



Е.Е. Витвицкий

ТЕОРИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ  
И СИСТЕМ

(Грузовые автомобильные перевозки)

Учебное пособие

Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная  
академия (СибАДИ)»

Е.Е. Витвицкий

ТЕОРИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ  
И СИСТЕМ  
(Грузовые автомобильные перевозки)

Учебное пособие

Омск 2010

УДК 656.135.073  
ББК 65.9.(2) 373  
В 54

*Рецензенты:* д-р техн. наук, проф. Л.Б. Миротин, МАДИ (ГТУ);  
канд. техн. наук., доц. В.И. Рассоха, ОГУ

Работа одобрена редакционно-издательским советом в качестве учебного пособия для специальности 190701 – «Организация перевозок и управление на транспорте».

**Витвицкий Е.Е.**

**В 54 Теория транспортных процессов и систем** (Грузовые автомобильные перевозки): учеб. пособие – Омск: СибАДИ, 2010.– 207 с.

ISBN

Рассмотрены методы планирования и организации перевозками грузов автомобильным транспортом.

С позиций системного подхода, дискретного представления о протекании транспортного процесса изложены положения теории грузовых автомобильных перевозок и математические модели расчета выработки автомобилей.

Рассчитано на студентов, аспирантов, научных и практических работников, занимающихся проектированием, организацией и оперативным планированием перевозок грузов. Может использоваться специалистами автомобильного транспорта в их практической деятельности и в целях повышения квалификации.

Табл. 49. Ил. 67. Библиогр.: 6 назв.

ISBN

© ГОУ «СибАДИ», 2010

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В современном мире транспорт, прежде всего автомобильный, оказывает колоссальное влияние на существование человека. Влияние не только положительное, но и отрицательное. Автомобильный транспорт, при неграмотном использовании, становится конкурентом самому человеку. Для работы автомобильные двигатели потребляют кислород атмосферного воздуха, чистую воду для производства и эксплуатации автомобилей, для строительства дорог отчуждаются, в основном, пахотные земли, которые при этом не могут быть использованы для производства продуктов питания. Для создания стоянок, гаражей, производственных помещений занимает территория в местах проживания людей, лишая спортивных и детских площадок, мест для отдыха, парков и скверов и т.д. Вследствие этого на организатора автомобильных грузовых перевозок, на результаты его деятельности ложится дополнительная ответственность, поскольку для исправления неверных решений, если это еще возможно, потребуются опять денежные средства и время, которых может и не быть или их ранее не предусматривалось.

Современная коммерческая деятельность, на автомобильном транспорте в том числе, требует точных ответов на точно поставленные вопросы. Организатор перевозок должен научиться и ставить вопросы, и на них отвечать. Основой этому является в том числе знание теории грузовых автомобильных перевозок. Целью грузовых автомобильных перевозок является своевременное и качественное удовлетворение потребностей предприятий, организаций и населения в перевозках грузов с минимальными транспортными издержками и транспортным ущербом для окружающей среды. Перевозка грузов представляет собой сложный процесс последовательных, взаимосвязанных и взаимовытекающих операций, регламентирующих все действия по перемещению материалов от места их производства до места потребления.

Условно профессиональную деятельность организатора перевозок грузов автомобилями на уровне АТП можно разделить на:

– предоставление автотранспортных средств Заказчикам (прокат, аренда, на условиях почасовой оплаты и т.п.), когда Заказчик получает автомобиль в свое пользование и использует его, как умеет. На сегодня это самая распространенная услуга, предоставляемая владельцами транспорта;

– организацию перевозок груза силами АТП, когда владельцы транспорта, согласно Договору, организуют перевозку грузов, грузоотправители загружают транспортные средства, грузополучатели разгружают прибывающие автомобили. Высшей формой организации являются централизованные перевозки - полное транспортное обеспечение потребностей заказчика, включая транспортно-экспедиционное обслуживание. Иначе такое обслуживание

можно назвать «забота». В результате такой «заботы» Заказчики услуг освобождаются от несвойственных их основной деятельности функций.

Организатор перевозок для выполнения профессиональных обязанностей должен знать и уметь многое, если не все. Согласно требованиям Государственного стандарта образования выпускник должен знать смежные технологии, например – перевозим кирпич на поддонах – должен знать когда, где, как и зачем его используют. Знания должны обеспечивать обязательное требование – обеспечение сохранности груза при погрузке, разгрузке, перевозке и хранении. Если при перевозке груз может быть поврежден или утрачен – перевозка теряет смысл. Организатор перевозок работает, прежде всего, с людьми. Отсюда требования – коммуникабельность, общительность, доступность, навыки общения с людьми разной квалификации, умелости, грамотности – для получения единственного результата и только положительного. Организатор перевозок должен знать подвижной состав, его назначение и применение, свойства грузов, тару и упаковку, уметь заключать договора на оказание услуг, организовывать и управлять перевозками любых грузов, уметь правильно ставить и решать различные профессиональные задачи. Организатор перевозок должен знать и выполнять требования к безопасности перевозок грузов, как к безопасности перевозимых грузов, так и безопасности перевозок для окружающей среды, людей, техники, сооружений и других грузов. Практика перевозок грузов автомобильным транспортом настолько многообразна, что на сегодня имеется не один десяток практических изданий, где сегодняшние специалисты делятся опытом по различным аспектам перевозочной деятельности, для оказания помощи в организации перевозок. Однако ни одно практическое пособие не в состоянии дать такой положительный результат, как теория грузовых автомобильных перевозок. Именно поэтому организатор перевозок должен знать теоретические положения грузовых автомобильных перевозок, что позволит ему избежать множества ошибок.

В качестве примера приведем образец неправильных действий организатора автомобильных перевозок. На городских перевозках продуктов питания водитель, кроме управления автомобилем, зачастую выполняет функции слесаря по ремонту автомобиля, экспедитора, сам определяет себе маршрут, оформляет вместо грузоотправителей (грузополучателей) товарно-транспортные и товарно-сопроводительные документы, собирает выручку за доставленный груз, сдает собранные денежные средства в кассу и т.д. В определенных условиях, набравшись опыта, водитель увольняется, и на рынке автотранспортных услуг появляется еще один перевозчик, поскольку он многое знает и умеет. Так предприниматели «плодят» конкурентов самим себе.

Профессионалы по организации перевозок нужны не только в АТП, но и в органах власти. От их решений также зависят стоимость перевозимых грузов и цены реализуемых товаров и услуг.

## ВВЕДЕНИЕ

При любом типе экономики и государственного устройства задачей транспорта, в том числе и автомобильного, было и остается своевременное и качественное удовлетворение потребностей предприятий, организаций и населения в перевозках грузов.

Во многих трудах по организации грузовых автомобильных перевозок приводятся цитаты, где работа автотранспорта отождествляется с кровеносной системой организма. И это не преувеличение.

Автомобили участвуют во множестве процессов человеческой практики. В одних они вспомогательные, на первый взгляд, средства, в других – основной элемент. Когда автотранспорт работает не так, это узнают все. Несвоевременно привезенный раствор на строительную площадку – протой бригад штукатуров и каменщиков, переполненные автотранспортом дороги – несвоевременно доставленная мебель покупателям, неправильно припаркованные автомобили – и одной полосы дороги для движения уже нет.

*Автомобильный транспорт* развивается как неотъемная часть единой транспортной системы страны. Выполняет перевозки грузов для всех отраслей народного хозяйства, являясь заключительным этапом технологического процесса производства почти всех товаров. В настоящее время в нашей стране автомобильным транспортом перевозится около 60 % общего объема перевозок грузов. В России функционирует до миллиона участников рынка автотранспортных услуг, около 80 % владельцев имеют до 20 автомобилей. Численность транспортных средств малых предприятий является преобладающей, при этом ими выполняется только 28 % от общего объема перевозок грузов автомобильным транспортом (А.Б. Пинсон. Усиление роли государства в повышении рентабельности автотранспортных систем// Автотранспортное предприятие. 2008. №7.)

В отличие от магистральных видов транспорта, согласно действующему законодательству, автомобильный не отнесен не только к компетенции федеральных властей, но и к предмету совместного ведения Федерации и ее субъектов, а подлежит правовому регулированию органами местного самоуправления субъектов Российской Федерации.

Автомобильный транспорт является составной частью единой транспортной системы страны. Под **транспортной системой** понимается совокупность путей сообщения, перевозочных средств, технических устройств и механизмов, средств управления и связи, обустройств всех видов транспорта, объединенных системой технологических, технических, информационных, правовых и экономических отношений. Транспортная система объединяет железнодорожный, морской, речной, воздушный, автомобильный, газонефтепроводный и промышленный виды транспорта.

Автомобильный транспорт для железнодорожного, морского, речного, воздушного видов транспорта выполняет роль подвоза-вывоза грузов; там, где этих видов транспорта нет, автомобильный транспорт – основной перевозчик грузов.

Приспособление подвижного состава к процессам погрузки-разгрузки, к свойствам перевозимых грузов, геометрическим размерам тары и упаковки, окружающей среде, к поверхности передвижения – специализация – позволяет грузоотправителям и грузополучателям существенно снижать затраты на тару и упаковку, сохранять качество товаров, предупреждать порчу и потери при перевозке, на складирование и погрузочно-разгрузочные работы и многое другое.

Развитие автомобильного транспорта способствует росту экономической активности предприятий и населения обслуживаемых регионов.

Успешное развитие транспортной отрасли возможно только в случае учета специфических особенностей транспортной сферы материального производства. А чтобы учитывать эти особенности, их нужно знать.

За время проводимых реформ от отлаженной централизованной системы автотранспорта общего пользования к началу 1999 г. пришли к полной децентрализации управления и контроля за работой автомобильного транспорта. Каждое автотранспортное предприятие стало самостоятельным. Произошла массовая приватизация грузовых АТП. При наличии спада объемов строительства, промышленного и сельскохозяйственного производства, сокращения объемов перевозок развернулась жесткая конкуренция. Множество вновь организованных фирм пошли по пути приобретения собственного транспорта, что еще больше усугубило положение для АТП и предпринимателей, работающих по найму. С 1996 г. в ряде регионов начали создаваться инициативные группы по объединению на добровольных началах автотранспортных предпринимателей (автотранспортный союз Московского региона АСМОР, ассоциация транспорта Ростовской области и др.).

Транспортная нагрузка на внутренний валовой продукт, являющаяся одним из главнейших факторов, определяющих конкурентоспособность отечественной экономики в России, в 3 раза больше, чем в США, и почти на порядок выше, чем в Германии, и достигла 20 % ВВП. (Валовая продукция автомобильного транспорта определяется как сумма выручки от перевозки грузов на грузовых автомобилях, части выручки от погрузочно-разгрузочных и экспедиторских операций, эксплуатации ведомственного транспорта, доходов от эксплуатации складов, выручки грузовых автостанций и выручки от перевозки грузов грузовыми таксомоторами, связанными с обслуживанием сферы материального производства). Когда в СССР заговорили о наличии в стране транспортной проблемы, отдельные транс-

портные затраты на один рубль произведенного валового общественного продукта составляли 4,35 коп. в 1970 г. и 5,1 коп. в 1980 г.).

В связи с ростом транспортных тарифов возникли определенные ограничения транспортно-экономических связей. Перевозки на дальние расстояния многих видов продукции стали невыгодными, снизилась конкурентоспособность отечественной продукции, как на внешнем, так и на внутреннем рынке.

Основными причинами низкой рентабельности и убыточности перевозок являются:

- ликвидация системы управления перевозками;
- снижение объема перевозок при сохранении всей инфраструктуры видов транспорта и незначительном снижении численности производственного персонала;
- отставание роста доходных ставок от роста цен на потребляемые транспортом топливо, электроэнергию, материалы и технические средства.

После 1990 г. некоторые признаки рыночной экономики в России формировались стихийно, без учета накопленного опыта работы автотранспорта в условиях плановой экономики и серьезных научных обоснований. Только в конце 1990-х годов у руководства транспортом России появилось понимание того, что от работы транспорта зависит не только бесперебойное и безопасное функционирование экономики, но и надежное сохранение федерализма и государственного устройства страны.

На федеральном уровне необходимо не только обеспечить выполнение задачи расширенного воспроизводства транспортных систем, но и обеспечить такое государственное управление, которое приводило бы к снижению транспортных издержек в цене готовой продукции всех отраслей материального производства и повышало бы за счет этого конкурентоспособность производителей.

Стихийный рынок товаров и услуг создает непредсказуемый характер грузопотоков, способствует непроизводительному использованию транспортных средств, перегруженности дорожной сети и, как следствие, увеличению транспортных затрат, ухудшению экологической обстановки, повышению аварийности. В этих условиях роль государства в управлении и регулировании перевозок должна быть более активной, более точной, более целенаправленной, более научно обоснованной.

В процессе экономических преобразований оказалась разрушенной система контроля и учета объемов перевозок грузов.

Первичными учетными документами ранее действовавшей системы учета работы автомобильного транспорта были формы путевой и товарно-транспортной документации. В последнее время стали применяться различные сопроводительные документы и роль транспортной накладной упала. На грузовом транспорте увеличивается удельный вес свободных



(договорных) тарифов, к тому же, наиболее динамично развивающаяся группа перевозчиков – индивидуальные владельцы, оказалась не охвачена вообще перевозочной документацией, что привело к тому, что статистические органы не имеют возможности определить истинные объемы перевозимых грузов и показатели работы подвижного состава.

Отсутствие механизма учета и контроля объемов перевозок в натуральном и стоимостном выражениях, выполняемых индивидуальными предпринимателями, не только приводит к большим потерям для государственного бюджета, но и не позволяет получить достоверную информацию о выполненных объемах перевозок.

Важной особенностью первичных документов была привязка их к системам расчетов с клиентурой и оплаты труда водителей. Ранее действовали в основном две формы таких расчетов – сдельная и почасовая. Причем сдельная система учета работы автомобилей составляла 85-90 % от объемов перевозок, остальные – почасовая. В настоящее время, по данным обследования, приведенным НИИАТ, сдельная оплата труда составляет только 10-15 %. По остальным перевозкам применяются система по километровой, поденной оплаты, а также договорные системы расчетов, в том числе бартерные, при которых не учитывается ни масса груза, ни количество ездов.

Существующая система организации перевозок привела к тому, что изменяются отношения между заказчиками и исполнителями перевозок. Огромное число заказчиков перевозок не являются ни грузоотправителями, ни грузополучателями. Заказчик-плательщик заказывает автомобиль и определяет, откуда и куда перевезти груз, но это не его груз, и пункты погрузки и разгрузки к нему никакого отношения не имеют.

В современных условиях (становления рынка автотранспортных услуг) требуется иметь ответы не в общем (среднем), а конкретные в данный момент. В рыночных условиях в лучшем положении оказывается тот владелец транспортных средств, который готов предоставить услуги широкой номенклатуры и высокого качества. Но для этого необходимо применять современные технологии перевозки грузов.

Практика выполнения перевозок грузов автотранспортными средствами показала наличие множества особенностей, обуславливающих необходимость знания теории грузовых автомобильных перевозок. Следует различать помашинные перевозки, мелкопартионные и магистральные. Предварительный анализ указывает, что эти перевозки составляют самостоятельные подсистемы транспортного процесса, а потому для работы в них требуется знание и владение математическим аппаратом их описания, учитывающим особенности помашинных, мелкопартионных и магистральных перевозок.

## ГЛАВА 1

### АВТОТРАНСПОРТНЫЙ ПРОЦЕСС И МАРШРУТЫ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

#### 1.1. Общие понятия о транспортном процессе при перевозке грузов

Транспорт представляет собой отрасль материального производства, которую К. Маркс назвал транспортной промышленностью, обеспечивающей жизненно необходимую потребность общества в перемещении людей и грузов.

Как и всякая другая отрасль материального производства, транспорт имеет свой производственный процесс.

На транспорте производственный процесс и продукция этого процесса совпадают во времени и в пространстве. Перемещение грузов является одновременно производственным (автотранспортным) процессом и продукцией транспорта.

*Продукция транспорта имеет следующие особенности:*

- материальный характер транспортной продукции заключается в изменении пространственного положения перевозимых товаров;

- на транспорте процесс производства и потребления продукции не разделены во времени, продукция транспорта потребляется как полезный эффект, а не вещь;

- транспортную продукцию нельзя накопить впрок, повышение спроса на перевозки потребует использования дополнительных провозных возможностей; в процессе работы транспорта не создается новой продукции, этот процесс сопровождается потерей физических объемов грузов;

- транспортная продукция вызывает дополнительные затраты в производящих отраслях, что вызывает несоответствие интересов экономики в целом и транспортной отрасли.

Автотранспортный процесс также включает в себя все подготовительные и заключительные операции: подготовку грузов, их погрузку и выгрузку, приемку грузов, подачу транспортных средств и др.

В результате выполнения транспортного процесса грузы перемещаются на определенные расстояния, и при этом совершается транспортная работа (т·км), равная количественно произведению числа тонн груза  $Q$  на расстояние перевозки  $l_T$ :

$$P=Q \cdot l_T . \quad (1.1)$$

Циклом транспортного процесса называется законченный комплекс операций, необходимых для доставки грузов.

На автомобильном транспорте под циклом транспортного процесса понимается ездка, время которой состоит из: времени погрузки груза  $t_{п}$ ; времени перевозки (движения с грузом)  $t_{дг}$ ; времени выгрузки  $t_{в}$  и времени подачи транспортных средств для следующей погрузки (движение без груза)  $t_{дх}$ .

Время ездки равно

$$t_e = t_{п} + t_{дг} + t_{в} + t_{дх} . \quad (1.2)$$

Если же в представленную формулу ввести среднюю скорость за ездку  $V_e$  и общий пробег за ездку  $l_e$ , равный сумме пробегов с грузом  $l_{г}$  и без груза  $l_{х}$  за ездку, а также время погрузки и разгрузки  $t_{пв}$ , равное сумме ( $t_{п} + t_{в}$ ), то формула времени ездки примет вид:

$$t_e = \frac{l_e}{V_e} + t_{пв} . \quad (1.3)$$

Ездка не обязательно состоит из всех вышперечисленных элементов. Например, может отсутствовать  $l_{х}$  и, соответственно,  $t_{дх}$ , все зависит от того, на каком маршруте выполняются перевозки.

Маршрутом называется путь подвижного состава от начального до конечного пункта при доставке груза.

Длина маршрута  $l_m$  – длина этого пути, а время оборота на маршруте  $t_0$  – время прохождения маршрута подвижным составом и выполнения других операций автотранспортного процесса. Отсюда следует, что  $l_m$  и  $t_0$  могут совпадать с  $l_e$  и  $t_e$ .

Оборот – законченный цикл движения и выполнения операций процесса доставки грузов на маршруте, с возвращением в начальный пункт. Пробег автомобиля за оборот – это  $l_m$  – длина маршрута, путь (от начала до начала маршрута). Время оборота  $t_0$  – время прохождения этого пути и выполнения всех операций. За один оборот на маршруте может выполняться несколько ездок  $n$ . Тогда

$$t_0 = t_{e1} + t_{e2} + \dots + t_{en} . \quad (1.4)$$

На маршруте могут работать несколько автомобилей  $A$ , которые последовательно приходят в погрузочные (разгрузочные) пункты. Интервал прибытия (движения)  $I$  (время между двумя последовательно идущими (прибывающими) друг за другом транспортными средствами), (для случая равенства пропускной способности грузового пункта и фактического количества используемых автомобилей) определяется

$$I = \frac{t_0}{A}. \quad (1.5)$$

В этом случае обслуживание (погрузка-разгрузка) автомобилей в грузовых пунктах должно выполняться с определенным ритмом  $R$  (период времени, через который, очередной автомобиль может занять пост погрузки или разгрузки). Ритм зависит от числа постов  $X_{п(в)}$  погрузки (выгрузки):

$$R_{п(в)} = \frac{t_{п(в)}}{X_{п(в)}} \quad (1.6)$$

Если  $I$  будет меньше  $R$ , то часть времени транспортные средства будут простаивать в ожидании  $t_{ож}$  выполнения грузовых работ и тогда

$$t_e = \frac{l_e}{V_e} + t_{пв} + t_{ож} \quad (1.7)$$

и

$$t_0 = \sum_I^n \left( \frac{l_{ei}}{V_T} + t_{пви} + t_{ожи} \right). \quad (1.8)$$

Время ожидания образуется в том пункте, где  $R_{max}$  и, в целях избежания очереди, все автомобили должны приступать к работе в соответствии с  $R_{max}$ .

### **Контрольные вопросы**

1. Особенности продукции автомобильного транспорта.
2. Из каких операций состоит транспортный процесс?
3. Какие операции включает ездка?
4. Назовите порядок исполнения операций ездки.
5. Какая операция не является обязательной в ездке?
6. Что называется маршрутом?
7. Что называется оборотом?
8. Что называется интервалом?
9. Что называется ритмом?
10. От чего зависит интервал?
11. От чего зависит ритм?
12. Если интервал больше ритма, что простаивает?
13. Если ритм больше интервала, что простаивает?
14. Что называется погрузкой?
15. Когда считается погрузка завершённой?
16. Что считается разгрузкой?
17. Когда считается разгрузка завершённой?
18. В какой момент времени ездка считается завершённой?

## 1.2. Грузы, грузооборот и объем перевозок

Объектом труда на грузовом автомобильном транспорте являются грузы. Грузами называются все предметы (товары) с момента их приема к перевозке до момента сдачи потребителю (грузополучателю).

Автотранспортными средствами перевозят разнообразные грузы, различающиеся физико-химическими свойствами, родом упаковки, размерами, весом, воздействием на окружающую среду и др. Для того, чтобы правильно обращаться с грузами во время перевозки, выполнения погрузочно-разгрузочных работ и складирования, а также, чтобы подобрать для осуществления перевозок наиболее соответствующий тип транспортного средства, все грузы классифицированы по многим признакам.

### КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУЗОВ

**По способу погрузки-выгрузки** грузы подразделяются на штучные, навалочные и наливные.

Штучные грузы характеризуются габаритными размерами, массой, формой. Они принимаются к перевозке и сдаются получателю по счету и массе.

В свою очередь штучные грузы различают на тарные и бестарные.

Тара предназначается для обеспечения сохранности груза и предохранения его от порчи и повреждения при погрузке, выгрузке, перевозке и применении погрузочно-разгрузочных механизмов. Тарные грузы, в зависимости от тары (см. рис. 4.), бывают ящичные и катные (бочки).

