quad \sum_{j=1}^n X_j = N \rightarrow \min,$$

при условиях:

где L – совокупный порожний пробег, км;

j – номер потребителя;

n – количество потребителей;

$l_0^{\Pi_j}$ – расстояние от пункта назначения (Π_j) до автотранспортного предприятия (второй нулевой пробег), км;

$l_{\text{кп}j}$ – расстояние от товарной базы (в нашем случае, карьера К) до пункта назначения (Π_j) (груженная ездка), км;

X_j – количество автомобилей, работающих на маршрутах с последним пунктом разгрузки (Π_j);

Q_j – необходимое количество ездов в пункт назначения (Π_j);

N – общее число автомобилей, работающих на всех маршрутах

Маятниковый маршрут с обратным, полностью груженым пробегом

Характеризуется следующими основными технико-эксплуатационными характеристиками:

- **время оборота** (t_o) равно сумме времени движения с грузом и времени под погрузку и выгрузку;
- **суточный объем перевозки** равен произведению грузоподъемности автомобиля, статического коэффициента использования грузоподъемности и количества ездов с грузом;
- **суточный грузооборот** равен произведению суточного объема перевозок на сумму средних расстояний движения с грузом (оборот);
- **время работы автомобиля на маршруте** (T_m) равно разности времени работы в наряде (T_n) и времени, затраченном на нулевые пробеги;
- **коэффициент использования пробега автомобиля** равен отношению длины пути с грузом за сутки к сумме длины пути с грузом за сутки и длины нулевых пробегов.

Маятниковый маршрут с обратным, неполностью груженым пробегом

Характеризуется следующими основными технико-эксплуатационными характеристиками:

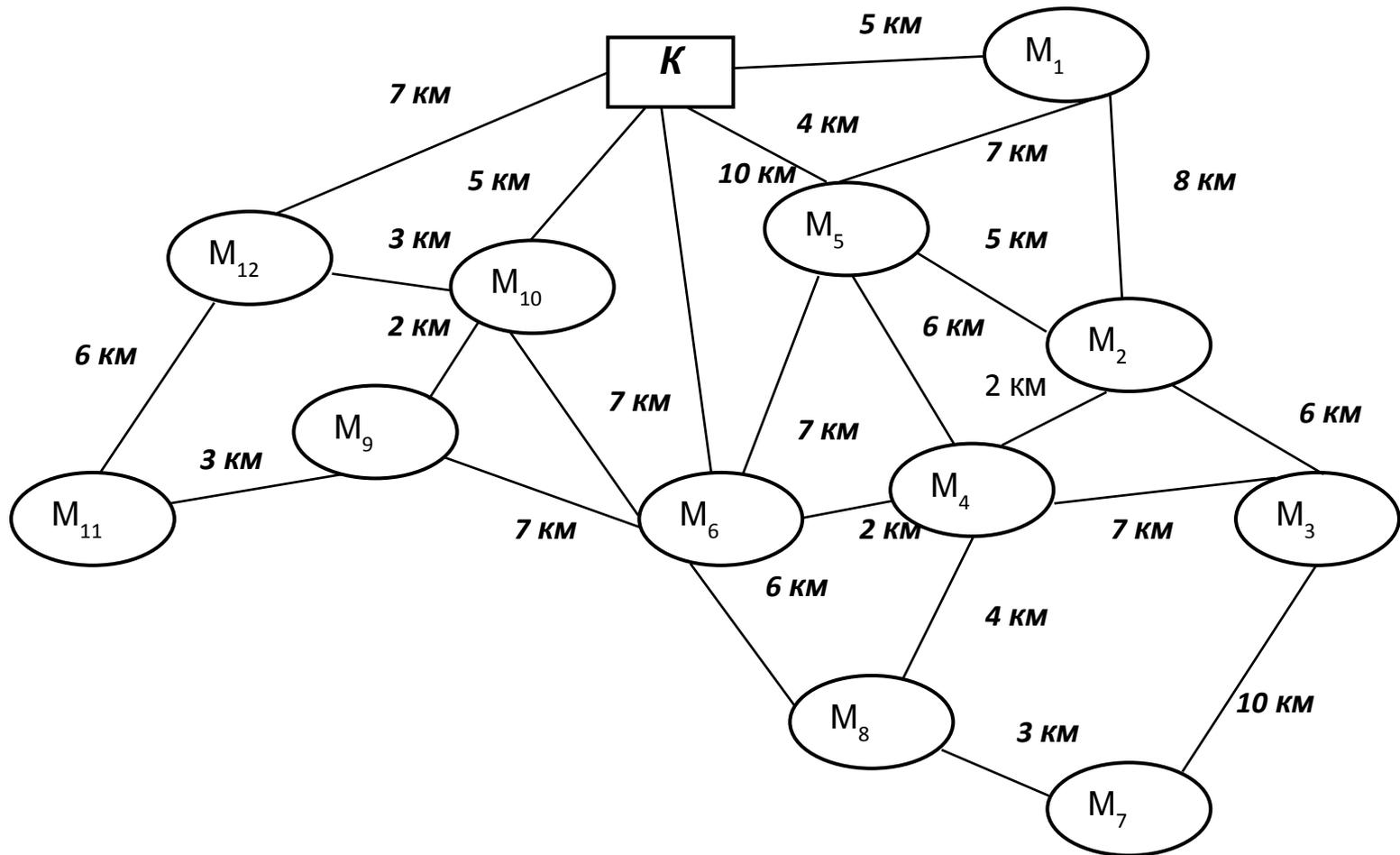
- **время оборота** (t_0) равно сумме времени движения с грузом, времени движения без груза и времени под погрузку и выгрузку;
- **суточный объем перевозки** равен произведению грузоподъемности автомобиля, статического коэффициента использования грузоподъемности и количества ездов с грузом;
- **суточный грузооборот** равен произведению суточного объема перевозок на сумму средних расстояний движения с грузом (одной ездки);
- **время работы автомобиля на маршруте** (T_m) равно разности времени работы в наряде (T_n) и времени, затраченном на нулевые пробеги;
- **коэффициент использования пробега автомобиля** равен отношению длины пути с грузом (одной ездки) к сумме длины пути с грузом и в холостую (оборот).