Навалочные грузы – сыпучие грузы, при погрузке и выгрузке которых допускается падение с высоты и складирование в кучи (штабели), и при этом не претерпевают изменения их физические и потребительские свойства. К ним относятся строительные материалы: песок, щебень, гравий, грунт и др. Эти грузы учитываются по объему и массе.

Наливные грузы – жидкие и полужидкие грузы, для которых тарой служит специальный кузов автомобиля (цистерна) или специальные емкости (контейнеры). Такими грузами являются: нефть, нефтепродукты, молоко, спирт, вода и др.

**В зависимости от условий перевозки и хранения** грузы делятся на обычные и специфические.

К обычным относятся грузы для перевозки, погрузки, выгрузки и складирования которых не требуется соблюдения каких-либо особых условий, и их можно перевозить на автомобилях общетранспортного назначения с кузовом «грузовая платформа».

Специфические грузы требуют особых мер по сохранности и соблюдению безопасности при перевозке, проведении грузовых работ и хранении. В группу специфических грузов входят: негабаритные, длинномер-

ные, тяжеловесные (большой массы), опасные, скоропортящиеся и антисанитарные.

К негабаритным относятся грузы (кроме строительных, например, панелей), имеющие размер одного места свыше 4,0 м по высоте (от поверхности на которой стоит автомобиль до верхней точки габарита) или 2,5 м по ширине. Вообще негабаритные грузы - это такие, которые не вмещаются в стандартный кузов автомобиля. Длинномерные грузы являются разновидностью негабаритных. В общем случае длинномерными считаются такие грузы, свес которых за пределы кузова сзади составляет более 2 метров. Поэтому для их перевозки применяются прицепы-ропуски.

Тяжеловесные (большой массы) – грузы, масса отдельных мест которых превышает 250 кг для ящичных грузов и 400 кг для катных.

К опасным грузам относятся такие, которые при перевозке и хранении могут послужить причиной увечья, отравления людей, радиационного заражения, пожара, разрушения автомобилей, погрузочных механизмов, зданий и сооружений. Согласно ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация. Маркировка» все грузы по степени опасности делятся на 9 классов:

- взрывчатые материалы;
- газы, сжатые, сжиженные и растворенные под давлением;
- легковоспламеняющиеся жидкости;
- легковоспламеняющиеся твердые вещества, самовозгорающиеся вещества, вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой;
- окисляющие вещества и органические пероксиды;
- ядовитые вещества и инфекционные вещества;
- радиоактивные материалы;
- едкие и (или) коррозионные вещества;
- прочие опасные вещества.

Согласно ГОСТ 19433-88, опасные грузы каждого класса, в соответствии с их физико-химическими свойствами, видами и степенью опасности при транспортировке, разделяются на подклассы, категории и группы. Среди опасных грузов выделяются группы «Особо опасных грузов». Перевозка «Особо опасных грузов» должна осуществляться в соответствии с «Правилами» и с соблюдением специальных требований по обеспечению безопасности, утвержденными в порядке, предусмотренном постановлением Правительства РФ от 23 апреля 1994 г. №372.

Скоропортящиеся грузы при перевозке нуждаются в применении специализированного подвижного состава, обеспечивающего поддержание определенного температурного режима. Большинство грузов составляют продовольственные товары (продукты питания).

К антисанитарным относятся ассенизационные и пылящие грузы.

**В зависимости от объемной массы**, т.е. от максимально возможного использования грузоподъемности подвижного состава, определяемого коэффициентом использования грузоподъемности, все грузы подразделяются на четыре класса. К первому классу относятся грузы, обеспечивающие коэффициент использования грузоподъемности 1,0; ко второму классу – грузы с коэффициентом 0,71-0,99; к третьему – 0,51-0,7; к четвертому-0,4-0,5. Класс груза определяется не только физическими свойствами, но и способом его упаковки (затаривания). Один и тот же груз может быть отнесен к различным классам при разной его подготовке и упаковке. Так, например, паркет, погруженный навалом, относится ко второму классу, а увязанный в пачки к первому. Грузы, обеспечивающие коэффициент использования грузоподъемности менее 0,4, относятся к грузам, для которых, стоимость перевозок рассчитывается в соответствии с указаниями раздела 1 «Единых тарифов на перевозку грузов автомобильным транспортом».

**По степени сохранности грузов при их транспортировке** они делятся на три категории:

- требующие особых условий сохранности (стекло, электронные приборы и техника, фототовары, взрыво и огнеопасные грузы);
- требующие условий сохранности (изделия машиностроения, мебель, сантехника);
- не требующие условий сохранности (земля, песок, щебень, гравий, железобетонные балки и сваи и т.п.).

## МАРКИРОВКА ГРУЗОВ

Для обеспечения особых правил предосторожности в процессе транспортирования, погрузки, разгрузки и хранения грузы маркируются согласно ГОСТ 14192-96. *Транспортная маркировка* информирует о получателе, отправителе и способах обращения с упакованной продукцией при ее транспортировании и хранении (рис. 1).

Содержание маркировки. Транспортная маркировка должна содержать: манипуляционные знаки; основные, дополнительные и информационные надписи.

Манипуляционные знаки - изображения, указывающие на способы обращения с грузом.

Допускается применять предупредительные надписи, если невозможно выразить манипуляционными знаками способ обращения с грузом. Например: «На верх не ставить», «Открывать здесь» и др.

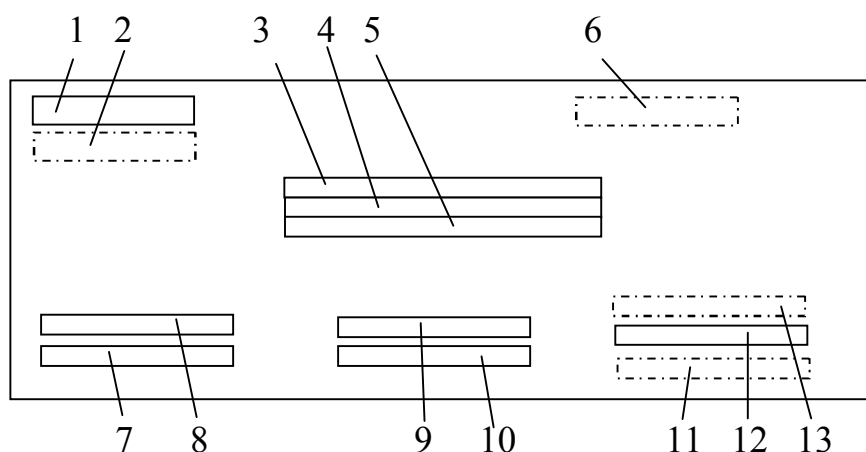


Рис. 1. Расположение транспортной маркировки (сплошными линиями показаны надписи обязательные, штрихпунктирными – допустимые): 1 – манипуляционные знаки (предупредительные); 2 – допускаемые предупредительные надписи; 3 – число мест в партии, порядковый номер внутри партии; 4 – грузополучатель и пункт назначения; 5 – пункт перегрузки; 6 – надписи транспортных организаций; 7 – объем грузового места; 8 – габаритные размеры грузового места; 9, 10 – масса брутто и нетто; 11 – страна производитель; 12 – пункт отправления; 13 – грузоотправитель.

Основные надписи должны содержать:

полное или условное зарегистрированное в установленном порядке наименование грузополучателя;

наименование пункта назначения с указанием, при необходимости, станции или порта перегрузки. Если пунктом назначения является железнодорожная станция, должно быть указано полное наименование станции и сокращенное наименование дороги назначения;

количество грузовых мест в партии и порядковый номер места внутри партии указывают дробью; в числителе – количество мест в партии, в знаменателе – порядковый номер места.

Дополнительные надписи должны содержать:

- полное или условное зарегистрированное в установленном порядке наименование грузоотправителя;
- наименование пункта отправления с указанием железнодорожной станции отправления и сокращенное наименование дороги отправления;
- надписи транспортных организаций (содержание надписей и порядок нанесения устанавливаются правилами транспортных министерств).

Информационные надписи должны содержать:



– массы нетто и брутто грузового места в килограммах; габаритные размеры грузового места в сантиметрах (длина, ширина и высота или диаметр и высота);

– объем грузового места в кубических метрах.

Габаритные размеры грузового места не указываются, если они не превышают 1 м, а при транспортировании воздушным транспортом – 0,7 м.

Транспортная маркировка (основные, дополнительные, информационные надписи и манипуляционные знаки) должна быть нанесена на бумажные, картонные, фанерные, металлические и другие ярлыки. Не допускается применять бумажные, картонные ярлыки и ярлыки из древесноволокнистой плиты при транспортировании груза в открытых транспортных средствах. Допускается наносить маркировку непосредственно на тару при транспортировании грузов на открытом подвижном составе, в прямом смешанном железнодорожно-водном сообщении или водным транспортом, а также при длительном хранении груза. Транспортную маркировку располагают:

*на ящиках* – на одной из боковых сторон;

*бочках и барабанах* – на днище;

*мешках* – в верхней части у шва;

*тюках* – на одной из боковых поверхностей;

*кипах* – на торцевой поверхности;






*на других видах тары* (баллонах и грузах, не упакованных в транспортную тару) – в наиболее удобных, хорошо просматриваемых местах.

Допускается на не упакованные в транспортную тару грузы наносить маркировку непосредственно на груз. Изображение, наименование и назначение манипуляционных знаков должны соответствовать ГОСТ 14192-96 (табл. 1).

Таблица 1

**Изображение, наименование и назначение манипуляционных знаков**




№ п.п.	Наименование знака	Изображение	Назначение знака
1	Хрупкое. Осторожно		Обозначение хрупкости груза, условия осторожного обращения с грузом. Знак наносят на тару с хрупкими, бьющимися, прецизионными и другими реагирующими на сотрясения грузами
2	Беречь от солнечных лучей		Обозначает, что груз следует защищать от солнечных лучей

№ п.п.	Наименование знака	Изображение	Назначение знака
3	Беречь от влаги		Обозначает необходимость защиты груза от воздействия влаги. Знак наносят на тару, когда груз должен быть предохранен от действия атмосферных осадков и воды
4	Беречь от излучения		Обозначает, что любой из видов излучения может влиять на свойства груза или изменять их (например, непроявленные пленки)
5	Ограничение температуры		Обозначает диапазон температур, при которых следует хранить груз или манипулировать им. Знак наносят на груз, если изменение температур (превышение указанных норм) может привести к повреждению груза или изменению его свойств
Примеры расположения °C			
			
6	Скоропортящийся груз		Обозначает, что груз при транспортировании и хранении не может находиться под влиянием высокой или низкой температуры и для защиты груза требуются соответствующие мероприятия (искусственное охлаждение или нагревание, проветривание и др.). Знак наносят на грузы, которые транспортируют в соответствии с правилами перевозки скоропортящихся грузов, установленными транспортными министерствами

№ п.п.	Наименование знака	Изображение	Назначение знака
7	Герметичная упаковка		Обозначает, что при транспортировании, перегрузке и хранении открывать упаковку запрещается. Знак наносят на груз, если он чувствителен к воздействию окружающей среды
8	Крюками не брать		Обозначает, что применение крюков при поднятии груза запрещено (груз в мягкой таре, в кипах, пр.). Знак наносят на груз, когда повреждение упаковки крюком приводит к порче груза
9	Место строповки		Указывает место расположения канатов или цепей для подъема груза. Знак наносят на тару, когда груз следует стропить только в определенных местах. Знак наносят на груз, если для подъема груза приложение строп (канатов, цепей) в другом месте опасно или приведет к повреждению изделия или упаковки. При подъеме груза стропы должны быть приложены в месте, указанном знаком
10	Здесь поднимать тележкой запрещается		Указывает места, где нельзя применять тележку при подъеме груза
11	Верх		Указывает правильное вертикальное положение груза

Продолжение табл. 1

№ п.п.	Наименование знака	Изображение	Назначение знака
12	Центр тяжести		Обозначает место центра тяжести груза. Знак наносят, если центр тяжести не совпадает с геометрическим центром тяжести. Как правило, знак наносят на крупногабаритную тару
13	Тропическая упаковка		Знак наносят на груз, когда повреждения упаковки при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании или хранении могут привести к порче груза вследствие неблагоприятного воздействия тропического климата. Обозначения: Т – знак тропической упаковки; 00-00 – месяц и год упаковывания
14	Штабелировать запрещается		Обозначает, что штабелировать груз не допускается. На груз с этим знаком при транспортировании и хранении не допускается класть другие грузы
15	Поднимать непосредственно за груз		Обозначает, что подъем осуществляется только непосредственно за груз, т.е. поднимать груз за упаковку запрещается
16	Открывать здесь		Упаковку открывают только в указанном месте. Знак наносится в том месте, в котором следует открывать тару, а открытие тары (упаковки) в другом месте может привести к повреждению груза или причинению вреда работнику
17	Защищать от радиоактивных источников		Обозначает, что проникновение излучения может снизить или уничтожить ценность груза

№ п.п.	Наименование знака	Изображение	Назначение знака
18	Не катить		Обозначает, что груз не следует подвергать качению
19	Штабелирование ограничено		Указывает на ограничение возможности штабелирования груза
20	Зажимать здесь		Указывает места, где следует брать груз зажимами
21	Не зажимать		Обозначает, что упаковка не должна зажиматься по указанным сторонам груза
22	Предел по количеству ярусов в штабеле		Обозначает максимальное количество одинаковых грузов, которые можно штабелировать одна на другой (n – предельное количество грузов)
23	Вилочные погрузчики не использовать		Обозначает, что применение вилочных погрузчиков запрещено

В обозначение манипуляционного знака входят номер (номера) знаков или наименование знака по табл. 1 и обозначение ГОСТа. Например, 3 ГОСТ 14192; «Беречь от влаги» ГОСТ 14192.

Помимо знаков, приведенных выше и установленных ГОСТ 14192-96, применяются и знаки, указанные в табл. 2.

Таблица 2

Дополнительные знаки

Наименование знака	Изображение	Назначение знака
Беречь от нагрева		Знак наносят на груз, если повышение температуры может привести к его повреждению или изменению свойств
Место подъема тележкой		Знак наносят на груз, если подъем тележкой в другом месте опасен или приводит к повреждению изделия или упаковки
Не опрокидывать		Знак наносят на тару, чтобы предупредить ее опрокидывание, которое может привести к повреждению груза
Перемещать груз на роликах		Знак наносится на тару (груз), которые следует перемещать только на роликах
Перекатывать		Знак указывает способ перемещения груза
Огнеопасный груз		Знак наносится на тару с огнеопасным грузом
Внутри жидкость		Знак наносится на тару, внутри которой жидкость, а это означает, что работы с грузом должны производиться по специальным схемам
Животные		Знак означает, что осуществляется перевозка животных
Дополнительное снабжение льдом		Знак означает, что сопровождение груза требует дополнительного снабжения льдом

Манипуляционные знаки должны быть темного цвета на светлых поверхностях и светлого на темных. Знак «Скоропортящийся груз» (№ 6) выполняется голубым цветом на светлом фоне, знак «Тропическая упаковка» (№ 13) - красным цветом. На знаке «Бережь от влаги» (№ 3) символ дождевых капель может не указываться. Если способ обращения с грузом невозможно выразить манипуляционными знаками, то допускается применять предупредительные надписи.

При развозе таких грузов как металлические прутки, трубы, громоздкий или с длинными рукоятками инструмент и так далее в адрес нескольких грузополучателей допускается нанесение маркировки путем окраски концов масляной краской, по которой можно легко определить принадлежность их к одной партии.

Манипуляционные знаки согласно ГОСТ 14192-96 наносят на каждое грузовое место и располагают в левом верхнем углу на двух соседних стенках тары. Это не относится к знакам: «Стропить здесь» и «Центр тяжести», которые следует наносить в обозначаемых ими местах.

Маркировку, содержащую данные об упаковочной продукции, располагают под основными надписями. Размеры манипуляционных знаков зависят от груза и от вида тары.

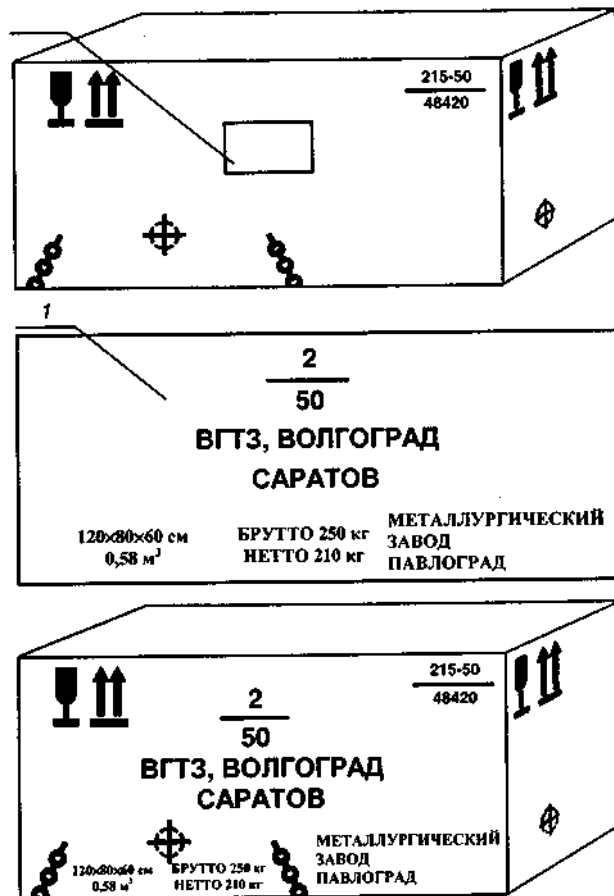
Правила определения размеров установлены ГОСТ 14192-96. Допускается на ярлыках четко и разборчиво наносить наименование. Маркировку наносят типографским, литографским, электролитическим способами, окраской по трафарету, штемпелеванием по трафарету, штампованием, выжиганием, продавливанием, печатанием на машинке, маркировочными машинами.

Краска, применяемая для маркировки, не должна быть липкой и стираемой, при необходимости краска должна быть водостойкой, светостойкой, солестойкой и стойкой к воздействию тропического климата, высоких и низких температур грузоотправителя и пункта назначения, а также надписи транспортных организаций от руки при условии обеспечения сохранности надписей до получателя.

При нанесении маркировки непосредственно на тару, если размеры и конструкция тары не позволяют разместить необходимую маркировку на боковой стенке, допускается располагать маркировку на боковой, торцевой стенках и (или) на крышке.

При перевозке грузов автомобильным транспортом и в универсальных контейнерах (кроме автомобилей и контейнеров, загружаемых мелкими отправлениями) основные, дополнительные и информационные надписи (кроме массы брутто и нетто) можно не наносить.

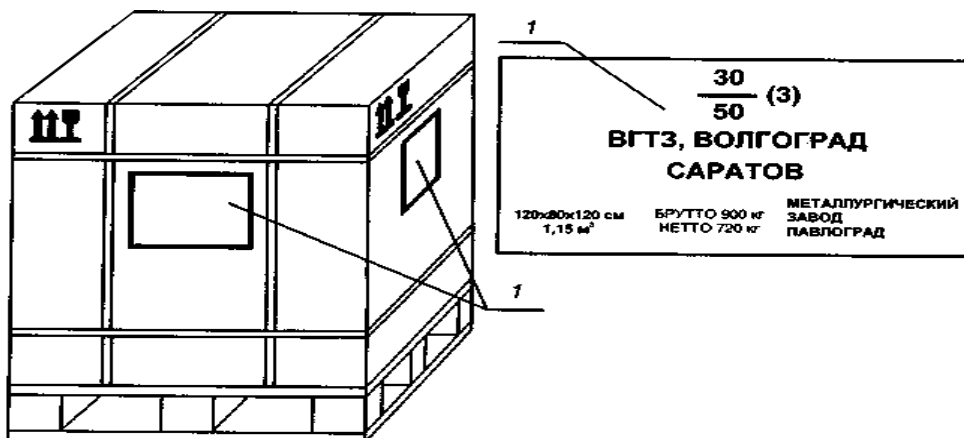
Способы расположения транспортной маркировки указаны на рис. 2.



1 – место расположения маркировочных ярлыков.

Рис. 2. Способы расположения маркировки

На пакеты, сформированные без поддонов или на четырехзаходных поддонах, маркировку наносят на соседние боковую и торцовую поверхности. На пакеты, сформированные на двухзаходных поддонах, маркировку наносят на двух захватных сторонах (рис. 3).



1 – место расположения маркировочных ярлыков.

Рис. 3. Расположение маркировки на транспортном пакете



ГОСТ 14192-96 устанавливает определенные требования к маркировочным ярлыкам. Так, площадь маркировочного ярлыка для нанесения основных, дополнительных и информационных надписей должна быть не менее 60 см<sup>2</sup> при рекомендуемом соотношении сторон 2:3.

Рекомендуемые размеры ярлыков для нанесения манипуляционных знаков указаны в табл. 3.

Таблица 3

**Размеры ярлыков для манипуляционных знаков**

Номер ярлыка	Размер ярлыка, мм (пред. откл. + 10 мм)	Размер грузового места (груза), мм	
		длина или ширина	высота
1	52x74	До 1000 включ.	До 190 включ.
2	74x105	1000	Св. 190
3	105x148	Св. 1000	-
4	148x210	1500	-

Если размеры грузового места не позволяют применять размеры ярлыков, указанные в табл. 3, то ГОСТом рекомендуется применять ярлыки размерами 37x52 мм, 26x37 мм, при этом размеры манипуляционных знаков выбирают произвольно при условии соблюдения изображения знака. При совмещении на одном ярлыке нескольких манипуляционных знаков или надписей транспортной маркировки и манипуляционных знаков допускается увеличивать размеры ярлыка. Отдельные требования ГОСТ 14192-96 предъявляются к маркировке грузов, поставляемых на экспорт. При перевозке грузов навалом, насыпью и наливом маркировка не производится.

## ТАРА И УПАКОВКА

В целях обеспечения сохранности грузы должны предъявляться к перевозке в исправной таре и упаковке.

Под упаковкой понимается комплекс защитных мер и материальных средств по подготовке продукции промышленного и сельскохозяйственного производства к транспортированию и хранению, для обеспечения ее максимальной сохранности и придания транспортабельного состояния. Согласно ГОСТ 17527-86 «Упаковка. Термины и определения» упаковка представляет собой потребительскую и транспортную тару, прокладочные амортизирующие материалы, вспомогательные упаковочные средства и материалы.

Потребительская тара – элемент упаковки, в которую расфасовывают продукцию для доставки ее потребителям (бутылки, флаконы, банки, коробки, пачки и т. п.).

Транспортная тара – элемент упаковки продукции, как правило, расфасованной в потребительскую тару или вспомогательные упаковочные

средства и материалы. Транспортная тара предназначена для защиты изделия и внутренней упаковки от воздействия внешних факторов и для обеспечения удобства перегрузочных работ, транспортирования, складирования, крепления к транспортным средствам (ящики, бочки, канистры, барабаны, баллоны, фляги, мешки и др.) (рис. 4.).

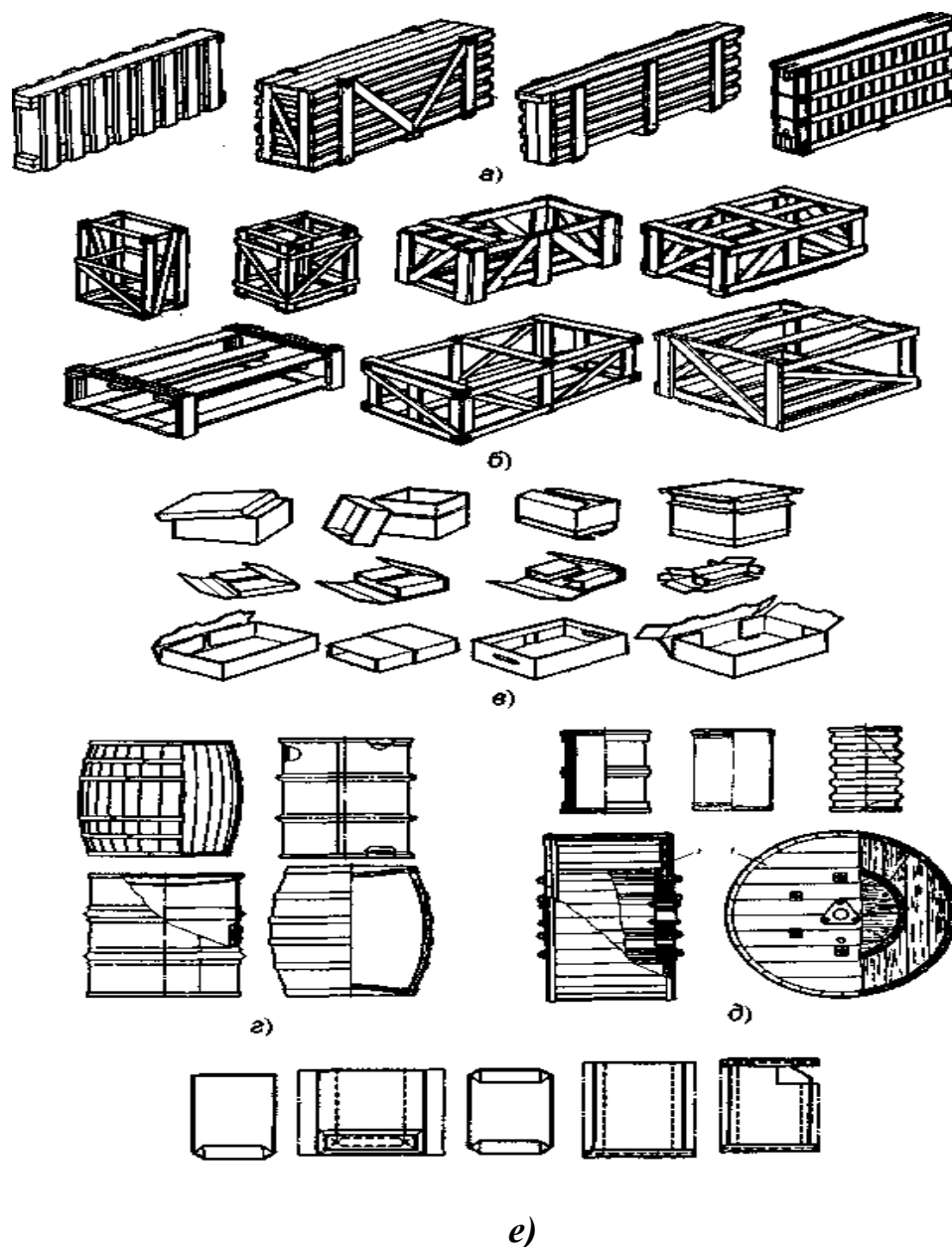


Рис. 4. Транспортная тара:

а - ящики дощатые для листового оконного стекла; б - обрешетки деревянные; в - ящики из гофрированного картона; г - бочки; д - барабаны; е - тара мягкая (мешки бумажные)

*По конструкции тара может быть складной, разборной, неразборной, открытой, закрытой, плотной, решетчатой и т. п.*

По сфере обращения транспортную тару подразделяют на разовую (однократного пользования) и многооборотную (многократного пользования).

В зависимости от способности сохранять свою первоначальную форму тару подразделяют на жесткую, полужесткую и мягкую. Жесткую тару изготавливают из металла, дерева, пластмасс, древесноволокнистых материалов; полужесткую - из полимерных материалов, картона, бумаги; мягкую - из тканей, бумаги, полимерных пленок.

К прокладочным амортизирующим материалам относятся древесина, бумага, картон, стружка, вата, ткань, пенопласт и др.

Необходимым условием оптимизации упаковки является стандартный размер, что облегчает укладку в транспортные средства, пакетирование, перевозку и хранение продукции

## ОБЪЕМ ПЕРЕВОЗОК

Объем перевозок  $Q$  – это общее количество тонн груза, которое подлежит перевозке или уже перевезено.

Объем перевозок для любого региона может быть выявлен на основе проведения технико-экономических изысканий. Для решения этой задачи в практической деятельности используются различные методы: прямого учета, балансовый и нормативный.

**Способ прямого учета** заключается в непосредственном сплошном обследовании грузообразующих и грузопоглощающих пунктов района изысканий (промышленных, сельскохозяйственных и торгово-складских предприятий, железнодорожных станций, морских и речных портов и т.д.). При этом по каждому обследуемому пункту выясняются связи с другими объектами, количество и состав ввозимых и вывозимых грузов, распределение перевозок по периодам года и др. Степень детализации собираемых сведений зависит от задач и сроков изысканий. Способ прямого учета дает наиболее полные материалы для характеристики, как объемов перевозок, так и грузооборота исследуемого района. На основании получаемых данных выясняются транспортно-экономические связи, направления и мощность потоков грузов, их состав и сезонное распределение, что в свою очередь служит информационной базой для координации работы транспорта. Одновременно с определением объема перевозок выявляются сведения о грузообороте (величина, структура, время выполнения).

**Балансовый способ** заключается в определении объема перевозок и грузооборота по данным о производстве и потреблении различной продукции предприятиями и организациями изучаемого региона. Сопоставлением производимого и потребляемого в районе количества того или иного вида груза, определяется его излишек, подлежащий вывозу, или недостаток, что

указывает на необходимость его ввоза из других районов. Таким образом, определяется транспортно-экономический баланс, на основании которого могут быть приближенно выявлены направления, состав и мощности отдельных потоков груза внешней корреспонденции. Следует заметить, что балансовый способ мало отвечает задачам определения размеров и характера внутрирайонного объема перевозок, так как, без детального обследования транспортных и экономических связей невозможно установить внутрирайонную корреспонденцию грузов.

**Нормативный метод** основан на зависимости между производством продукции и объемами перевозок. Так, например, на 1 млн. рублей валовой продукции промышленности приходится определенное количество тонн перевозимого груза; на 1 млн. рублей строительно-монтажных работ – столько-то тонн различных строительных материалов и т.п. Получаемые нормативным методом сведения дают лишь валовой объем перевозок и грузооборот, исчисляемый по среднему расстоянию перевозок, определенному экспертным путем. Полную картину транспортных связей и соответствующих им грузопотоков, необходимую для проектирования перевозок автотранспортом, в результате таких расчетов получить нельзя.

Балансовый и нормативный методы оправдывают себя при укрупненных ориентировочных расчетах, результаты которых могут служить в качестве контрольных цифр. Изложенное не исключает применения каждого из описанных способов, но указывает на ограничения, которые должны быть учтены при их применении.

Найденный, любым из методов, объем перевозок должен осваиваться всеми видами транспорта. Та часть объема перевозок, которая должна выполняться автомобильным транспортом может быть определена с помощью «Методики определения сферы целесообразного применения автомобильного транспорта при перевозках грузов», изложенной, например, в работе Н.Н. Тихомирова [6].

Выявленный физический объем грузов будет являться годовым (квартальным, месячным) объемом перевозок, но при планировании перевозок необходимо учитывать, что объем перевозок может быть больше физического наличия грузов, в результате повторности перевозок одних и тех же грузов. Повторность характеризуется коэффициентом повторности ( $K_{пов}$ ), представляющим собой отношение объема перевозок к физическому объему наличия грузов.

$$K_{пов} = \frac{Q_{пер}}{Q_{ф}} \quad , \quad (1.9)$$

где  $Q_{пер}$  – объем перевозок, тонн;  $Q_{ф}$  – физическое наличие грузов (тонн), рассчитанное одним из изложенных методов.

Например, выявлено, что на объекте строительства необходимо перевезти 15 тыс. тонн различных отделочных и сантехнических материалов, из которых 6 тыс. тонн перевозится один раз, 5 тыс. тонн – 2 раза, 4 тыс. тонн – 3 раза, тогда  $Q_{\text{пер}} = 6 \cdot 1 + 5 \cdot 2 + 4 \cdot 3 = 28$  тыс. тонн. Коэффициент повторности составляет  $K_{\text{пов}} = 28/15 = 1,87$ .

Величина коэффициента повторности зависит от правильности организации доставки грузов и его сокращение – важная народнохозяйственная задача. Она может быть достигнута за счет рациональных схем перевозок, в которых доставка груза, через промежуточные склады, либо полностью отсутствует, либо сводится к минимуму.

## НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ОБЪЕМА ПЕРЕВОЗОК

Годовой объем перевозок, как правило, неравномерно распределяется по кварталам, месяцам, и даже в течение суток. Наиболее ярко неравномерность (сезонность) перевозок грузов проявляется в сельском хозяйстве, где разница между объемами перевозимых грузов, в летне-осеннем и зимнем периодах, достигает значительных размеров.

Степень неравномерности определяется коэффициентом неравномерности  $K_n$ , равным отношению максимальной величины объема перевозок ( $Q_{\text{max}}$ ) к среднему ( $Q_{\text{ср}}$ ), за определенный период времени.

$$K_n = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{ср}}} \quad (1.10)$$

Неравномерность перевозок грузов, в большей мере, обусловлена неравномерностью производства продукции, и ее потребления. Неравномерность перевозок усложняет работу автотранспортных предприятий, которые должны, по возможности, выравнять эту неравномерность путем досрочного завоза грузов и других мероприятий. Вместе с тем необходимо приспособлять режим работы подвижного состава к колебаниям объема перевозок за счет изменения времени работы автомобилей на линии, технического обслуживания и ремонта, в период спада объема перевозок, и др.

## ГРУЗОВЫЕ ПОТОКИ И ГРУЗООБОРОТ

Грузовым потоком (грузопотоком) называется количество груза в тоннах, подлежащего перевозке в определенном направлении за определенный промежуток времени.

Если, на каком-либо участке транспортной сети грузопотоки имеют двустороннее направление (туда и обратно), то больший, по величине, гру-

зопоток считается прямым, а меньший - обратным. Разность между прямым и обратным грузопотоками называется неравномерностью.

Для изучения грузопотоков составляют шахматные (косые) таблицы, в которых приводятся сведения о грузообмене, между поставщиками и потребителями (табл. 4).

Таблица 4

**Величины грузопотоков, тонны**

Пункты отправления	Пункты назначения				Всего по отправлению
	А	Б	В	Г	
А	Х	1000 ЗЕРНО	5000 РИС	2000 БУМАГА	8000
Б	1000 ЯЙЦО	Х	-	1000 ТРУБЫ	2000
В	2000 ТРУБЫ	2000 ПИВО	Х	2000 ЛЕС	6000
Г	3000 РИС	2000 МАСЛО	1000 УГОЛЬ	Х	6000
Всего по прибытию	6000	5000	6000	5000	22000

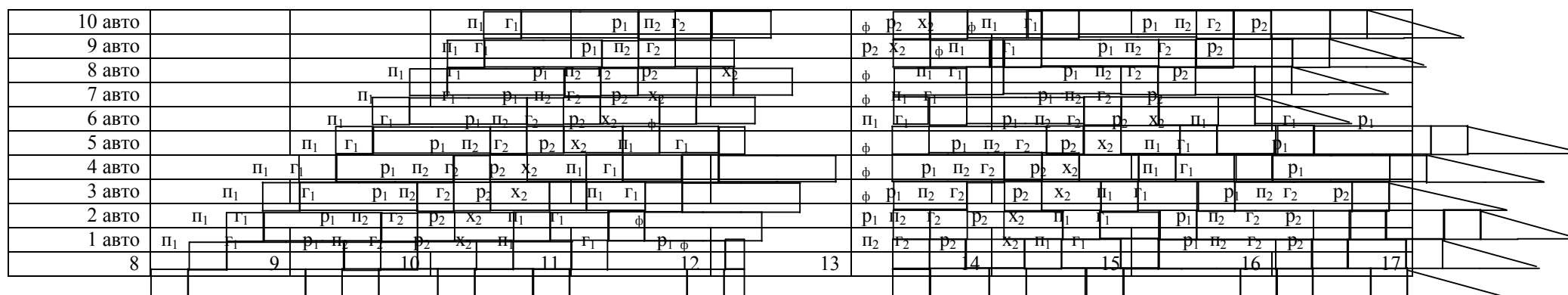
Графически грузопотоки могут быть представлены в виде схем или эпюр. При этом, фактическое криволинейное движение грузов, перевозимых подвижным составом по существующим, на данной местности, путям сообщения, заменяется прямолинейным. Для того, чтобы можно было построить эпюру, необходимо знать расстояния между пунктами, что позволяет рассчитать величину транспортной работы, тонно-километры (грузооборот).

Эпюра строится в координатах «груз-расстояние». По оси ординат откладывается величина груза, а по оси абсцисс – расстояние перевозки. Все грузы разделяют по составу и по направлению (на эпюре обозначают разным цветом или разной штриховкой). Используя данные таблицы 4 построим эпюру грузопотоков для дороги с пунктами А-Б-В-Г. Грузы, перевозимые в направлении от А к Г будем откладывать вверх, а от Г к А соответственно вниз. Для удобства построения начинают с грузопотока, идущего в дальний пункт. В рассматриваемом случае – с грузопотока из А в Г.

Площадь каждого прямоугольника на эпюре грузопотоков представляет собой грузооборот в тонно-километрах на данном участке. Площадь всей эпюры представляет грузооборот всей линии (дороги), на которой совершаются перевозки.

Таким образом, с помощью эпюры можно определить: вид и количество груза, отправляемого из каждого пункта; количество груза прибывающего в каждый пункт; количество груза проходящего транзитом через





$\Pi_1(\Pi_2)$  – погрузка соответственно в пункте  $\Pi_1(\Pi_2)$ ;  $\rho_1(\rho_2)$  – разгрузка соответственно в пункте  $\rho_1(\rho_2)$ ;  $X_2$  – холостой пробег на звене  $l_{X_2}$ ;  $\phi$  – простой в ожидании начала операции;  
 – возврат автомобиля в АТП в конце смены;  
 обеденный перерыв грузоотправителя и грузополучателя с 12.00 до 13.00.

Рис. 31. Расписание работы автомобилей при подаче только в пункт погрузки  $\Pi_1$ . (маятниковый маршрут, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза).

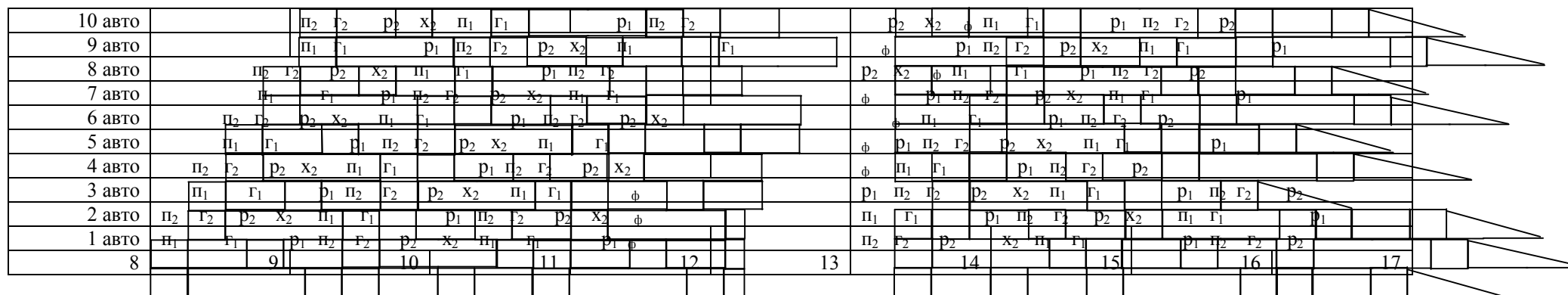


Рис. 32. Расписание работы автомобилей при одновременной подаче в пункты погрузки  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . (маятниковый маршрут, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза).





каждый пункт; объем перевозок на каждом участке и на всей линии; грузооборот на каждом участке и на всей линии.

Кроме того, эпюра грузопотоков позволяет выявить нерациональные встречные перевозки, т.е. перевозки одинакового вида груза во встречных направлениях. На эпюре (рис. 5) показано, что одинаковые грузы перевозятся из Б в Г и из В в А во встречных направлениях. Можно изменить поставки и возить грузы из Б в А – 1000 и из В в Г – 1000. Потребность в грузе будет удовлетворена и при этом сократится величина грузооборота.

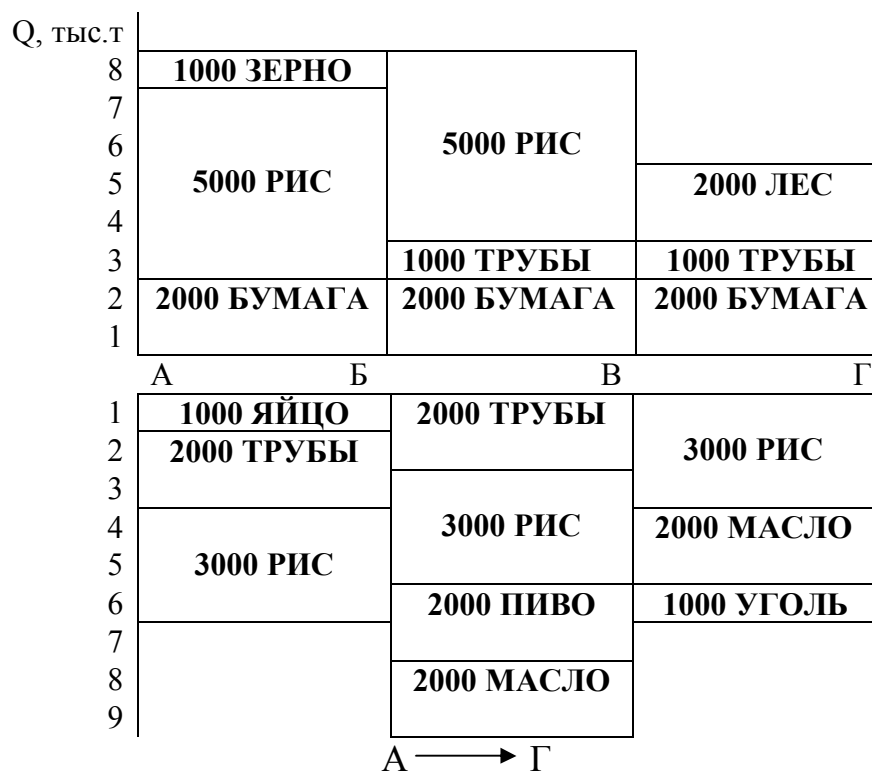


Рис. 5. Эпюра грузопотоков

В общем случае грузооборот – это планируемая транспортная работа, измеряемая в тонно-километрах или выполненная работа за определенный промежуток времени. Величина грузооборота  $P$  рассчитывается путем произведения количества перемещаемого груза на расстояние перевозки груза – (см. формулу (1.1)):  $P=Q \cdot l_{\Gamma}$

Как и объем перевозок, грузооборот различается по: размеру, составу, времени и территории освоения.

*По размеру* – грузооборот характеризуется количеством транспортной работы (тонно-километры), величина которой зависит от объема перевозимого груза и расстояния доставки груза.

*По составу* – грузооборот характеризуется свойствами грузов, которые определяют: условия перевозки (влияют на выбор подвижного состава).

ва); условия хранения (предопределяют выбор типа склада и правила хранения); условия погрузки-разгрузки (обосновывают организацию и механизацию погрузочно-разгрузочных работ).

Следовательно, по составу бывают грузообороты: навалочных грузов; штучных, наливных, негабаритных, тяжеловесных, опасных и др.

По времени освоения – в зависимости от времени освоения грузооборот может быть: суточный (сменный), декадный, месячный, квартальный и годовой. В течение этого срока грузооборот претерпевает колебания по дням (суткам) освоения и даже суточный (сменный) грузооборот имеет, как правило, максимальную и минимальную величину. Т.е. грузооборот не равномерен во времени. Неравномерность – может возникать по разным причинам, например, из-за сезонности грузов или климатических и дорожных условий, а также от всех причин от чего зависит и неравномерность объема перевозок.

По территории выполнения – в зависимости от территории освоения грузооборот может относиться к: транспортному пункту, участку дороги, магистрали, экономическому или административному району.

Грузопоток транспортного пункта (производитель продукции, склад, грузовая автостанция, терминал и т.п.). В зависимости от своего характера и назначения пункты могут быть четырех видов: только принимающие грузы, только отправляющие, транзитные и комбинированные.

Следовательно, в общем случае, грузопоток пункта состоит из трех величин:

$$Q_{\text{пункта}} = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (1.11)$$

где  $Q_1$  - количество принимаемых грузов;  $Q_2$  – количество отправляемых грузов;  $Q_3$  - количество транзитных грузов.

Грузооборот участка дороги ( $P_{\text{уч}}$ ) измеряется в тонно-километрах

$$P_{\text{уч}} = (Q' + Q'') \cdot l_{\text{уч}}, \quad (1.12)$$

где  $Q'$  - количество груза, перевозимое по участку дороги в прямом направлении;  $Q''$  - количество груза, перевозимое по участку дороги в обратном направлении;  $l_{\text{уч}}$  – протяженность участка дороги, км.