Кольцевой маршрут

- ***Кольцевой маршрут*** – маршрут движения автомобиля по замкнутому контуру, соединяющему несколько потребителей (поставщиков).
- Различают развозочные, сборные и сборно-развозочные кольцевые маршруты.
- ***Развозочным маршрутом*** называется такой маршрут, при котором продукция загружается у одного поставщика и развозится нескольким потребителям.
- ***Сборный маршрут*** – это маршрут движения, когда продукция получается у нескольких поставщиков и доставляется одному потребителю.
- ***Сборно-развозочный*** маршрут представляет собой сочетание первых двух.

Задача

- Решение подобных задач рассмотрим на следующем примере развозки товаров. В соответствии с заказами потребителей городская овощная база обязуется 24.06.2016 г. обеспечить доставку овощей и фруктов согласно схеме представленной на рисунке.
- При этом известно, что удовлетворение потребностей соответствующих потребителей, которые отражены в таблице, будут осуществляться посредством автотранспорта грузоподъемностью 4 тонны.
- Требуется найти m замкнутых путей $l_1, l_2, \dots, l_k, \dots, l_m$ из единственной общей точки K , чтобы выполнялось следующее условие:
$$\sum_{k=1}^m l_k \rightarrow \min.$$



Пункты назначения	Потребность, тонн	Пункты назначения	Потребность, тонн
M_1	1	M_7	1
M_2	2	M_8	2
M_3	2	M_9	1
M_4	3	M_{10}	2
M_5	2	M_{11}	1
M_6	1	M_{12}	2

Алгоритм реализации метода математического моделирования

- Строится кратчайшая сеть, связующая товарную базу и все пункты назначения без замкнутых контуров, начиная с пункта, который отстоит на минимальном расстоянии от товарной базы (в нашем случае это пункт M_5).
- Далее сеть строится таким образом, чтобы совокупный путь, соединяющий все пункты назначения и товарную базу (овощную базу K), был минимальным.
- Затем по каждой ветви сети, начиная с пункта, наиболее удаленного от товарной базы K (считая по кратчайшей связующей сети – это пункт M_{10}), группируются пункты на маршруты с учетом количества ввозимого груза и грузоподъемности (вместимости) развозочного автотранспорта. При этом сумма грузов по группируемым пунктам маршрута должна быть равной или немного меньше грузоподъемности автомобиля, а общее число автомобилей – минимально необходимым.
- Определяется рациональный порядок объезда пунктов каждого маршрута (на примере маршрута № 2). Для этого строится таблица-матрица, в которой по диагонали размещаются пункты, включаемые в маршрут, и начальный пункт K , а в соответствующих клетках – кратчайшее расстояние между ними согласно рисунку

Сущность графического метода оптимизации кольцевых маршрутов

- 1. На тетрадном листе «в клетку», на котором отмечены координатные оси, строится карта-схема реальной зоны обслуживания с нанесением в масштабе точек-потребителей и товарной базы (масштаб карты: 1 клетка = 1 км²). Вертикальные и горизонтальные линии сетки представляют собой дороги, которые могут быть использованы для поездок из одного пункта в любой другой пункт на карте. При этом движение транспорта осуществляется только по горизонтальным или вертикальным линиям сетки (исключается движение по диагоналям клеточек).
- 2. Осуществляется группировка пунктов-потребителей на маршруты с учетом их потребностей и грузоподъемности автомобильного транспорта, участвующего в грузоперевозке. При этом используется алгоритм Свира или другими словами эффект дворника-стеклоочистителя. Воображаемым лучом, исходящим из товарной базы (в нашем примере, точка К) и постепенно вращающимся по или (и) против часовой стрелке, начинаем «стирать» с координатного поля изображенных на нем потребителей. Как только сумма потребностей «стертых» потребителей достигает грузоподъемности (вместимости) автомобиля, фиксируется сектор, обслуживаемый одним кольцевым маршрутом, и намечается путь объезда потребителей. Аналогичным образом формируются маршруты для оставшихся потребителей.
- Следует отметить, что данный метод дает точные результаты лишь в том случае, когда зона обслуживания имеет разветвленную сеть дорог, а также когда расстояния между узлами транспортной сети по существующим дорогам прямо пропорционально расстоянию по прямой.

Реализация комбинированного метода

- Рассмотрим на примере развозки товара согласно условию представленной выше задачи. Заметим, что применение комбинированного метода, также как и графического, предполагает наличие карты-схемы реальной зоны обслуживания (с соблюдением масштаба), на которую наносятся точки-потребители и товарная база.
- 1. Используя эффект дворника-стеклоочистителя (графический метод), осуществляется группировка пунктов-потребителей на маршруты с учетом их потребностей и грузоподъемности (вместимости) автомобильного транспорта, участвующего в грузоперевозке. При этом воображаемый луч вращается как по часовой, так и против часовой стрелки. В результате составляется таблица предварительных маршрутов объезда пунктов назначения

ВЫВОД

- Анализ алгоритма и порядок оптимизации кольцевых развозочных маршрутов указывает на высокую трудоемкость расчетных работ, что не позволяет в должной мере использовать подобный подход на практике. Данный факт обуславливает необходимость применения представленного ниже алгоритма