Грузооборот всей дороги (линии) является суммой грузооборотов участков, а грузооборот экономического или административного района складывается из грузооборотов дорог.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что является объектом труда на автомобильном транспорте?
2. Что называется грузом?
3. Как подразделяются грузы по способу погрузки-выгрузки?

4. Какие грузы относятся к штучным?
5. Какие грузы относятся к навалочным?
6. Какие грузы относятся к наливным?
7. Как подразделяются грузы по условиям перевозки и хранения?
8. Что такое обычные грузы?
9. Что такое специфические грузы?
10. Как подразделяются грузы по объемной массе?
11. Как подразделяются грузы по степени сохранности?
12. Как подразделяются грузы в зависимости от объемной массы (классу груза)?
13. Какие грузы являются скоропортящимися?
14. Для чего маркируют грузы?
15. Что входит в транспортную маркировку?
16. Что должны содержать основные надписи?
17. Что такое манипуляционные знаки?
18. Что должны содержать информационные надписи?
19. Что должны содержать дополнительные надписи?
20. Назовите места нанесения маркировки.
21. Назовите места нанесения транспортной маркировки.
22. Назовите случаи, когда маркировку не наносят.
23. Какой знак содержит синий цвет?
24. Какой знак содержит красный цвет?
25. Что называется объемом перевозок?
26. Назовите единицу измерения объема перевозок.
27. Достоинства способа прямого учета объема перевозок.
28. Недостатки способа прямого учета объема перевозок.
29. Достоинства балансового способа учета объема перевозок.
30. Недостатки балансового способа учета объема перевозок.
31. Достоинства нормативного способа учета объема перевозок.
32. Недостатки нормативного способа учета объема перевозок.
33. Почему физический объем перевозок груза меньше фактического?
34. Что такое коэффициент повторности?
35. От чего зависит коэффициент повторности?
36. Что такое неравномерности объема перевозок?
37. Причины неравномерности объема перевозок.
38. Мероприятия, выравнивающие неравномерность объема перевозок.
39. Что называется грузопотоком?
40. Какой грузопоток называется прямым?
41. Назовите исходные данные для построения эпюры грузопотока.
42. Перечислите, что можно определить с помощью эпюры грузопотока?
43. Что называется нерациональными перевозками?
44. Чем является площадь эпюры грузопотока?
45. Что называется грузооборотом?
46. По каким признакам классифицируется грузооборот?
47. Из чего состоит грузооборот пункта?
48. Из чего состоит грузооборот участка дороги?
49. Из чего состоит грузооборот дороги?
50. Из чего состоит грузооборот экономического района?

### 1.3. Виды грузовых автомобильных перевозок

Грузовые автомобильные перевозки делятся: *по принадлежности транспорта, выполняющего перевозки; способам организации и выполнения перевозок; территориальному признаку; времени освоения грузооборота и размеру перевозимых партий.*

По признаку принадлежности транспорта различают перевозки грузов, *выполняемых автотранспортом общего пользования ведомственным транспортом.* К автотранспорту общего пользования относятся государственные предприятия, различные акционерные предприятия, частные предприятия и индивидуальные владельцы, т. е. предприятия и лица, подвижной состав которых имеет разрешение на право работать по найму.

К ведомственному автотранспорту относится транспорт отраслевых министерств, а также кооперативных предприятий и организаций, не имеет права работать по найму.

По способам организации перевозки делятся: *на централизованные и децентрализованные; прямые и смешанные; комбинированные и контейнерные.*

По территориальному признаку перевозки могут относиться к *пункту производства* (внутрипроизводственные, технологические), *транспортному пункту* (склад, терминал, грузовая станция, порт и т. д.), *участку дороги, экономическому или административному району и всей стране.* Последние подразделяются *на городские* (в пределах города или населенного пункта), *пригородные* (за пределы населенного пункта на расстоянии до 50 км включительно), *междугородные* (за пределы города на расстояние свыше 50 км), *международные* (за пределы территории России).

По времени освоения перевозки делятся *на постоянные, временные и сезонные.* Характерными примерами постоянных перевозок являются перевозки грузов из карьеров; временных – грузы на строящийся объект; сезонных – сельскохозяйственные грузы.

По размеру партии перевозки бывают: *массовые; большие партии однородных грузов; партийные и мелкопартийные.* Под партией грузов понимается совокупность однородных грузовых единиц, одновременно перемещаемых или подлежащих перемещению между грузоотправителем и грузополучателем. Под мелкой партией понимается такое их количество, которое не может загрузить целое транспортное средство.

Анализ известных формулировок терминов «мелкая партия, перевозка мелких партий» позволил предположить, что в формулировке классификационного определения должны быть использованы такие признаки, как грузоподъемность, грузовместимость и технология перевозок груза. Технология перевозок груза – не прихоть перевозчика, а объективное свойст-

во, вытекающее из заявок (потребностей) грузополучателей (грузоотправителей).

По названию самих терминов более верно – «мелкие отправки груза» и «перевозка мелких отправок груза». Данные названия отражают тот факт, что мелкие отправки груза в городских условиях эксплуатации имеют место в оперативном (сменно-суточном) режиме. Тогда как при рассмотрении более длительного временного периода данный груз, в соответствии с другими признаками (например, по общему объему), может быть отнесен к массовому грузу, подлежащему перемещению помашинными отправками.

**Мелкой отправкой** называется количество предъявляемого груза к единовременной перевозке в адрес одного потребителя (поставщика), не обеспечивающее использование грузоподъемности (вместимости) автотранспортных средств, применимых к использованию в конкретной производственной ситуации, допустимых технологией доставки груза, предельными осевыми нагрузками и габаритными регламентациями на дорогах.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Признаки деления грузовых автомобильных перевозок.
2. Как разделяются перевозки по признаку принадлежности транспорта.
3. Как разделяются перевозки по способам организации.
4. Как разделяются перевозки по территориальному признаку.
5. Как разделяются перевозки по времени освоения.
6. Как разделяются перевозки по размеру партии.
7. Какие перевозки относятся к централизованным.
8. Какие перевозки относятся к децентрализованным.
9. Какие перевозки относятся к прямым.
10. Какие перевозки относятся к смешанным.
11. Какие перевозки относятся к комбинированным.
12. Какие перевозки относятся к контейнерным.
13. Какие перевозки относятся к постоянным.
14. Какие перевозки относятся к временным.
15. Какие перевозки относятся к сезонным.
16. Какие перевозки относятся к разовым.
17. Какие перевозки относятся к городским.
18. Какие перевозки относятся к пригородным.
19. Какие перевозки относятся к междугородным.
20. Какие перевозки относятся к международным.
21. Какие перевозки относятся к технологическим.

### **1. 4. Виды маршрутов перевозки грузов**

Маршруты – это транспортные схемы движения автомобилей при перевозке грузов. С другой стороны, каждый маршрут – путь следования подвижного состава от начального до начального пункта. Поэтому длина маршрута  $l_m$  складывается из расстояния, проходимого автомобилем от

первого пункта погрузки до последнего пункта разгрузки, расположенных на данной транспортной схеме, и расстояния, проходимого при возвращении в первоначальный пункт погрузки.

Оборот – законченный цикл движения на маршруте с возвращением в начальный пункт. Длина маршрута  $l_m$  – длина этого пути.

Время оборота  $t_o$  состоит из времени прохождения длины маршрута (т.е. из времени движения за оборот  $t_{до}$ ) и суммы затрат времени, связанных с выполнением грузовых операций  $\Sigma t_{пв}$ .

При выполнении перевозок грузов помашинными отправлениями (когда автомобиль с грузом следует в адрес только одного грузополучателя) различают маятниковые, кольцевые и радиальные схемы, а при доставке грузов мелкими отправлениями – развозочные, сборные и развозочно-сборные транспортные схемы.

### **МАЯТНИКОВЫЕ МАРШРУТЫ**

Маятниковым маршрутом называется такая схема следования автомобилей, когда движение между конечными пунктами в прямом и обратном направлениях, как правило, происходит по одной и той же трассе, и может многократно повторяться.

Маятниковые маршруты бывают четырех видов:

- с обратным не груженым пробегом;
- с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок;
- с груженым пробегом в обоих направлениях;
- с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (в обратном направлении перевозится меньше груза, чем в прямом).

На маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом (см. рис. 6) за каждый оборот выполняется одна ездка. Тогда

$$t_o = t_e = t_n + t_{дг} + t_b + t_{дх} \quad (1.13)$$

где  $t_n$  – время простоя автомобиля при погрузке;  $t_{дг}$  – время движения с грузом;  $t_b$  – время простоя при разгрузке;  $t_{дх}$  – время движения без груза.

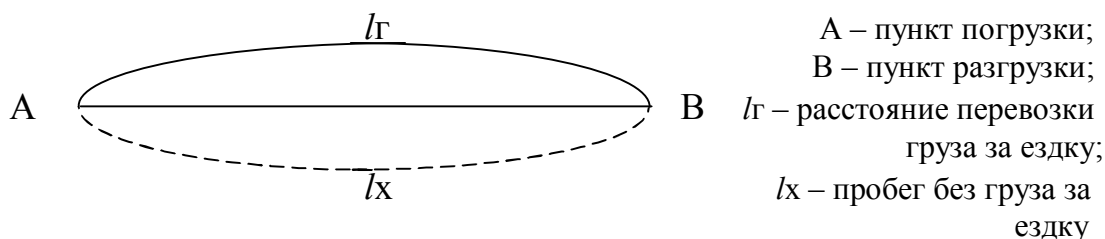


Рис. 6. Схема маятникового маршрута, с обратным не груженым пробегом

Особенности маршрута:

- самый простой в организации маршрут;
- маршрут работы автомобилей при односторонних грузопотоках;
- маршрут работы специализированных транспортных средств (самосвалы, битумовозы, бензовозы, муковозы, молоковозы, панелевозы и т.п.);
- половина пробега автомобиля за оборот происходит без груза;
- самая невыгодная схема работы для перевозчика, потому что клиенты обязаны оплачивать только пробег с грузом.

В случае организации перевозок грузов по схеме маятникового маршрута, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок (рис. 7) за каждый оборот выполняется две ездки, и при этом подразумевается, что в прямом и обратном направлениях перевозится равное количество груза за каждую ездку ( $\gamma_1 = \gamma_2$ ).

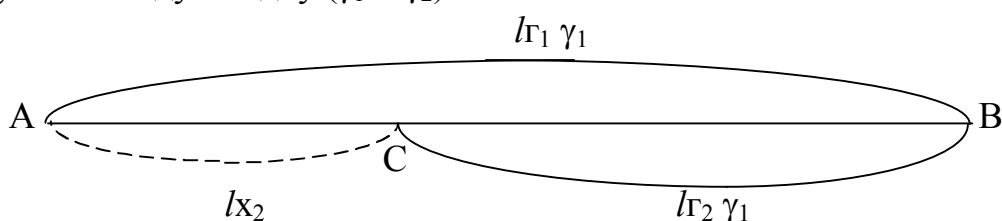


Рис. 7. Схема маятникового маршрута, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок

Пробег без груза на маршруте обозначен индексом 2, т.е.  $l_{x2}$ , потому что этот пробег относится к выполненной перед ним езде с грузом. Автомобили за оборот дважды попадают в погрузочные и разгрузочные пункты, но здесь имеется один пункт, только погрузочный, – А, один пункт, только разгрузочный, – С и один погрузочно-разгрузочный – В. Количество транспортной работы, которое выполняется при доставке груза в обратном направлении, меньше, чем в прямом. Эта особенность должна учитываться в дальнейшем при расчете потребности в транспортных средствах и ресурсах.

Особенности маршрута:

- транспортно однородный груз, т.е. для перевозки грузов в обоих направлениях возможно использование одних и тех же транспортных средств;
- время оборота по данному маршруту не должно превышать время в наряде;
- в сравнении с предыдущим маршрутом, здесь автомобиль более половины пробега за оборот проходит с грузом, что предпочтительнее для перевозчика;
- часть пробега автомобиля за оборот происходит без груза;
- это более сложный в организации маршрут, чем ранее рассмотренный маятниковый с обратным не груженым пробегом.



При перевозке грузов на маятниковом маршруте, с обратным груженным пробегом (рис. 8) за каждый оборот выполняется две ездки и каждый пункт маршрута является погрузочным и разгрузочным. За время оборота автомобиль дважды попадает в пункты погрузки и разгрузки. Организация перевозок грузов по маятниковым схемам с обратным полностью груженным пробегом наиболее рациональна, т.к. большинство времени и весь пробег на маршруте используется для производительной работы.

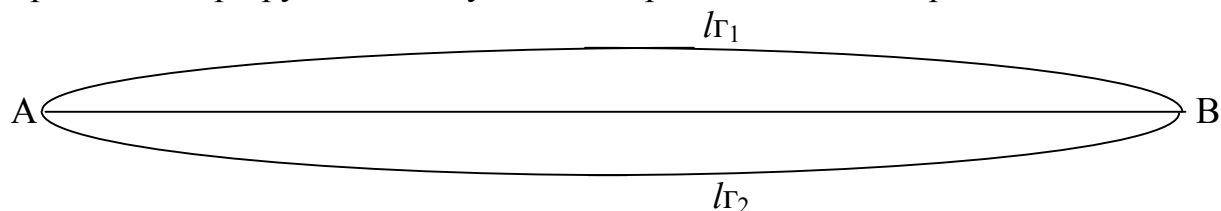


Рис. 8. Схема маятникового маршрута, с обратным груженным пробегом

Особенности маршрута:

- наиболее выгодный маршрут и для водителя, и для АТП;
- транспортно-однородный груз, т.е. для перевозки грузов в обоих направлениях возможно использование одних и тех же транспортных средств;
- время оборота по данному маршруту не должно превышать время в наряде;
- имеются сложности в организации данного маршрута, поскольку так работать хотят все АТП и водители.

На маятниковом маршруте, с обратным груженным пробегом, но разной загрузкой (рис. 9) в обратном направлении перевозится меньше груза за каждую ездку, чем в прямом, т.е. коэффициент использования грузоподъемности при перевозке в прямом направлении  $\gamma_1$  больше коэффициента использования грузоподъемности  $\gamma_2$  в обратном направлении.

На таком маршруте весь пробег за оборот производительный, но величина транспортной работы по направлениям разная.

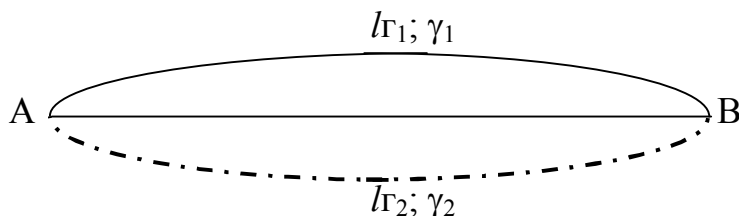


Рис. 9. Схема маятникового маршрута, с обратным груженным пробегом, но разной загрузкой

Особенности маршрута:

- менее выгодный маршрут по сравнению с предыдущей схемой;
- транспортно-однородный груз, т.е. для перевозки грузов в обоих направлениях возможно использование одних и тех же транспортных средств;
- время оборота по маршруту не должно превышать время в наряде;
- более распространенная схема работы транспортных средств, чем предыдущий маршрут.

В практической деятельности автомобильного транспорта маятниковые маршруты получили широкое распространение при перевозках массовых грузов помашинными отправлениями. Одной из причин этого является наличие большого количества мелких частных перевозчиков, слабое использование ими экономико-математических методов в планировании маршрутов (транспортных схем) доставки грузов, практика «самовывоза». Сложившееся в настоящее время положение отрицательно влияет на себестоимость выполнения перевозок и экономику страны.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое маршрут?
2. Что такое оборот?
3. Что такое маятниковый маршрут?
4. Назовите виды маятниковых маршрутов.
5. Перечислите особенности маятникового маршрута, с обратным не груженым пробегом.
6. Перечислите особенности маятникового маршрута, с обратным груженым пробегом.
7. Перечислите особенности маятникового маршрута, с обратным не груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок.
8. Перечислите особенности маятникового маршрута, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой.
9. Назовите отличия маятникового маршрута, с обратным не груженым пробегом от других видов маятниковых маршрутов.
10. Какой из маятниковых маршрутов наиболее простой в организации?
11. Какой из маятниковых маршрутов самый сложный в организации?
12. Какой из маятниковых маршрутов самый выгодный для АТП?
13. Какой из маятниковых маршрутов самый выгодный для водителя?
14. Какой из маятниковых маршрутов выгодный для АТП, но менее выгодный для водителя?

### ***КОЛЬЦЕВЫЕ МАРШРУТЫ***

В пятидесятые годы прошлого века применение кольцевых маршрутов было предложено, в том числе для того, чтобы повысить эффективность использования транспортных средств на односторонних грузопотоках (прежде всего в добывающей отрасли и строительстве). Кольцевой маршрут представляет собой замкнутый контур, образующийся при дви-

жении автомобилей через ряд погрузочных и разгрузочных пунктов (рис. 10). Пункт начала маршрута является его конечным пунктом.

Условия организации кольцевых маршрутов:

- суммарный пробег с грузом за оборот на маршруте должен быть больше суммы холостых пробегов за тот же оборот;
- транспортно-однородный груз, т.е. для перевозки грузов по всем звеньям маршрута возможно использование одних и тех же транспортных средств;
- время оборота по данному маршруту не должно превышать время в наряде автомобиля;
- грузы должны быть доставлены в течение одного временного периода (например, за смену).

В зависимости от взаимного расположения грузовых пунктов и транспортных связей схемы маршрутов могут иметь различный вид (см. рис. 10).

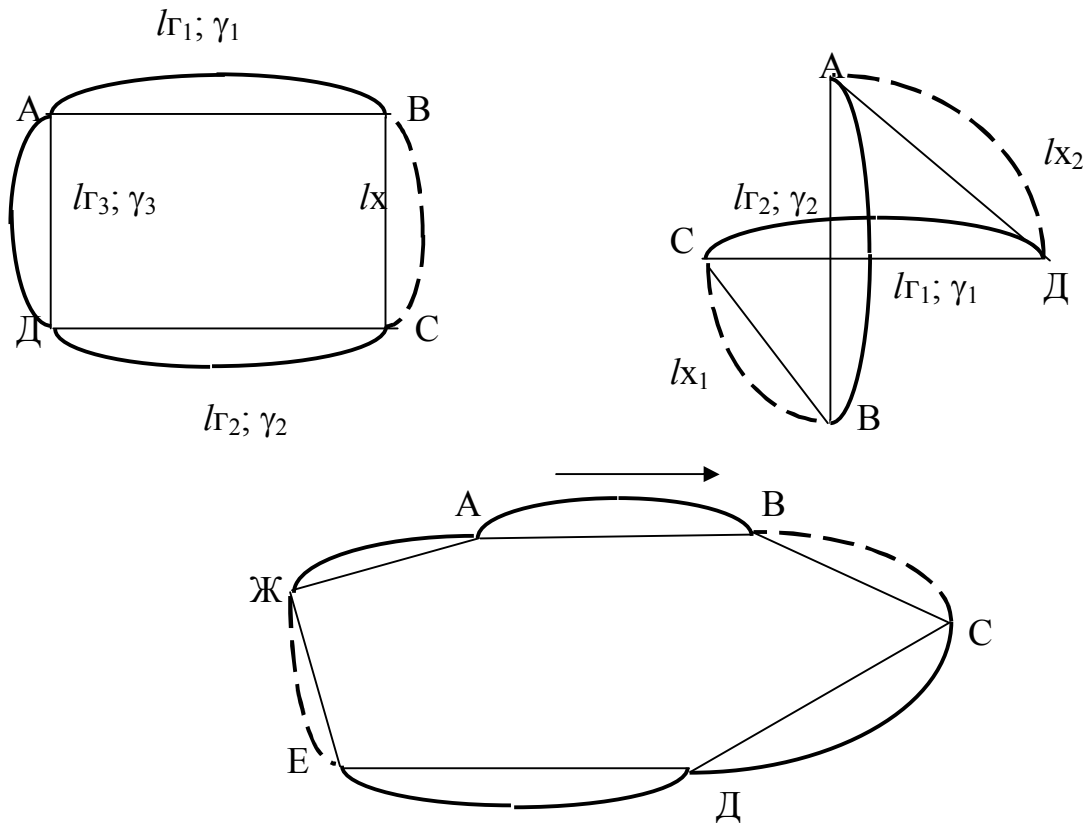


Рис. 10. Схемы кольцевых маршрутов

Рассмотрим обоснование организации кольцевого маршрута на примере. Из пункта А (завод ЖБИ) в пункт В (строительный объект 1) запланирована перевозка фундаментных бетонных блоков, для чего возможно использование автотранспортного средства с бортовым кузовом. Из пункта С (кирпичный завод) запланирована перевозка кирпича на поддонах в пункт Д (строительный объект 2), для чего используется также автотранс-

портное средство с бортовым кузовом. Расстояние между А и В – 35 км; между С и Д – 38 км. Между пунктами А и Д, В и С существуют транспортные связи, протяженность которых соответственно 25 и 28 км. Время погрузки равно времени разгрузки, их сумма составляет 0,5 часа. Время в наряде автомобиля 8 часов. Городские условия эксплуатации. Средняя техническая скорость равна 25 км/ч. При перевозке заявок по маятниковым маршрутам, с обратным не груженым пробегом (рис. 11,а) сумма пробегов за оборот составит 146 км, из которых 73 км составит холостой пробег (без груза). Суммарное время работы составит  $146/25 + 2 \cdot (0,5+0,5)=7,84$  часа.

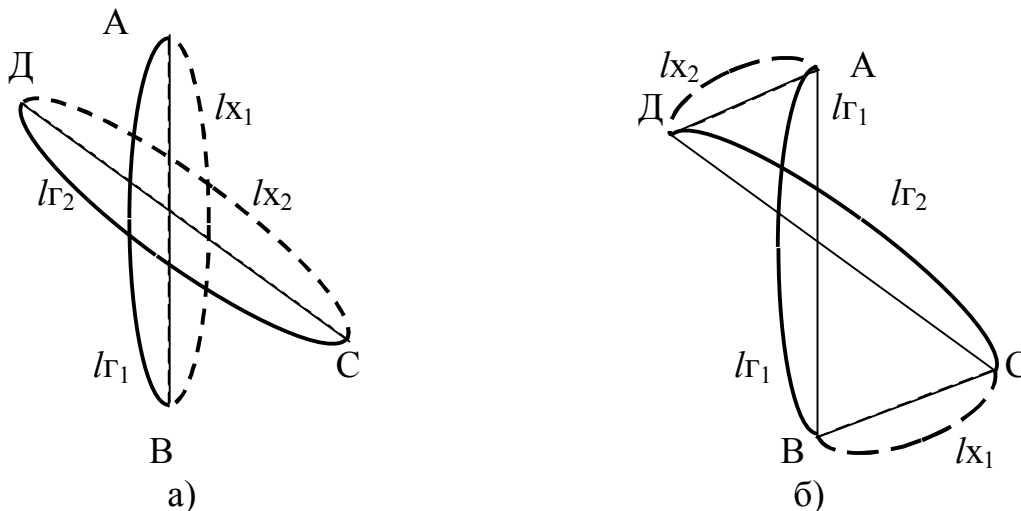


Рис. 11. Схемы работы транспортного средства: а – маятниковые маршруты с обратным не груженым пробегом; б – кольцевой маршрут

Для организации перевозок по кольцевому маршруту (рис. 11,б) необходимо выполнение требований, изложенных выше:

- первое требование выполняется, т.к.  $l_{Г1} + l_{Г2} > l_{Х1} + l_{Х2}$ , или  $35+38 > 25+28$ ;
- третье требование выполняется, т.к. время оборота  $(35+28+38+25)/25+2 \cdot (0,5+0,5) = 7,04$  часа меньше 8 часов, и маршрут может быть исполнен.

Общий пробег автомобиля на кольцевом маршруте составил 126 км, или на 20 км меньше, чем в первом случае. Пробег с грузом не изменился, а холостой пробег стал меньше, т.е. для АТП и водителя кольцевой маршрут выгоднее. Доходы АТП и зарплата водителя те же, а расходы АТП и работы водителя меньше.

Но иногда целесообразна организация кольцевого маршрута, даже если суммарный пробег с грузом за оборот несколько меньше, чем суммарный холостой пробег за тот же оборот. В этом случае учитывают все непроизводительные пробеги по кольцевой и маятниковым схемам, включая нулевые, и если окажется, что суммарный непроизводительный пробег при кольцевой схеме перевозок меньше, то принимается решение в пользу кольцевой.

## **РАЗВОЗОЧНЫЕ, СБОРНЫЕ И РАЗВОЗОЧНО-СБОРНЫЕ МАРШРУТЫ**

Развозочные, сборные и развозочно-сборные маршруты являются разновидностью кольцевых маршрутов.

Развозочным маршрутом (рис. 12,а) называется такой кольцевой маршрут, на котором осуществляется доставка грузов по кольцевой схеме в разгрузочные пункты, где оставляется (выгружается часть груза), т.е. происходит постепенная разгрузка автомобиля.

Сборным маршрутом называется кольцевой маршрут, на котором осуществляется постепенная загрузка транспортного средства при прохождении через ряд погрузочных пунктов (рис. 12,б).

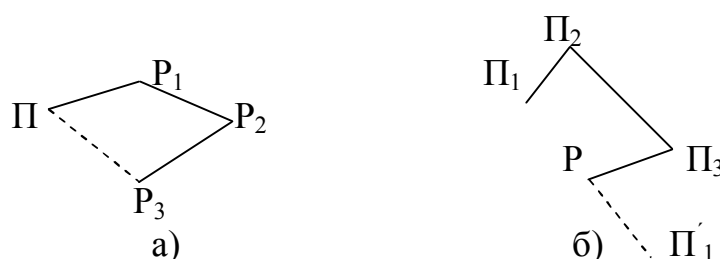


Рис. 12. Схемы: а – развозочного маршрута,  
 б – сборного маршрута:  
 П<sub>1</sub>' – первый пункт погрузки другого маршрута

Развозочные и сборные маршруты организуются в тех случаях, когда вес (объем) груза отправляемого (получаемого) пунктами погрузки (разгрузки) меньше грузоподъемности (вместимости) подвижного состава. Особенно распространены такие маршруты при доставке грузов в магазины или почты в почтовые отделения.

Пробег с грузом за оборот  $l_{\Gamma_0}$  представляет собой сумму длин пробегов с грузом по каждому участку маршрута  $\Sigma l_{\Gamma_i}$ :

$$l_{\Gamma_0} = \sum_1^n l_{\Gamma_i}, \quad (1.14)$$

где  $n$  – число участков маршрута, на которых перевозится груз.

После удовлетворения потребности грузополучателей работа автомобиля на развозочном и сборном маршруте в течение смены (суток), как показали практические наблюдения, может более не производиться.

Как следует из схем развозочного (сборного) маршрутов (рис. 12), за один оборот выполняется одна ездка.

Развозочно-сборным маршрутом (рис. 13) называется такая

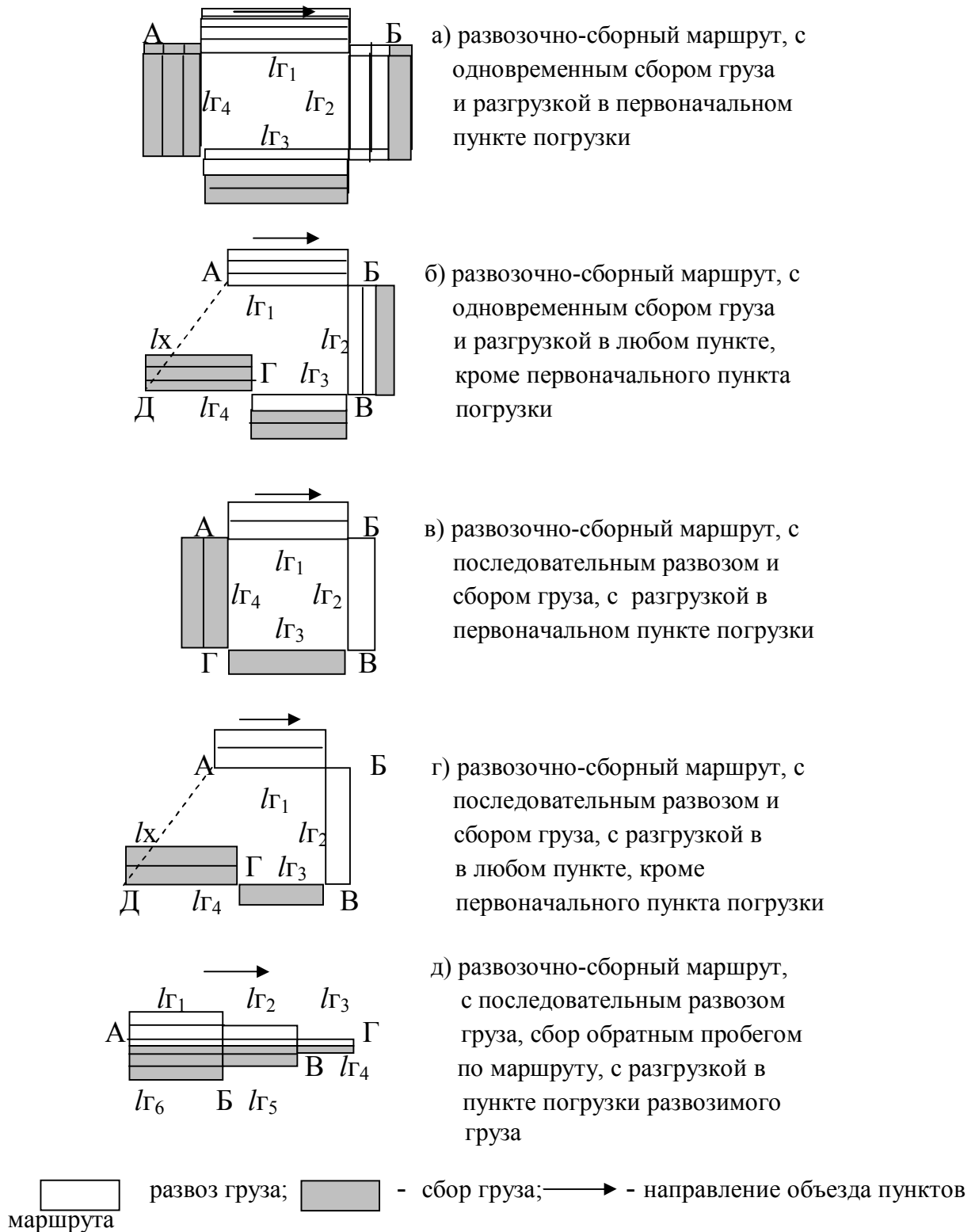


Рис. 13. Схемы развозочно-сборных маршрутов

разновидность кольцевого маршрута, где при доставке грузов осуществляется разгрузка и одновременно сбор (погрузка) в одних и тех же пунктах.

Поэтому развозочно-сборный маршрут представляет собой совокупность двух вышерассмотренных маршрутов.

Грузы (развозимые и собираемые), как правило, обеспечивают разное использование грузоподъемности, что должно учитываться при определении величины транспортной работы. Особенностью развозочно-сборных маршрутов, по сравнению с развозочным (сборным), является то, что за один оборот на любом из них выполняется две ездки.

Особенности практики работы автомобилей на развозочных, сборных, развозочно-сборных маршрутах:

- ограниченный, по условиям клиентуры, объем перевозимого груза;
- необходимость доставки планового объема груза за смену несколькими заездами;
- невозможность компенсации недовоза груза в следующем интервале времени обслуживания;
- наличие строгих временных границ перевозки груза, в ряде случаев меньших времени наряда автомобилей;
- на любом развозочном, сборном, развозочно-сборном маршруте в конкретный момент времени работает всегда один автомобиль;
- маршруты разрабатываются под грузоподъемность (грузовместимость) имеющихся транспортных средств;
- перевозка груза осуществляется на заранее спланированных развозочных, сборных, развозочно-сборных маршрутах;
- перевозки разных грузов имеют отличия в объемах осваиваемых грузопотоков, количестве обслуживаемой клиентуры и используемых автомобилей.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Что называется развозочным маршрутом?
2. Что называется сборным маршрутом?
3. Что называется развозочно-сборным маршрутом?
4. Перечислите виды развозочно-сборных маршрутов.
5. Назовите отличия развозочно-сборных маршрутов.
6. Перечислите одинаковые позиции, свойственные различным видам развозочно-сборных маршрутов.
7. Назовите особенности практики работы автомобилей на развозочных, сборных, развозочно-сборных маршрутах.
8. Чем отличаются развозочный и сборный маршруты от развозочно-сборного?

### ***РАДИАЛЬНЫЕ МАРШРУТЫ***

Радиальный маршрут состоит из центрального грузового пункта и нескольких периферийных. Ветви маршрута по своей конфигурации могут соответствовать маятниковым схемам различного вида и кольцевым (рис. 14)

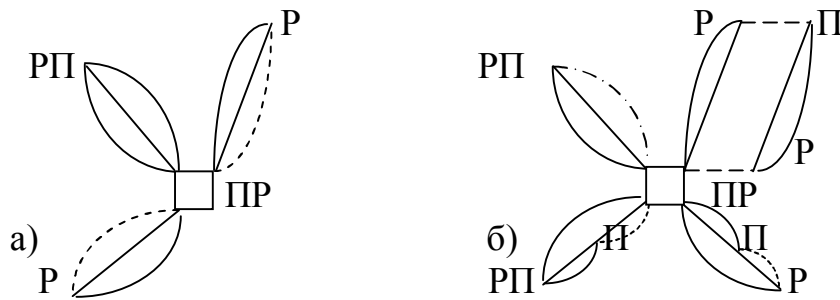


Рис. 14. Схемы радиальных маршрутов (схем):

□ – центральный грузовой пункт погрузки (погрузки-разгрузки) схемы;  
 П, Р – периферийные грузовые пункты погрузки, разгрузки (разгрузки-погрузки)

Такие понятия как оборот и длина маршрута не применимы в целом для радиальных транспортных схем. Среди ветвей с кольцевой конфигурацией могут быть развозочные (сборные) и развозочно-сборные.

Организация вывоза (завоза) грузов по радиальным схемам осуществляется при доставке грузов из центра на периферию или наоборот, например: вывоз изделий и материалов стройиндустрии на строительные объекты (кирпич, железобетон, товарный бетон), вывоз грузов с железнодорожных станций (при перевозке контейнеров могут быть развозочные или сборные схемы ветвей), завоз продукции сельского хозяйства в хранилища или пункты переработки (зерно на элеваторы, картофель на базы хранения, вывоз бензина или дизельного топлива на АЗС и т.п.).

Организация эффективной работы автомобилей на радиальных маршрутах значительно сложнее, чем на кольцевых и тем более на маятниковых. Сложность организации обусловлена тем, что в центральных пунктах происходит пересечение грузовых потоков, входящих (выходящих) потоков автомобилей и их взаимное влияние друг на друга на общих постах погрузки (выгрузки). Не кратность времен оборотов по ветвям маршрута приводит к одновременному прибытию нескольких транспортных средств на повторную погрузку (выгрузку), вызывает появление простоев в ожидании исполнения грузовых работ. Поэтому в крупных центральных грузовых пунктах обязательно организуются диспетчерские службы, в задачи которых входит разработка расписаний (графиков) и управление работой автомобилей и постов погрузки (выгрузки).

### 1.5. Основные эксплуатационные требования, предъявляемые к подвижному составу

#### *Классификация автотранспортных средств.*

Для осуществления перевозок автомобильному транспорту требуется подвижной состав, соответствующий роду, характеру груза и отвечающий условиям, в которых ему приходится работать, и одновременно сохраняющий груз в момент перевозки. Автомобильная промышленность про-



изводит подвижной состав разнообразных моделей и модификаций, наиболее полно отвечающий различным потребностям в перевозках грузов и пассажиров, который классифицируется по ряду признаков.

К грузовым транспортным средствам относится подвижной состав, имеющий универсальный кузов (бортовая грузовая платформа), предназначенный для перевозки различных грузов, и специализированный подвижной состав с кузовом специальной конструкции, предназначенным для перевозки одного вида грузов или однородной группы грузов (самосвалы, фургоны, панелевозы, лесовозы и др.).

В зависимости от типа установленного двигателя подвижной состав на автомобильном транспорте подразделяется:

- на автомобили с бензиновыми двигателями (в основном на транспортных средствах небольшой грузоподъемности);
- автомобили с дизельными двигателями;
- автомобили с газобаллонными установками;
- автомобили с гибридными, электрическими и др. типами двигателей, которые не выделены в особый класс как не имеющие в настоящее время определяющего значения при выполнении перевозок грузов и пассажиров транспортом общего пользования.

По конструктивной схеме автомобильные транспортные средства подразделяют на одиночные (автомобили) и автопоезда.

Автопоезд состоит из автомобиля с прицепом или автомобиля-тягача с полуприцепом. Прицепы и полуприцепы относят к несамоходным транспортным средствам, имеющим одну или несколько осей.

Грузовые автомобили классифицируются по номинальной грузоподъемности, которая устанавливается заводом-изготовителем и показывает максимально допустимую нагрузку. В этом случае выделяют пять групп: особо малой грузоподъемности (до 0,5 т); малой (0,5 – 2,0 т); средней (2,1 – 5,0 т); большой (5,1 – 15,0 т); особо большой (свыше 15,0 т).

В основу системы обозначения подвижного состава положена классификация транспортных средств по классу.

Разделение автомобильных транспортных средств на классы производится в зависимости:

- от рабочего объема цилиндров двигателя для легковых автомобилей;
- габаритной длины для автобусов;
- полной массы для грузовых автомобилей. Система обозначения, определенная нормалью ОН 25 270 – 66 Минавтопрома СССР (которая до настоящего времени не пересматривалась и не отменялась), предполагает, что каждой новой модели автомобиля присваивается индекс, состоящий из ряда цифр:

Первая цифра обозначает класс автомобиля.

Вторая указывает на тип автомобиля: 1 – легковой автомобиль; 2 – автобус; 3 – грузовой автомобиль или пикап; 4 – седельный тягач; 5 – самосвал; 6 – цистерна; 7 – фургон; 8 – резерв; 9 – специальный автомобиль.

Третья и четвертая цифры указывают на порядковый номер модели, а пятая уточняет, что это не базовая модель, а модификация.

Шестая цифра характеризует вид исполнения: 1 – для холодного климата; 6 – экспортное исполнение для умеренного климата; 7 – экспортное исполнение для тропического климата.

Некоторые автомобили имеют в своем обозначении через тире две цифры, которые указывают, что модель или модификация является переходной или имеет какие-то дополнительные комплектации.

Первые две цифры индекса в соответствии с классом транспортных средств приведены в табл. 5.

Таблица 5

### Классы транспортных средств и система обозначения

Подвижной состав	Индекс						
	при рабочем объеме, л						
класс	1	2	3	4			
Легковые автомобили	До 1,2	1,2...1,8	1,8...3,5		Свыше 3,5		
	11	21	31		41		
	при габаритной длине, м						
класс	1	2	3	4	5		
Автобусы	До 5,0	6,0...7,5	8,0...9,5	10,5...12	16,5 и более		
	22	32	42	52	62		
	при полной массе, т						
класс	1	2	3	4	5	6	7
Грузовые автомобили	До 1,2	1,2...2,0	2,0...8,0	8,0...14,0	14,0...20,0	20,0...40,0	Свыше 40,0
	13	23	33	43	53	63	73
С бортовой платформой	14	24	34	44	54	64	74
Седельные тягачи	15	25	35	45	55	65	75
Самосвалы	16	26	36	46	56	66	76
Цистерны	17	27	37	47	57	67	77
Фуры	18	28	38	48	58	68	78
Специальные	19	29	39	49	59	69	79

Примеры системы обозначения отечественного подвижного состава:

- ВАЗ 21099 Волжского автозавода с рабочим объемом двигателя 1,3 литра, что соответствует второму классу с индексом 21, девятая модель – 09, девятая модификация – 9;

- автобус ПАЗ 3205 Павловского завода длиной 7,15 м, что соответствует второму классу с индексом 32, пятая модель – 05;

- грузовой бортовой автомобиль КамАЗ 5320 Камского автозавода полной массой 15,2 тонны, что соответствует пятому классу с индексом 53, двадцатая модель – 20.

В последнее время в нормативных документах находит отражение классификация транспортных средств в соответствии с международными

требованиями по безопасности, содержащимися в Правилах ЕЭК ООН. Основным образующим показателем этой классификации выступает полная масса автомобиля (табл. 6). Масса сухого транспортного средства, заправочных жидкостей, инструментов и двух водителей составляет снаряженную массу, тогда как снаряженная масса и масса груза составляют разрешенную максимальную (полную) массу.

Таблица 6

**Классификация автотранспортных средств, принятая  
в Правилах ЕЭК ООН**

Категория АТС*	Тип автотранспортного средства	Полная масса, т	Примечания
M1	АТС с двигателем, предназначенным для перевозки пассажиров и имеющие не более 8 мест для сидения (кроме места водителя)	НР (не регламентируется)	Легковые автомобили
M2	Те же, имеющие более 8 мест для сидения (кроме места водителя)	До 5,0	Автобусы
M3	То же	Свыше 5,0	Автобусы, в том числе сочлененные
N1	АТС с двигателем, предназначенные для перевозки грузов	До 3,5	Грузовые, специальные автомобили
N2	То же	Свыше 3,5 до 12,0	Грузовые автомобили, автомобили-тягачи, специальные автомобили
N3	То же	Свыше 12,0	То же
01	АТС без двигателя	До 0,75	Прицепы и полуприцепы
02	То же	Свыше 0,75 до 3,5	То же
03	То же	Свыше 3,5 до 10,0	То же
04	То же	Свыше 10,0	То же

Примечание: АТС\* — автомобильное транспортное средство.

Применение указанной классификации обеспечивает единообразный подход при рассмотрении технической документации на отечественные и зарубежные автомобили.

Классификация транспортных средств, в соответствии с Правилами ЕЭК ООН, используется при установлении требований к автотранспортным средствам согласно ГОСТ 51709 «Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки».

Например, нормативы эффективности торможения автотранспортных средств (АТС) при помощи рабочей тормозной системы в дорожных условиях устанавливаются отдельно по группам транспортных средств (табл. 7).

Грузовые автомобили, как было отмечено ранее, а также прицепы, полуприцепы по типу кузова делятся на универсальные и специализированные,

Автомобили с универсальными кузовами предназначены для перевозки широкой номенклатуры грузов, что является их основным преимуществом.

Таблица 7

**Нормативы эффективности торможения автотранспортных средств**

Наименование вида АТС	Категория АТС	Усилие на органе управления Р, Н	Тормозной путь S, м, не более
Пассажирские и грузопассажирские автомобили	M1	490	15,8
	M2, M3	686	17J
Легковые автомобили с прицепом без тормозов	M1	490	15,8
Грузовые автомобили	N1, N2, N3	686	17.7

Прежде всего, это грузы, не требующие особых условий для обеспечения их сохранности при перевозке, что позволяет достичь при эксплуатации такого типа автомобилей высоких технико-эксплуатационных показателей. Кузов универсального подвижного состава представлен следующими видами:

- платформы с откидными бортами, откидывающимися на одну или три стороны;
- открытые платформы без бортов;
- платформы с высокими решетчатыми бортами;
- платформы с бортами, скамейками и тентом.

Недостатки универсальных кузовов устраняются созданием и применением подвижного состава со специализированными кузовами, выполненными с таким расчетом, что их конструкция отвечает свойствам и характеру грузов, для перевозки которых они предназначены.

Из специализированного подвижного состава наибольшее распространение получили самосвалы, фургоны, цистерны и др.

Самосвальный подвижной состав имеет кузова, оснащенные устройствами для разгрузки путем сбрасывания грузов, перевозимых навалом (щебень, гравий, песок, грунт и т. п.). По принципу разгрузки самосвальный подвижной состав делится на три основные группы:

- с опрокидывающимися кузовами;
- с бункерной выгрузкой;
- с принудительным выталкиванием груза из кузова.

Наибольшее распространение получил подвижной состав с опрокидывающимися кузовами, обладающими возможностью опрокидывания назад (с задней разгрузкой), на боковые стороны (с боковой разгрузкой), на любую из трех сторон.

Автомобили со сменными кузовами предназначены для перевозки различных видов груза. Сменные кузова могут быть специализированными, то есть предназначенными для перевозки какого-либо одного груза или

группы однородных грузов, и универсальными, то есть могут перевозить разнообразные грузы.

Погрузка-разгрузка сменных кузовов производится механизированным способом, в результате чего простой автомобилей в пунктах погрузки-разгрузки резко сокращается. Применение сменных кузовов при наличии достаточного их оборотного фонда позволяет увеличить степень использования автомобилей во времени и добиться повышения производительности подвижного состава при перевозке грузов.

Автомобили, прицепы и полуприцепы-фургоны имеют закрытые кузова, которые могут быть оборудованы различными приспособлениями, устройствами, предназначенными для транспортировки определенного вида груза (хлебный фургон), облегчения операций по погрузке – разгрузке, повышения сохранности груза при перевозке.

В фургонах доставляются промышленные, продовольственные, почтовые грузы, требующие защиты от воздействия осадков, солнечных лучей и надежной защиты от потерь. Для транспортировки скоропортящихся грузов применяются фургоны, обеспеченные термоизоляцией или рефрижераторным оборудованием.

Автомобили, прицепы или полуприцепы-цистерны применяются для перевозки жидких, наливных грузов. Для уменьшения высоты расположения центра тяжести (то есть улучшения устойчивости транспортного средства) поперечному сечению цистерны придают форму эллипса. Внутри цистерны делают поперечные перегородки с целью уменьшения силы гидравлических ударов, возникающих при резком торможении или изменении скорости движения.

Внутренние стенки цистерн, предназначенных для перевозки пищевых продуктов, часто делают эмалированными, а снаружи окрашивают в светлые тона для отражения солнечных лучей. Стенки цистерн, предназначенных для перевозки скоропортящихся грузов, искусственно охлаждаются, а для вязких грузов, наоборот, подогреваются.

*Эксплуатационные и технические требования*, предъявляемые к подвижному составу при выполнении автомобильных перевозок грузов.

Эффективность использования подвижного состава грузового автомобильного транспорта зависит от совершенства его конструкции и соответствия ее условиям эксплуатации. Создание типа подвижного состава, обладающего качествами, отвечающими всем без исключения условиям, практически невозможно. Поэтому в практике перевозок стараются подобрать транспортное средство, наиболее подходящее для соответствующих условий работы.

Степень приспособленности транспортного средства к наиболее эффективному использованию оценивается комплексом так называемых «эксплуатационных» качеств автомобиля. Согласно классификации, разработан-

ной доктором технических наук, профессором Д.П. Великановым, комплекс основных эксплуатационных качеств автомобиля включает в себя: **вместимость, использование массы, скорость движения, проходимость, безопасность, топливная экономичность, долговечность, надежность, удобство использования, простота технического обслуживания и ремонта.**

Все многообразие условий эксплуатации можно разделить на четыре основные группы: транспортные, дорожные, климатические и организационно-технические.

Транспортные условия характеризуются родом и характером перевозимого груза, объемом перевозок, колебаниями грузооборота, размером и количеством однородных партий, срочностью и своевременностью перевозок, расстоянием, условиями погрузки и разгрузки.

Дорожные условия определяются типом дорожного покрытия и его прочностью, состоянием и шириной проезжей части дороги, рельефом местности, планом и профилем дороги, прочностью мостов, путепроводов и других сооружений, по которым проходит дорога, интенсивностью движения на дороге.

Климатические условия зависят от географических и природных особенностей зоны, в которой работает подвижной состав, что влияет на промышленное исполнение транспортного средства.

Организационно-технические условия характеризуются режимом эксплуатации подвижного состава (пробег за сутки, год), условиями его хранения, организацией технического обслуживания и ремонта, организацией и режимом работы водителей и т.п.

Однако подвижной состав независимо от условий эксплуатации должен отвечать определенным требованиям, приведенным в нормативных документах и (или) определяющим выбор того или иного типа подвижного состава.

**Надежность** конструкции подвижного состава обуславливается ее прочностью и характеризуется продолжительностью работы автомобилей в заданных условиях эксплуатации без поломки и значительных износов деталей, механизмов и агрегатов, требующих замены или восстановления. Надежность определяется сроком службы автомобилей, величиной межремонтных пробегов и пробега до полного износа.

Продолжительность срока службы подвижного состава зависит от качества ежедневного ухода, технического обслуживания и ремонтов, квалификации водителя.

Требования к весогабаритным характеристикам подвижного состава приведены в Инструкции по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации

(утверждена Минтрансом РФ 27.05.1996, зарегистрирована в Минюсте РФ 8 августа 1996 г. №1146, в ред. Приказа Минтранса от 22.01.2004 года №8).

К основным габаритным размерам относят длину автомобиля (тягача), прицепа или автопоезда, ширину, высоту.

Габариты автотранспортного средства по длине не должны превышать для:

- одиночных автомобилей, автобусов, троллейбусов и прицепов – 12,0 м;

- автопоездов в составе «автомобиль – прицеп» и «автомобиль – полуприцеп» – 20,0 м;

- двухзвенных сочлененных автобусов и троллейбусов – 18,0 м.

Габарит автотранспортного средства по ширине не должен превышать 2,5 м, для рефрижераторов и изотермических кузовов допускается 2,6 м.

Габарит автотранспортного средства по высоте не должен превышать 4,0 м.

В случае, если габариты транспортного средства с грузом или без груза по высоте, ширине или длине превысят хотя бы одно из указанных ограничений, вводится понятие крупногабаритного груза.

Следует также помнить, что в соответствии с Инструкцией к крупногабаритным относятся также транспортные средства, имеющие в своем составе два и более прицепа (полуприцепа), независимо от ширины и общей длины автопоезда. Указанное ограничение отличается, например, от Европейского правила 85/3, в котором определяющим является общая длина автопоезда, а количество прицепов (полуприцепов) не имеет значения.

При рассмотрении весовых ограничений следует помнить, что не допускается превышение параметров, указанных как в рассматриваемой Инструкции, так и в паспорте транспортного средства, то есть запрещена перевозка с нагрузкой большей, чем номинальная грузоподъемность, установленная заводом-изготовителем.

При выполнении автомобильных перевозок действуют два ограничения одновременно: по полной массе и по осевым нагрузкам. При этом транспортные средства в зависимости от осевых масс разделяются на две группы: группа А – транспортные средства с осевыми массами наиболее нагруженной оси от 6 до 10 т включительно, предназначенные для эксплуатации на дорогах I – III категории, а также на дорогах IV категории, одежды которых построены или усилены под осевую массу 10 т; группа Б – автотранспортные средства с осевыми массами наиболее нагруженной оси до 6 т включительно, предназначенные для эксплуатации на дорогах любой категории.

Полная масса транспортного средства при выполнении перевозок по дорогам Российской Федерации не должна превышать значений, приведен-

ных в табл. 8.

Таблица 8

Виды АТС	Полная масса, т		Расстояние между крайними осями АТС группы А не менее, м
	АТС группы А	АТС группа Б	
Одиночные автомобили, автобусы, троллейбусы			
Двухосные	18	12	3,0
Трехосные	25	16,5	4,5
Четырехосные	30	22	7,5
Седельные автопоезда (тягач с полуприцепом)			
Трехосные	28	18	8,0
Четырехосные	36	23	11,2
Пятиосные и более	38	28,5	12,2
Прицепные автопоезда			
Трехосные	28	18	10,0
Четырехосные	36	24	11,2
Пятиосные и более	38	28,5	12,2
Сочлененные автобусы и троллейбусы			
Двухзвенные	28		10,0

При установлении осевой нагрузки используется понятие «тележка», под которой понимаются сдвоенные или строенные оси на автомобиле, прицепе или полуприцепе.

Осевая масса двухосных транспортных средств и двухосных тележек не должна превышать значений, приведенных в табл. 9, а для трехосных – значений, приведенных в табл. 10.

Таблица 9

**Нагрузка на одиночную ось двухосных транспортных средств и двухосную тележку**

Расстояние между осями, м	Осевая масса на каждую ось, не более, т	
	АТС группы А	АТС группы Б
свыше 2,00	10,0	6,0
1,65-2,00	9,0	5,7
1,35-1,65	8,0*	5,5
1,00-1,35	7,0	5,0
До 1,00	6,0	4,5

\*Примечание: для контейнеровозов 9 т

Таблица 10

**Нагрузка на трехосную тележку**

Расстояние между крайними осями тележек, м	Осевая масса на каждую ось не более, т	
	АТС группы А	АТС группы Б
Свыше 5,00	10,0	6,0
3,20 - 5,00	8,0	5,5
2,60 - 3,20	7,5	5,0
2,00 - 2,60	6,5	4,5
До 2,00	5,5	4,0

При оценке осевых ограничений на этапе планирования перевозки с учетом приведенных ограничений следует помнить, что распределение нагрузки по осям тележки идет не равномерно и индивидуально для каждого



транспортного средства, что зависит от технического состояния подвески. Европейское правило 85/3 регламентирует нагрузки не на каждую ось в отдельности, а на тележку в совокупности.

В случае, если полная и (или) осевая масса транспортного средства с грузом или без груза превышает хотя бы один из параметров, установленных в Инструкции, вводится понятие «тяжеловесный груз».

Для перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов необходимо получать специальное разрешение, порядок и сроки выдачи которых приведены в вышеуказанной Инструкции.

Приведение Инструкции к общеевропейским требованиям – одно из возможных направлений корректировки требований по весогабаритным ограничениям. Однако следует учитывать постоянный рост грузовых перевозок как во внутреннем, так и в международном сообщении и современные тенденции в установлении весогабаритных ограничений.

**Экономичность** подвижного состава определяется величиной затрат на топливо, смазочные материалы, техническое обслуживание, ремонт, хранение и др. Указанные характеристики зависят от технико-эксплуатационных показателей использования транспортных средств, но вид зависимости индивидуален и определяется конкретными условиями эксплуатации, маркой и моделью подвижного состава и др. факторами.

**Запасом хода** называется пробег автомобиля в километрах до полного израсходования топлива, помещающегося в баке (или баках). Указанный пробег зависит от емкости одного или нескольких баков, установленных на автомобиле, качества топлива, расхода топлива, дорожных условий и скорости движения. Половина запаса хода называется радиусом действия автомобиля.

От величины запаса хода зависит продолжительность и дальность непрерывного движения автомобиля между заправочными пунктами. Этот показатель особое значение приобретает для автомобилей, работающих на маршрутах большой протяженности.

**Безопасность движения** определяется возможностью обеспечить условия работы подвижного состава, исключающие возникновение на дорогах аварий, срывов в работе. Безопасность движения зависит от совершенства и надежности конструкции подвижного состава и отдельных его узлов, состояния проезжей части дороги, интенсивности движения, наличия сигналов и знаков, регулирующих движение, условий труда водителя.

Требования и процедура проверки подвижного состава по выделенным системам (тормозной, рулевой, световым приборам и др.) на соответствие безопасному уровню приведены в ГОСТ Р 51709 – 2001 (с изменениями от 26.08.2005) «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки».

**Простота технического обслуживания** подвижного состава определяется качеством его конструкции и характеризуется доступностью механизмов, агрегатов для осмотра, обслуживания, регулировки, простотой их разборки и сборки.

**Экологические характеристики** подвижного состава являются определяющими, особенно при выборе транспортного средства для международных перевозок, где экологические нормы более жесткие. Следует различать требования, предъявляемые к заводу-изготовителю, которые обычно называют «Нормы Евро», и требования, предъявляемые к транспортным средствам при эксплуатации.

Для производителей экологические характеристики двигателя транспортного средства проверяются в стендовых условиях по четырем токсичным компонентам - СО, СН, NO и твердым частицам. В Российской Федерации сертификация транспортных средств по указанным компонентам проводится согласно Техническому регламенту, начиная с марта 2006 года. Постановлением Правительства РФ № 609 от 12.10.2005 был введен в действие специальный технический регламент «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ», который ввел следующие сроки ввода норм Евро:

- экологический класс 2 – с даты вступления в силу указанного регламента;

- экологический класс 3 – с 1 января 2008 г.;

- экологический класс 4 – с 1 января 2010 г.;

- экологический класс 5 – с 1 января 2014 г.

При эксплуатации бензиновые транспортные средства проверяются по трем показателям – СО, СН и коэффициенту избытка воздуха (ГОСТ Р 52033 – 2003), а дизельные автомобили – по показателю дымности (ГОСТ 52160 – 2003). При этом экологические характеристики транспортных средств должны соответствовать нормам, установленным заводом-изготовителем в течение всего срока службы, которые, однако, не могут быть хуже значений, приведенных в соответствующем ГОСТ.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое универсальный кузов?
2. Что такое специальный кузов?
3. Приведите классификацию автомобилей по типу установленного двигателя.
4. Приведите классификацию автомобилей по конструктивной схеме.
5. Приведите классификацию автомобилей по номинальной грузоподъемности.
6. По какому признаку классифицируются легковые автомобили.
7. По какому признаку классифицируются грузовые автомобили.
8. По какому признаку классифицируются автобусы.
9. Что обозначает буквенная аббревиатура в обозначении автомобиля?
10. Что обозначает первая цифра индекса грузового автомобиля?

11. Что обозначает вторая цифра индекса грузового автомобиля?
12. Что обозначает третья и четвертая цифры индекса грузового автомобиля?
13. Что обозначают пятая цифра индекса грузового автомобиля?
14. Что обозначают шестая цифра индекса грузового автомобиля?
15. Что обозначают цифры индекса грузового автомобиля, обозначенные после тире?
16. Что называется снаряженной массой автомобиля?
17. Что называется разрешенной максимальной (полной) массой автомобиля?
18. Какие автотранспортные средства относятся к категории М1?
19. Какие автотранспортные средства относятся к категории М2?
20. Какие автотранспортные средства относятся к категории М3?
21. Какие автотранспортные средства относятся к категории N1?
22. Какие автотранспортные средства относятся к категории N2?
23. Какие автотранспортные средства относятся к категории N3?
24. Какие автотранспортные средства относятся к категории О1?
25. Какие автотранспортные средства относятся к категории О2?
26. Какие автотранспортные средства относятся к категории О3?
27. Какие автотранспортные средства относятся к категории О4?
28. Для каких грузов предназначены автомобили с универсальными кузовами?
29. Перечислите виды универсальных кузовов.
30. Перечислите виды специальных кузовов.
31. Как подразделяются самосвальные кузова по принципу разгрузки?
32. Преимущества использования автомобилей со сменными кузовами.
33. Преимущества использования кузовов-фургонов.
34. Преимущества использования кузовов-цистерн.
35. Перечислите основные эксплуатационные качества автомобиля.
36. Дайте характеристику надежности конструкции автомобиля.
37. Дайте характеристику экономичности автомобиля.
38. Дайте характеристику запаса хода автомобиля.
39. Дайте характеристику безопасности автомобиля.
40. Дайте характеристику простоте технического обслуживания автомобиля.
41. Что такое экологические характеристики автомобиля?
42. Назовите группы условий эксплуатации автомобилей.
43. Охарактеризуйте транспортные условия эксплуатации.
44. Охарактеризуйте дорожные условия эксплуатации.
45. Охарактеризуйте климатические условия эксплуатации.
46. Охарактеризуйте организационно-технические условия эксплуатации.
47. Что относится к основным габаритным размерам автомобиля (тягача)?
48. Перечислите нормативы габарита автотранспортного средства по длине.
49. Перечислите нормативы габарита автотранспортного средства по ширине.
50. Перечислите нормативы габарита автотранспортного средства по высоте.
51. Какие автотранспортные средства относятся к крупногабаритным?
52. Назовите ограничения, используемые при выполнении автомобильных перевозок.
53. Что такое «тележка»?
54. Какие автотранспортные средства относятся к группе А?
55. Какие автотранспортные средства относятся к группе Б?
56. Какие автотранспортные средства относятся к внедорожным?
57. Когда применяется понятие «тяжеловесный груз»?

## **ГЛАВА 2**

### **СИСТЕМА ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ (ИЗМЕРИТЕЛЕЙ) И РАБОТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

Технико-эксплуатационные показатели (измерители) (ТЭП) созданы для:

- описания операций транспортного процесса;
- подготовки к выполнению перевозок грузов, в том числе разработки плана перевозок груза;
- организации работы автомобилей на маршрутах;
- оценки работы автомобилей на маршрутах.

Их можно подразделить на внутренние и внешние по отношению к обслуживаемым транспортным схемам (маршрутам). К внешним показателям можно отнести численность и структуру подвижного состава АТП, общую грузоподъемность, готовность парка выполнять перевозки и его использование и т.п.

Группу внутренних показателей составляют те, которые определяют уровень выработки подвижного состава, напряженность плана перевозок, режим функционирования. К ним относятся показатели время работы подвижного состава, скорость движения, пробега, грузоподъемность транспортных средств и ее использование.

Разделение показателей на внешние и внутренние довольно условно, так как они взаимосвязаны между собой и изменение одних из них, как правило, влечет за собой изменение многих других. Например, рост расстояния перевозок сопровождается увеличением среднетехнической скорости, общим сокращением времени простоя транспортных средств в погрузочно-разгрузочных пунктах, увеличением общего пробега и возрастанием программы по техническому обслуживанию и ремонту.

Правильное представление о сущности и содержании каждого показателя (измерителя) позволяет оценить его значимость для транспортного процесса, а при разработке вопросов управления – эффективность принимаемых решений.

#### **2.1. Парк подвижного состава**

Для исполнения автотранспортного процесса организации и предприятия имеют автомобили, тягачи и прицепы. Их общее количество принято называть парком подвижного состава.

Инвентарным (списочным) парком подвижного состава  $A_{и}$  являются автомобили, тягачи и прицепные системы, числящиеся на балансе авто-

транспортного предприятия (АТП) и предназначенные для перевозок грузов и пассажиров.

По своему техническому состоянию инвентарный подвижной состав разделяют на годный к эксплуатации  $A_{гэ}$  (т.е. технически исправный) и автомобили в ремонте  $A_p$  (т.е. технически не исправный), находящиеся в ремонте или техническом обслуживании, или в ожидании технических воздействий:

$$A_{и} = A_{гэ} + A_p . \quad (2.1)$$

В связи с этим количество автомобилей, которое может быть использовано для перевозки грузов всегда меньше инвентарного количества.

Подвижной состав, годный к эксплуатации, может быть использован на работе (быть в эксплуатации)  $A_э$  или частично простаивать без работы в АТП по различным организационным или техническим причинам.

$$A_{и} = A_э + A_{п} . \quad (2.2)$$

или

$$A_{и} = A_э + A_p + A_{п} . \quad (2.3)$$

### ***Контрольные вопросы***

1. Для чего создана система технико-эксплуатационных показателей?
2. Какие ТЭП относятся к внешним?
3. Какие ТЭП относятся к внутренним?
4. Почему деление ТЭП на внешние и внутренние условно?
5. Что называется инвентарным (списочным) парком подвижного состава?
6. В каком состоянии автомобили понимают под автомобилями годными к эксплуатации?
7. Какие автомобили обозначают под автомобилями в простое?
8. Какие автомобили относят к автомобилям в ремонте?

## **2.2. Измерители времени на автомобильном транспорте**

Каждая единица подвижного состава  $A_{и}$  в течение определенного количества дней инвентарных  $D_{и}$  (календарных дней) может находиться в годном для эксплуатации состоянии  $D_{гэ}$  дней и состоянии, требующем ремонта,  $D_p$  дней, тогда

$$D_{и} = D_{гэ} + D_p . \quad (2.4)$$

В свою очередь исправные транспортные средства могут находиться на работе (в эксплуатации)  $D_э$  дней и в простое  $D_{п}$ , тогда

$$D_{и} = D_{э} + D_{п} \quad (2.5)$$

или

$$D_{и} = D_{э} + D_{р} + D_{п} . \quad (2.6)$$

Если рассматривать не единицу подвижного состава, а весь парк, то необходимо использовать измеритель  $AD$  – автомобиле-дни. В общем случае автомобиле-дни – это сумма всех дней (эксплуатации, простоя или ремонта) по каждой единице подвижного состава.

Автомобиле-дни инвентарные

$$AD_{и} = D_{и1} + D_{и2} + \dots + D_{ин} = \sum_1^{Aи} D_{иi} . \quad (2.7)$$

где  $D_{иi}$  – дни инвентарные  $i$ -го автомобиля (тягача, прицепа).

Автомобиле-дни в эксплуатации

$$AD_{э} = D_{э1} + D_{э2} + \dots + D_{эн} = \sum_1^{Aэ} D_{эi} , \quad (2.8)$$

где  $D_{эi}$  – дни в эксплуатации  $i$ -го транспортного средства.

По аналогии с измерителями времени для единицы подвижного состава:

$$AD_{ГЭ} = AD_{э} + AD_{п} ; \quad (2.9)$$

$$AD_{и} = AD_{э} + AD_{р} + AD_{п} . \quad (2.10)$$

В течение каждых суток инвентарное время (24 часа), выраженное в часах, может быть представлено:

$$24 = T_{н} + T_{г} . \quad (2.11)$$

где  $T_{н}$  – количество часов в наряде (на работе);  $T_{г}$  – количество часов простоя в гараже.

Время нахождения в наряде тратится на движение с грузом  $T_{дг}$  и без груза  $T_{дх}$  (движение холостым пробегом) и  $T_{дн}$  (движение нулевым пробегом), а также на простои: при выполнении погрузочно-разгрузочных работ  $T_{пв}$ , по технической неисправности на линии  $T_{птн}$  и различным организационным причинам  $T_{по}$ .

Время, в течение которого единица подвижного состава находится в гараже, может быть связано с необходимостью проведения технического обслуживания или ремонта  $T_{тор}$ , ожидании работы или междусменным простоем  $T_{пс}$  (простой на стоянке), а также по различным организацион-

ным причинам  $T_{\text{ПО}'}$  (без работы, без водителя, отсутствие денежных средств и т.д.):

$$24 = T_{\text{ДГ}} + T_{\text{ДХ}} + T_{\text{ДН}} + T_{\text{ПВ}} + T_{\text{ПТН}} + T_{\text{ПО}} + T_{\text{ТОР}} + T_{\text{ПС}} + T_{\text{ПО}'}. \quad (2.12)$$

Представленное описание затрат времени суток (2.12) показывает, что производительным временем при выполнении автотранспортного процесса является только движение с грузом. Подготовительным временем для исполнения перевозок является часть времени, затрачиваемого на погрузку-выгрузку, движение без груза и проведение технического обслуживания и ремонта. Остальные элементы времени (различные простои) – это непроизводительное время и должны отсутствовать в общем балансе времени подвижного состава.

Долю пребывания транспортного средства в наряде можно оценить с помощью коэффициента использования времени суток

$$\rho = T_{\text{Н}} / 24. \quad (2.13)$$

а всего парка подвижного состава

$$\rho = \frac{A_{\text{ТН}}}{A_{\text{Ди}} 24}, \quad (2.14)$$

где  $A_{\text{ТН}}$  - сумма времени пребывания в наряде транспортных средств АТП.

По данным ЦСУ величина коэффициента в 90-е годы прошлого века достигала значения 0,39, что соответствует  $T_{\text{Н}} = 9,2$  ч, т.е. практически весь грузовой подвижной состав страны в среднем находился на работе в одну смену. Это крайне низкое использование в течение суток приводит к неоправданно завышенной потребности в транспортных средствах и нерациональному использованию капитальных вложений в подвижной состав.

В период времени, когда автомобили простаивают (на открытых стоянках), они под воздействием осадков и колебаний температур приходят в негодность, и средства, вложенные в их производство, в значительной мере только разрушают биосферу. Следовательно, организация работы в две, а лучше три смены способствует лучшему использованию транспортных средств, сокращению потребности в них и уменьшению вредного воздействия на биосферу.

Из времени пребывания в наряде только часть времени используется на движение  $T_{\text{ДГ}}$  и  $T_{\text{ДХ}}$ . Какую часть составляет время в движении, рассчитывается с помощью коэффициента использования рабочего времени:

– за оборот

$$\delta_{\text{О}} = \frac{t_{\text{ДО}}}{t_{\text{О}}}; \quad (2.15)$$

для любого числа автомобилей за любой период времени

$$\delta_0 = \frac{AT_d}{AT_n}, \quad (2.16)$$

где  $AT_d$  – сумма времени движения транспортных средств за период пребывания в наряде.

Величина коэффициента  $\delta$ , согласно отчетным данным, в лучшие годы работы всех отраслей народного хозяйства не превышала значения 0,5. Поэтому среднее значение времени движения транспортного средства в сутки составляло  $9,2 \cdot 0,5 = 4,6$  ч. Если учесть, что половину пробега автомобили проходили без груза, то среднее производительное время достигало величины 2 – 2,3 часа в сутки. В настоящее время во многих организациях дело обстоит еще хуже, значительная часть транспортных средств неделями, а то и месяцами не выходит за пределы АТП.

#### **Контрольные вопросы**

1. Назовите измерители времени на автомобильном транспорте.
2. Из чего состоят дни инвентарные?
3. Как рассчитать дни, годные к эксплуатации?
4. Что входит в дни в ремонте?
5. Что входит в дни в простое?
6. Из чего состоят сутки для отдельного автомобиля?
7. Как определяется время в наряде?
8. Что входит во время простоя в гараже?
9. Назовите элементы времени в наряде.
10. Что входит в простой автомобиля по организационным причинам на линии?
11. Что входит в простой по организационным причинам в гараже?
12. Для чего применяется коэффициент использования времени суток?
13. Для чего применяется коэффициент использования рабочего времени?

### **2.3. Коэффициенты готовности и использования парка**

**Коэффициент технической готовности.** Готовность единицы подвижного состава или любой совокупности транспортных средств выполнять перевозки грузов оценивается коэффициентом технической готовности, который в настоящее время рассчитывается:

- для отдельной транспортной единицы

$$\alpha_T = D_{ГЭ} / D_{и}; \quad (2.17)$$

- для группы транспортных средств

$$\alpha_T = AD_{ГЭ} / AD_{и}; \quad (2.18)$$

- за отдельный день



$$\alpha_T = A_{TЭ} / A_{И} . \quad (2.19)$$

Однако данная методика определения готовности транспортных средств выполнять перевозки грузов не всегда отражает фактическую способность. В связи с этим плановые расчеты по перевозкам имеют расхождения с учитываемой транспортной работой, так как почти всегда имеются транспортные средства, преждевременно сошедшие с линии по технической неисправности. В силу того, что они были на линии и выполнили какую-то работу, эти автомобили уже учтены в сумме автомобиле-дней, годных к эксплуатации. Поэтому расчетная готовность выше фактической.

На практике возникают ситуации, когда АТП, добиваясь высокого значения коэффициента технической готовности, снижают провозные возможности парка транспортных средств. Это связано с тем, что повышение  $\alpha_T$  достигается за счет первоочередного ремонта и обслуживания автомобилей малой грузоподъемности как менее трудоемких в сравнении с большегрузными.

Должен учитываться фактор времени для описания готовности провозной возможности, тогда коэффициент готовности для отдельного транспортного средства

$$\alpha_T = \frac{D_{И} \sum T_{ГЭi}}{24 D_{И}} , \quad (2.20)$$

где  $T_{ГЭi}$  – время нахождения в исправном состоянии автомобиля в  $i$ -й день, ч.

Для АТП

$$\alpha_T = \frac{A_{И} D_{И} \sum \sum T_{ГЭij}}{A_{И} \sum 24 D_{Иj} q_j} , \quad (2.21)$$

где  $T_{ГЭij}$  – время нахождения в исправном состоянии  $j$ -го автомобиля в  $i$ -й день, ч;

$q_j$  – грузоподъемность  $j$  – го автомобиля, т;

$D_{Иj}$  – число инвентарных дней автомобиля  $j$  – го автомобиля в рассматриваемом периоде.

За отдельный день

$$\alpha_T = \frac{A_{И} \sum T_{ГЭij} q_j}{24 A_{И} q_j} . \quad (2.22)$$

Применение зависимостей (2.20) – (2.22) в планировании и учете позволяет более точно оценивать готовность транспортных средств, выполнять программу по перевозкам грузов.

Если воспользоваться действующей методикой расчета  $\alpha_T$  и считать, что в рабочие дни все технически исправные автомобили находятся в эксплуатации, то коэффициент технической готовности можно представить

$$\alpha_T = AD_{\text{Э}} / (AD_{\text{Э}} + AD_{\text{Р}}), \quad (2.23)$$

где  $AD_{\text{Р}}$  – автомобиле-дни в ремонте.

**Коэффициент использования парка.** Автотранспортным предприятиям не всегда удается использовать все технически исправные транспортные средства. Из-за причин организационно-эксплуатационного характера ежедневно простаивает на предприятиях до 17 % технически исправных автомобилей.

Использование единицы подвижного состава и всего парка для работы на линии оценивается в среднем в течение календарного времени коэффициентом использования  $\alpha_{\text{И}}$ .

– для отдельной транспортной единицы

$$\alpha_{\text{И}} = D_{\text{Э}} / D_{\text{И}}; \quad (2.24)$$

– для группы транспортных средств (АТП)

$$\alpha_{\text{И}} = AD_{\text{Э}} / AD_{\text{И}}; \quad (2.25)$$

– за отдельный день

$$\alpha_{\text{И}} = A_{\text{Э}} / A_{\text{И}}. \quad (2.26)$$

В автотранспортных предприятиях этот коэффициент заранее планируется и может быть рассчитан:

$$\alpha_{\text{И}} = (AD_{\text{И}} - AD_{\text{Р}} - AD_{\text{П}}) / AD_{\text{И}} = 1 - AD_{\text{Р}} / AD_{\text{И}} - AD_{\text{П}} / AD_{\text{И}}. \quad (2.27)$$

В формуле (2.27)  $(1 - AD_{\text{Р}} / AD_{\text{И}})$  есть не что иное, как коэффициент технической готовности. Поэтому  $\alpha_{\text{И}} \leq \alpha_T$ . Равенство этих коэффициентов возможно, если АТП работает во все дни года и если все технически исправные автомобили эксплуатируются.

Величина  $\alpha_{\text{И}}$  зависит от типа и марки автомобилей, организации и качества выполнения технического обслуживания и ремонта подвижного состава, величины среднесуточного пробега, использования прицепов, дорожных и климатических условий, сезонности работы и различных причин организационного характера.

**Коэффициент выпуска подвижного состава** характеризует использование парка для работы на линии в рабочие дни. Если заранее известно, что АТП не будет работать в субботние, воскресные и (или) праздничные дни, то для выполнения запланированных  $AD_{\text{Э}}$ , в рабочие дни необходимо

выпускать больше автомобилей на линию, чем это предусматривается средним расчетом по календарным дням согласно коэффициенту  $\alpha_{\text{И}}$ . Тогда величина коэффициента выпуска рассчитывается:

для отдельной транспортной единицы

$$\alpha_{\text{В}} = D_{\text{Э}} / (D_{\text{И}} - D_{\text{НП}}), \quad (2.28)$$

где  $D_{\text{НП}}$  – дни нормируемого простоя (субботные, выходные, праздничные, гособязанности (военкомат, профмедосмотры и проч.);

- для группы транспортных средств (АТП)

$$\alpha_{\text{В}} = AD_{\text{Э}} / (AD_{\text{И}} - D_{\text{НП}}); \quad (2.29)$$

- за отдельный рабочий день

$$\alpha_{\text{И}} = A_{\text{Э}} / A_{\text{И}}. \quad (2.30)$$

Ввиду того, что за отдельный день  $\alpha_{\text{В}}$  и  $\alpha_{\text{И}}$  определяются одинаково и равны по величине, произошло смешение понятий использования и выпуска транспортных средств для работы на маршрутах.

В соответствии с формулами (2.26) и (2.30) можно утверждать, что величина  $\alpha_{\text{В}}$  зависит от всех причин, от которых зависит  $\alpha_{\text{И}}$ , и дополнительно от режима работы АТП.

Между этими показателями существует связь:

$$\alpha_{\text{И}} = \alpha_{\text{В}} \cdot D_{\text{РГ}} / D_{\text{И}}, \quad (2.31)$$

где  $D_{\text{РГ}}$  – плановое число рабочих дней в году.

Если АТП работает по режиму  $D_{\text{РГ}} = 365$  рабочих дней в году, то отношение  $D_{\text{РГ}} / D_{\text{И}} = 1$  и смысл коэффициентов использования и выпуска для такого АТП совпадают. Как только режим работы становится меньше 365 дней, эти коэффициенты приобретают разное содержание.

Коэффициенты выпуска и использования парка, рассчитываемые по формулам (2.24) – (2.30), могут отражать только число транспортных единиц, выпускаемых на линию. Но ежедневно имеются автомобили, которые по различным причинам преждевременно возвращаются в АТП, или автомобили, выходящие на линию с опозданием. В значениях коэффициентов они учитываются, так как если автомобиль выполнил, хоть одну езду, он считается на выходе. Естественно, что автомобили, работающие с уменьшенным временем наряда в одинаковых условиях эксплуатации, вырабатывают разное количество продукции.

Автотранспортные предприятия различаются по режиму работы. Одни работают в одну смену, другие – в две или даже в три. Как для таких АТП рассчитывать величины  $\alpha_{\text{В}}$  и  $\alpha_{\text{И}}$ ? Если считать выход в каждую смену, то число автомобилей в эксплуатации будет больше списочного. По-

этому оценка использования согласно применяемой методике не совсем объективна.

Более правильно оценивать выпуск и использование подвижного состава через значения величин коэффициентов  $\alpha_B$  и  $\alpha_{И}$ , определенные с помощью показателей: часы и автомобиле-часы. Тогда коэффициенты использования подвижного состава могут быть найдены:

- для отдельно взятого транспортного средства

$$\alpha_{И} = \frac{\sum_{i} T_{Hi}}{24 D_{Иj}} ; \quad (2.32)$$

- для группы автомобилей (АТП)

$$\alpha_{И} = \frac{\sum_{i,j} T_{Hij}}{A_{И} \sum_{i,j} D_{Иj}} ; \quad (2.33)$$

- за один день

$$\alpha_{И} = \frac{\sum_{j} T_{Hj}}{24 A_{И}} , \quad (2.34)$$

где  $T_{Hi}$  – время пребывания в наряде в  $i$  - й день, ч;

$T_{Hij}$  – время пребывания в наряде  $j$  - го автомобиля в  $i$  - й день, ч;

$T_{Hj}$  – время пребывания в наряде  $j$  - го автомобиля за один рабочий день, ч.

При определении коэффициента выпуска  $\alpha_{И}$  следует учитывать, что есть период времени, когда согласно режиму работы АТП технически исправные автомобили не выпускаются на линию. Тогда для выполнения объема перевозок в рабочие дни должно выходить на линию большее число транспортных средств, чем это предусматривается в среднем значении  $\alpha_{И}$ . Отсюда, значения коэффициента выпуска будут определяться:

- для отдельно взятого транспортного средства

$$\alpha_B = \frac{\sum_{i} T_{Hi}}{24 (D_{И} - D_{ИП})} ; \quad (2.35)$$

- для группы автомобилей

$$\alpha_B = \frac{\sum_{Aэ} Dэ \sum T_{Hij}}{Aи \sum 24 (D_{иj} - D_{нпj})} ; \quad (2.36)$$

- за один день

$$\alpha_B = \frac{\sum_{Aэ} T_{Hj}}{24 Aи} \quad (2.37)$$

где  $D_{нпj}$  – нормированный простой  $j$ -го автомобиля, дней.

При таком расчете коэффициентов можно выдержать условие сопоставимости при оценке использования подвижного состава.

Через рассмотренные коэффициенты  $\alpha_T$ ,  $\alpha_{и}$ ,  $\rho$ ,  $\delta$  и автомобиле-дни можно выразить следующие величины:

$$\begin{aligned} AD_{ГЭ} &= AD_{и} \cdot \alpha_T; & AD_{Э} &= AD_{и} \cdot \alpha_{и}; & AD_{Р} &= AD_{и} \cdot (1 - \alpha_T); \\ AD_{П} &= AD_{и} \cdot (\alpha_T - \alpha_{и}); & AT_{Н} &= AD_{и} \cdot \alpha_{и} \cdot 24 \cdot \rho; & AT_{Д} &= AD_{и} \cdot \alpha_{и} \cdot 24 \cdot \rho \cdot \delta. \end{aligned}$$

### **Контрольные вопросы**

1. Определение коэффициента технической готовности.
2. Сформулируйте необходимость расчета коэффициента технической готовности через часы.
3. Когда коэффициент технической готовности имеет временной характер?
4. Когда коэффициент технической готовности имеет количественный характер?
5. Когда коэффициент технической готовности имеет качественный характер?
6. Каково соотношение коэффициента технической готовности и коэффициента использования парка в общем случае?
7. От чего зависит коэффициент технической готовности?
8. От чего зависит коэффициент использования парка?
9. Определение коэффициента использования парка.
10. Определение коэффициента выпуска.
11. Каково соотношение коэффициента использования парка и коэффициента выпуска?
12. Что понимается под нормированным простоем?
13. Когда коэффициент использования парка имеет временной характер?
14. Когда коэффициент использования парка имеет количественный характер?
15. Когда коэффициент использования парка имеет качественный характер?
16. Когда коэффициент выпуска имеет временной характер?
17. Когда коэффициент выпуска имеет количественный характер?
18. Когда коэффициент выпуска имеет качественный характер?

## 2.4. Измерители скорости

**Среднетехническая скорость.** Это условная средняя скорость движения транспортных средств на данном расстоянии с учетом кратковременных простоев и задержек по условиям движения (действия дорожных знаков, светофоров, сотрудников ГИБДД, простой на переездах, затор на дороге и т.п.).

Скорость движения является важным фактором, который в значительной мере определяет выработку подвижного состава, безопасность движения, сроки доставки грузов и затраты на выполнение перевозок.

Осуществляя доставку грузов, транспортные средства движутся с различными скоростями, поэтому при выполнении эксплуатационных расчетов применяется усредненная величина скорости.

В общем случае среднетехническая скорость рассчитывается:

$$V_T = Al_{\text{Общ}} / A_{\text{Ди}} \cdot \alpha_{\text{и}} \cdot 24 \cdot \rho \cdot \delta, \quad (2.38)$$

где  $Al_{\text{Общ}}$  – общий пробег, выполненный или подлежащий выполнению всеми автомобилями, км.

Для целей планирования на автомобильном транспорте установлены технические нормативные скорости движения  $V_{\text{ТН}}$  в зависимости от типа дорожного покрытия, а в городских условиях эксплуатации в зависимости от грузоподъемности подвижного состава, которые обязаны применять АТП, находящиеся на территории РФ, независимо от формы собственности и ведомственной принадлежности, кроме некоторых государственных служб.

Однако известно, что скорость, с которой подвижной состав движется на отдельных участках пути, как в городе, так и за городом, определяется дорожными и климатическими условиями, организацией и регулированием движения, квалификацией водителя, интенсивностью транспортного потока. При значительной интенсивности обгон становится невозможным и скорость каждого автомобиля и всего потока определится скоростью наиболее медленно движущегося транспортного средства.

Среднетехническая скорость в определенной мере возрастает с увеличением расстояния перевозки грузов. Установлено, что зависимость скорости от расстояния перевозки может быть описана корреляционным уравнением

$$V_T = a - b/l_{\text{ГЕ}} \quad (2.39)$$

где  $a, b$  – коэффициенты, найденные методом наименьших квадратов.

Указанные положения не учитываются в величинах нормативных скоростей, поэтому они не отражают реальной эксплуатации подвижного состава. Величины технических нормативных скоростей составлялись с учетом автомобилей устаревших марок и моделей, что не соответствует тяго-

вым возможностям современных транспортных средств и, в сущности, не стимулирует водителей и руководителей АТП к более эффективному использованию подвижного состава. Исследования, проведенные в Минске на примере автомобильных поездов, показали, что они движутся по улицам города со средними скоростями 30-35 км/ч и при решении задач оперативного планирования  $V_T$  должна приниматься в интервале 30-33 км/ч для груженых и 32-35 км/ч для порожних автопоездов, а не 24 км/ч, как это регламентируется в настоящее время.

По исследованиям Сибирского автомобильно-дорожного института (СибАДИ), проведенным в г. Омске, установлено, что среднетехническая скорость мало зависит от грузоподъемности подвижного состава. В зависимости от интенсивности движения на разных магистралях  $V_T$  составила 30,97 – 37,19 км/ч. Изучение работы грузовых автомобилей показало, что на грунтовых дорогах средняя скорость составляет примерно 40 км/ч, что значительно выше нормативной.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод, что используемые в настоящее время величины нормативной скорости для планирования транспортной работы значительно ниже фактических скоростей движения транспортных средств, а это указывает на наличие резервов повышения эффективности использования подвижного состава или на возможность экономии топливных ресурсов.

**Эксплуатационная скорость.** В эксплуатационных и экономических расчетах наряду с  $V_T$  используется средняя эксплуатационная скорость  $V_{\text{Э}}$ . Это также условная скорость движения транспортных средств за время в наряде. Условная, прежде всего, потому, что во время в наряде входят операции погрузки и разгрузки, в течение которых транспортное средство простаивает. Между  $V_T$  и  $V_{\text{Э}}$  существует взаимосвязь, которая описывается уравнением

$$V_{\text{Э}} = V_T \cdot \delta \quad , \quad (2.40)$$

Если подставить значение величины коэффициента использования рабочего времени, то тогда  $V_{\text{Э}}$  будет выражена через ТЭП транспортного процесса:

$$V_{\text{Э}} = l_{\text{ге}} \cdot V_T / (l_{\text{ге}} + t_{\text{пв}} \cdot \beta \cdot V_T) \quad , \quad (2.41)$$

где  $\beta$  – коэффициент использования пробега.

Согласно математической формулировке (2.41) с увеличением  $\beta$  среднеэксплуатационная скорость должна уменьшиться. К такому выводу можно прийти, если для анализа применять метод цепных подстановок, который повсеместно используется в практической работе. Но увеличение  $\beta$  может сопровождаться появлением дополнительного грузового пункта на маршруте, и тогда одновременно произойдет рост общего времени, за-

трачиваемого на выполнение погрузочно-разгрузочных работ за оборот, увеличится пробег с грузом. Автомобили с грузом движутся медленнее, чем не груженые, в связи с чем  $V_T$  станет меньше.

Применение значений среднеэксплуатационной скорости при планировании перевозок может, как показывают выполненные исследования, привести к необоснованным результатам и выводам.

**Скорость сообщения.** Скоростью сообщения называется условная средняя скорость доставки грузов. Она определяется отношением расстояния перевозки грузов ко времени нахождения их в пути (с момента окончания погрузки до момента начала выгрузки). Скорость сообщения обычно меньше технической скорости и больше эксплуатационной, так как при ее определении не учитываются простои транспортных средств в начальных и конечных пунктах маршрута.

При расчетах экономической эффективности мероприятий по повышению скоростей движения транспортных средств необходимо исходить из того, что эффект может быть достигнут в том случае, если в результате роста  $V_T$  и  $V_{\text{Э}}$  появляется возможность исполнения дополнительного целого числа ездов за время  $T_n$ . В противном случае будет рост эксплуатационных расходов и повышенный износ транспортных средств.

При увеличении скорости сообщения сокращается грузовая масса, находящаяся на транспорте, что способствует лучшему использованию ресурсов.

#### **Контрольные вопросы**

1. Определение среднетехнической скорости.
2. Определение эксплуатационной скорости.
3. Определение скорости сообщения.
4. Почему скорости являются условными?
5. Причина применения средних величин скоростей.
6. Сформулируйте, почему ошибочно использовать в планировании работы автомобилей эксплуатационную скорость?
7. Назовите величины среднетехнической скорости, обязательные к применению в городах.
8. Назовите величины среднетехнической скорости, обязательные к применению вне городов.
9. По какому признаку разделяются величины среднетехнической скорости обязательные к применению в городах?
10. По какому признаку разделяются величины среднетехнической скорости, обязательные к применению вне городов?



## 2.5. Измерители пробега

Пробегом принято называть расстояние, проходимое транспортным средством за определенное время. Если автомобиль движется с грузом, то его пробег является производительным  $L_{\Gamma}$ . Пробег без груза подразделяется на нулевой и холостой и является непроизводительным пробегом.

Нулевым пробегом называется пробег без груза вне транспортного процесса. Нулевой пробег в общем случае состоит из:

- ежедневной подачи автомобилей из АТП под первую погрузку;
- ежедневного возврата автомобилей с места последней разгрузки в АТП;
- пробега автомобилей по территории АТП;
- пробега на АЗС;
- пробега на СТО (при отсутствии или невозможности выполнения технических воздействий внутри АТП) и т.п.

Холостым пробегом называется пробег без груза в транспортном процессе, совершаемый при подаче подвижного состава от места выгрузки под очередную погрузку в пункт погрузки.

Общий пробег единицы подвижного состава

$$L = L_{\Gamma} + L_x + L_n . \quad (2.42)$$

Общий пробег для всего парка подвижного состава

$$AL = AL_{\Gamma} + AL_x + AL_n , \quad (2.43)$$

где общий пробег с грузом

$$AL_{\Gamma} = L_{\Gamma_1} + L_{\Gamma_2} + \dots + L_{\Gamma_n} = \sum_i^A L_{\Gamma_i} , \quad (2.44)$$

где  $L_{\Gamma_i}$  – пробег с грузом  $i$ -го автомобиля, км.

Аналогично определяется  $AL_x$  и  $AL_n$ .

**Коэффициент использования пробега.** Это показатель  $\beta$ , оценивающий, на какой части общего пробега транспортные средства перевозили грузы.

В общем случае

$$\beta = \sum l_{\Gamma} / (\sum l_{\Gamma} + \sum l_x + \sum l_n) . \quad (2.45)$$

где  $\sum l_{\Gamma}$  – суммарный пробег с грузом, км;  $\sum l_x$  – суммарный пробег без груза, км;  $\sum l_n$  – суммарный нулевой пробег, км.

При организации работы стремятся сокращать непроизводительные пробеги подвижного состава путем загрузки в прямом и обратном направлениях. Для этого тщательно изучаются структура и направление грузопо-

токов, которые затем с помощью экономико-математических методов и ЭВМ увязываются в рациональные маршруты, имеющие высокое значение  $\beta$ .

В настоящее время считается, что 1% увеличения  $\beta$  дает снижение себестоимости перевозок на 0,5% и повышение производительности на 0,9%. Но эти положения могут и не выполняться.

Исследования, выполненные на примере 1000 автомобилей за 46 месяцев, позволили установить влияние ТЭП на величину производительности, а полученные величины коэффициентов эластичности  $\mathcal{E}_x$  показали процентное изменение себестоимости при изменении каждого фактора. Для  $\beta$  коэффициент составил  $\mathcal{E}_\beta = -0,204$ . Это указывает на то, что рост  $\beta$  на 10% повлечет уменьшение себестоимости примерно на 2%.

Сравнение влияния ТЭП показало, что  $\beta$  влияет весьма незначительно, коэффициент влияния составил всего 3,4%. Полученный результат, конечно, является частным, но для рассматриваемых условий указывает на слабую связь между производительностью, от величины которой зависит себестоимость, и  $\beta$  или вообще на отсутствие закономерной связи. Такой вывод подтверждается и результатами планирования перевозок, полученными в работе А.В. Ефремова из МАДИ, когда план, составленный по критерию  $\beta_{max}$ , оказался самым неэффективным.

Вообще величины  $\beta$ , рассчитанные на разных маршрутах, нельзя складывать между собой с целью определения  $\beta$ , так как они имеют разное экономическое содержание. Например, два автомобиля, работая на разных маршрутах, но одинаковой протяженности ( $l_\Gamma = 10$  км), перевозят грузы в одном направлении. На обоих маршрутах  $\beta = 0,5$ . Но на одном маршруте автомобиль перевозит за каждую езду 1 т груза, а на другом 5 т. Тогда каждому коэффициенту использования пробега соответствует транспортная работа 10 и 50 т-км за каждую езду и за каждой долей этих коэффициентов стоят разные затраты по заработной плате, эксплуатационным и капитальным ресурсам.

Изложенный материал показывает, что правомерность применения  $\beta$  в планировании вызывает сомнение, и изучению влияния  $\beta$  на выработку транспортных средств должно быть уделено особое внимание.

**Средняя длина груженой езды.** Во время работы транспортные средства совершают ездки на разные расстояния. В связи с этим при эксплуатационных расчетах применяют среднее значение ездки с грузом  $\overline{l_{ge}}$ :

$$\overline{l_{ge}} = \frac{l_{\Gamma_1} Z_{e_1} + l_{\Gamma_2} Z_{e_2} + \dots + l_{\Gamma_n} Z_{e_n}}{Z_{e_1} + Z_{e_2} + \dots + Z_{e_n}}, \quad (2.46)$$

где  $l_{\Gamma_1}, l_{\Gamma_2}, \dots, l_{\Gamma_n}$  – соответственно длины ездов с грузом к первому, второму,  $n$  – му клиентам, км;  $Z_{e_1} + Z_{e_2} + \dots + Z_{e_n}$  – соответственно число ездов.

Средняя длина груженой ездки устанавливается после закрепления организаций и предприятий грузополучателей согласно их производственным связям за поставщиками.

Обычно клиентура АТП складывается годами и, как правило, резко не меняется. В таких условиях основными факторами, вызывающими изменение  $l_{ге}$ , являются изменения структуры парка подвижного состава и перевозимых грузов, что, в свою очередь, влияет на число ездок к клиентам.

**Среднесуточный пробег  $L_{сс}$**  – это средняя величина пробега транспортного средства (средств) за время пребывания в наряде. Величина среднесуточного пробега используется для эксплуатационных расчетов при определении производственной программы по перевозкам, техническому обслуживанию и ремонту.

Исходя из данного определения

$$L_{сс} = AL / АДэ. \quad (2.47)$$

Используя средние величины показателей  $T_n$ ,  $V_m$  и  $\delta$ , можно выразить,

$$L_{сс} = T_n \cdot V_m \cdot \delta. \quad (2.48)$$

Подставив выражение  $\delta$  для отдельно взятого транспортного средства, получаем

$$L_{сс} = (T_n \cdot V_m \cdot l_m) / (l_m + t_{не} \cdot V_m). \quad (2.49)$$

Согласно формуле (2.49) можно сделать вывод, что  $L_{сс}$  определяется после изучения грузопотоков, состояния дорог, расстояний до пунктов погрузки и выгрузки, применяемого подвижного состава, организации и механизации погрузочно-разгрузочных работ, проектирования маршрутов и других условий эксплуатации.

Зная измерители пробега, можно записать:

$$AL = АДи \cdot \alpha_u \cdot 24\rho \cdot \delta \cdot V_m \text{ – общий пробег парка;}$$

$$AL_g = АДи \cdot \alpha_u \cdot 24\rho \cdot \delta \cdot \beta \cdot V_m \text{ – общий пробег парка с грузом;}$$

$$AL_x = АДи \cdot \alpha_u \cdot 24\rho \cdot \delta \cdot (1-\beta) \cdot V_m \text{ – общий пробег парка без груза;}$$

$$L_{сс} = 24\rho \cdot \delta \cdot V_m \text{ – среднесуточный пробег.}$$

### **Контрольные вопросы**

1. Что называется пробегом?
2. Какой пробег является производительным?
3. Определение нулевого пробега.
4. Определение холостого пробега.
5. Когда выполняется нулевой пробег?
6. Когда выполняется холостой пробег?

7. Определение коэффициента использования пробега.
8. Определение средней длины груженой ездки.
9. Определение среднесуточного пробега.

## 2.6. Грузоподъемность подвижного состава и ее использование

Номинальная грузоподъемность каждой транспортной единицы  $q$  устанавливается заводом-изготовителем. Это один из важнейших показателей, определяющих производительность подвижного состава. Номинальная грузоподъемность – величина постоянная, но в зависимости от того, как используются транспортные средства, она может быть переменной. Учитывая, что в АТП имеются разные автомобили, в эксплуатационных расчетах применяют среднюю величину, которая рассчитывается:

$$\bar{q} = \Sigma A_i q_i / \Sigma A_i \quad , \quad (2.50)$$

Значение полученной грузоподъемности применяется также и при расчете групповых норм расхода топлива.

Но это именно статистическая величина, получаемая на какой-то момент времени. Фактически в эксплуатации имеем другую грузоподъемность  $\bar{q}_{\text{э}}$ , величина которой может значительно отличаться от  $\bar{q}$ , так как  $\bar{q}_{\text{э}}$  зависит от того, каких и сколько автомобилей выпускается на линию и сколько ездов выполняется каждым автомобилем за время пребывания в наряде.

Например, для выполнения перевозок направлены два транспортных средства: автомобиль ЗИЛ-130 с прицепом ИАПЗ-754В ( $q = 9$  т) и автомобиль ГАЗ-53А ( $q = 4$  т), тогда, согласно формуле (2.70),

$$\bar{q} = (9 + 4) / 2 = 6,5 \text{ т.}$$

За время работы автопоезд выполнил одну ездку, а автомобиль ГАЗ-53А пять. Вместе они перевезли 29 т груза. Возникает вопрос, автомобиль какой грузоподъемности  $q_{\text{э}}$  за шесть ездов мог бы выполнить ту же работу?

$$\bar{q}_{\text{э}} = Q / Z_{\text{е}} = 29 / 6 = 4,83 \text{ т.}$$

Полученный результат указывает, что более правильно в расчетах использовать  $q_{\text{э}}$ , величина которой может быть найдена:

$$\bar{q}_{\text{э}} = (\Sigma A_i q_i \alpha_{\text{и}} Z_{\text{е}i}) / (\Sigma A_i \alpha_{\text{и}} Z_{\text{е}i}) \quad , \quad (2.51)$$

Величина  $\bar{q}_{\text{э}}$  – переменная, значение которой может колебаться по дням эксплуатации и год от года. Являясь случайной величиной,  $\bar{q}_{\text{э}}$  зависит от многих причин: поставок и списания транспортных средств, материально-технического снабжения и даже один и тот же парк в зависимости от снабжения запасными частями соответствующей номенклатуры может ежегодно иметь разную величину  $\bar{q}_{\text{э}}$ . Это, в свою очередь, оказывает влияние на величину прогнозируемой работы и факт ее выполнения.

Закономерность изменения  $\bar{q}_{\text{э}}$  установить невозможно, но ее величиной можно и нужно управлять, так как от этого зависят выполнение плана перевозок и удельный расход топлива. Например, для выполнения 1 т·км автомобилю ГАЗ-51 необходимо 114 г бензина, автомобилю ЗИЛ-130 – 87,5 г, а автопоезду на базе ЗИЛ-130 – 55,6 г. Вот почему важно в первую очередь ремонтировать и интенсивно использовать автомобили повышенной грузоподъемности.

Таким образом, формула (2.51) является инструментом, который указывает, что занимаясь вопросом управления техническим состоянием и использованием парка подвижного состава, тем самым, производится некоторое управление расходом топлива и выполнением перевозок.

Управление расходом топлива напрямую связано с созданием ресурсосберегающих технологий при перевозке грузов.

**Коэффициент использования грузоподъемности.** Из практической деятельности автотранспорта известно, что далеко не всегда номинальная грузоподъемность транспортного средства используется полностью. Использование грузоподъемности автомобиля (автопоезда) оценивается с помощью коэффициента использования грузоподъемности  $\gamma$ .

– за одну езду

$$\gamma = Q/q , \quad (2.52)$$

где  $Q$  – количество перевезенного (подлежащего перевозке) груза в тоннах;  
 $q$  – номинальная грузоподъемность транспортного средства в тоннах.

– за любое число ездов

$$\gamma = Q/q Ze , \quad (2.53)$$

где  $Ze$  – количество ездов, при выполнении которых доставлено (подлежит доставке)  $Q$  тонн груза.

Величина  $\gamma$  зависит от соответствия подвижного состава виду перевозимого груза и правильности упаковки и укладки груза.

При мелкопартионных перевозках использование грузоподъемности автомобиля может быть повышено путем предварительной подборки и группировки грузов.

Для определенного вида груза коэффициент использования грузоподъемности определяется по формуле

$$\gamma = (a \cdot b \cdot h \cdot v) / q , \quad (2.54)$$

где  $a$  – длина кузова в м;  $b$  – ширина кузова, м;  $h$  – допустимая погрузочная высота, м;  $v$  – вес  $1 \text{ м}^3$  груза, т.

Формула (2.54), как следует из ее описания, является инструментом для подбора автомобиля при перевозке определенного вида груза или для расчета необходимой высоты погрузки (высоты бортов кузова), позволяющей максимально использовать грузоподъемность.

В практике нередко встречаются случаи, когда из-за мелких партий грузов или плохой организации перевозок не полностью используется номинальная грузоподъемность подвижного состава. В этих случаях степень использования грузоподъемности зависит только от количества груза в кузове автомобиля, а не от его объемного веса.

При перевозках легковесных грузов (грузов торговли, почты) для правильного расчета количества груза, которое может быть размещено в кузове (фургоне) автомобиля следует использовать понятие грузместимости. Под грузместимостью следует понимать количество мест легковесного груза, которое можно разместить на площади или в объеме кузова транспортного средства.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Определение номинальной грузоподъемности автомобиля.
2. Что такое средняя грузоподъемность парка?
3. Что такое коэффициент использования грузоподъемности?
4. От чего зависит использование номинальной грузоподъемности?
5. Почему на практике средняя грузоподъемность парка ежедневно другая величина?
6. Что учитывается при расчете коэффициента использования грузоподъемности для определенного вида груза?
7. Как правильно размещать грузы разной массы в кузове автомобиля?
8. Причины переменности величины номинальной грузоподъемности.

### **2.7. Работа и производительность грузовых автотранспортных средств**

В результате выполнения транспортного процесса грузы перемещаются на определенные расстояния, при этом выполняется транспортная работа, измеряемая в тоннах и тонно-километрах.

За каждую езду автомобиль перевозит определенное количество груза:

$$Q = q \cdot \gamma . \quad (2.55)$$

Весь парк подвижного состава за общее число ездов доставляет груз

$$Q = q \cdot \gamma \cdot AZe . \quad (2.56)$$

$$AZe = Ze_1 + Ze_2 + \dots + Ze_n = \sum_{i=1}^{Az} Zei , \quad (2.57)$$

где  $Zei$  – количество ездов, выполненное  $i$  - м автомобилем.

Транспортная работа за езду составляет

$$P = q \cdot \gamma \cdot lге , \quad (2.58)$$

а общая транспортная работа парка

$$P = q \cdot \gamma \cdot Alге . \quad (2.59)$$

В общем случае:

$$ALг = AДи \cdot \alpha_{и} \cdot 24\rho \cdot \delta \beta \cdot Vт ; \quad (2.60)$$

$$AZe = Alг / lге . \quad (2.61)$$

После преобразования получаем, что общее математическое выражение работы, для любого количества транспортных средств и за любой промежуток времени, измеряемое количеством перевезенного груза, может быть записано

$$Q = (AДи \cdot \alpha_{и} \cdot 24\rho \cdot \delta \beta \cdot Vт \cdot q\gamma) / lге , \quad (2.62)$$

а транспортная работа, измеряемая в тонно-километрах,

$$P = AДи \cdot \alpha_{и} \cdot 24\rho \cdot \delta \beta \cdot Vт \cdot q\gamma . \quad (2.63)$$

Производительность – это транспортная работа, выполняемая в единицу времени. По аналогии с промышленностью, где производительность оборудования (станков) определяется как количество продукции, изготовленной в течение часа, на автомобильном транспорте под производительностью (к сожалению, до сих пор) понимается количество перевезенного груза в течение часа и количество транспортной продукции (т·км), полученной в течение того же часа.

Так как транспортная работа выполняется только в период нахождения на линии (в эксплуатации), то, разделив выражения (2.62), (2.63) на время исполнения, получаем формулы для описания производительности:

$$W_Q = (\delta \beta \cdot Vт \cdot q\gamma) / lге , \text{ т/ч}; \quad W_P = \delta \beta \cdot Vт \cdot q\gamma , \text{ т·км/ч} \quad (2.64)$$

Подставив выражение  $\delta$ , получаем классические формулы часовой производительности:

$$W_Q = (\beta \cdot V_T \cdot q\gamma) / (l_{ге} + t_{пв} \cdot \beta \cdot V_T) ; \text{т/ч} . \quad (2.65)$$

$$W_P = (l_{ге} \cdot \beta \cdot V_T \cdot q\gamma) / (l_{ге} + t_{пв} \cdot \beta \cdot V_T) , \text{т} \cdot \text{км/ч} . \quad (2.66)$$

Однако применению данных теоретических зависимостей присущ ряд недостатков:

- при их использовании невозможно учесть, какое целое число ездов выполняется в течение одного часа, а время простоя под погрузкой и разгрузкой берется соответствующее одной езде;

- согласно полученным формулам (2.65), (2.66), транспортные средства в течение смены могут выполнять не целое число ездов, чего не наблюдается на практике;

- перспективное и текущее планирование по вышеприведенным формулам не согласуется с оперативным планированием и работой службы эксплуатации, которая ориентируется на целое число ездов, выполненных каждой единицей подвижного состава за смену;

- формулы не отражают особенности эксплуатации автомобилей на кольцевых и развозочно-сборных маршрутах, так как создавались применительно к маятниковому маршрута, с обратным не груженым пробегом, где рассматривалась работа одного автомобиля, на что указывал профессор С.Р. Лейдерман, когда, по сути, создавал теоретические основы перевозок;

- применение формул для проектирования работы на уровне АТП требует введения средних величин ТЭП, а тогда имеем дело с какими-то абстрактными средствами и маршрутами;

- методологической основой теоретических разработок явилось представление о том, что транспортный процесс является монотонно изменяющимся (непрерывным), что не соответствует реальной действительности.

Согласно представленным формулам получается, что производительность подвижного состава есть условная величина, значение которой определяется путем обратного расчета, на основе спланированного или отчетного объема работы.

Повсеместно планирование объема работы выполняют путем перемножения величины часовой производительности на фонд рабочего времени.

Но планирование работы на автомобильном транспорте по такому принципу может приводить к неверным результатам.

Во-первых, это связано с тем, что ежедневно и ежесуточно рабочий (транспортный) процесс начинается заново, а не имеет непрерывного характера.

Во-вторых, в связи с тем, что транспортный процесс ежесуточно прерывается разрывы, то те доли ездки (согласно расчетам по часовой производительности), которые якобы складываются в течение смены, не могут



быть прибавлены к работе в следующие сутки. Поэтому прямое перемножение рассчитанной величины часовой производительности подвижного состава на месячный, а тем более годовой фонд рабочего времени, с целью расчета будущей работы, тем больше будет не соответствовать действительной выработке, чем за больший срок она подсчитывается.

***Контрольные вопросы***

1. Определение объема перевозок.
2. Определение транспортной работы.
3. Назовите единицу измерения объема перевозок.
4. Назовите единицу измерения транспортной работы.
5. Назовите недостатки использования классических формул расчета производительности.
6. Почему планирование объема работы путем перемножения величины часовой производительности на фонд рабочего времени не позволяет получать точные величины плана работы?
7. Почему при использовании классических формул расчета производительности невозможно учесть целое число ездов?
8. В чем недостаток расчета плана работы автомобилей через часовую производительность?



## ГЛАВА 3

### ТРАНСПОРТНЫЙ ПРОЦЕСС КАК СИСТЕМА С ДИСКРЕТНЫМ СОСТОЯНИЕМ

В практической деятельности на каждый автомобиль выдается задание, где указывается объект работы, т.е. маршрут и количество ездов,  $Z_e$ , которое необходимо выполнить в течение смены (суток). В теоретической и учебной литературе расчет сменной ( $t$ ;  $t \cdot \text{км}$ ) или суточной выработки ( $t$ ;  $t \cdot \text{км}$ ) производится по известным зависимостям, имеющих начало из формул (2.65) и (2.66)

$$W_Q = (T_n \cdot \beta \cdot Vm \cdot q\gamma) / (l\gamma e + t_{нс} \cdot \beta \cdot V), \text{ м/ч}; \quad (3.1)$$

$$W_P = (T_n \cdot l\gamma e \cdot \beta \cdot Vm \cdot q\gamma) / (l\gamma e + t_{нс} \cdot \beta \cdot Vm), \text{ т} \cdot \text{км/ч}, \quad (3.2)$$

где  $T_n$  – время пребывания в наряде, ч.

При этом указывается и это следует из представленных зависимостей, что одновременно вырабатывается транспортная продукция, которая измеряется как количеством перевезенного груза, так и количеством выполненных тонно-километров. Такое одновременное описание процесса доставки груза указывает, что с течением времени, согласно формулам (3.1) и (3.2), будет возрастать количество продукции по линейной зависимости (рис. 15 и 16). Заметим, что при анализе был использован метод цепных подстановок.

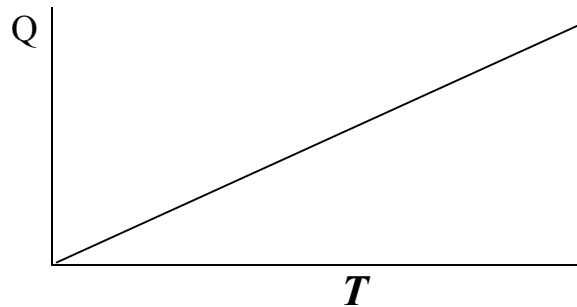


Рис. 15. Изменение  $Q$  во времени

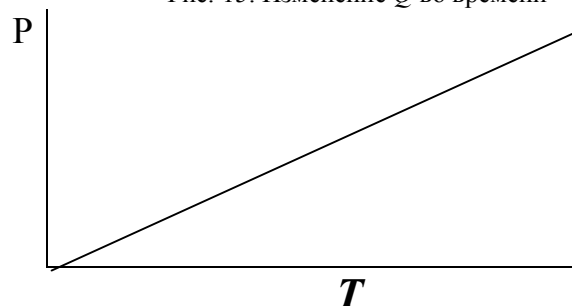
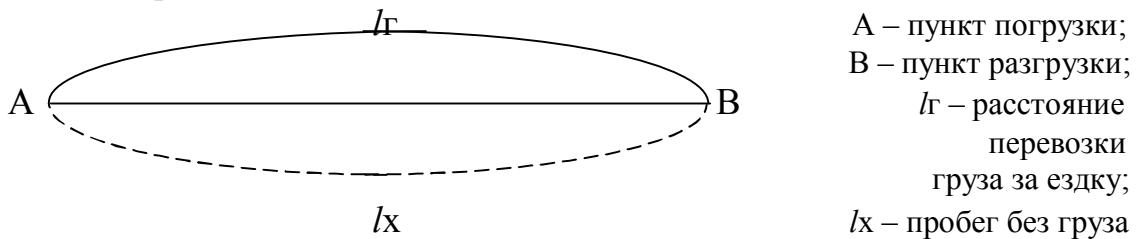


Рис. 16. Изменение  $P$  во времени

Рассмотрим, соответствует ли непрерывное изменение, описываемое формулами (3.1) (и 3.2), действительному протеканию транспортного процесса

Наиболее распространенным вариантом работы автомобилей является перевозка грузов на маятниковых маршрутах с обратным не груженым пробегом (см. рис. 6).



В соответствии с представленной схемой (см. рис. 6) выработка тонно-километров происходит в течение времени, когда автомобиль движется с грузом из пункта погрузки в пункт разгрузки, но, как только он встанет под разгрузку, выработка тонно-километров прекращается и вновь возобновляется после очередного выхода автомобиля из пункта погрузки. Количество же доставленного груза может быть измерено только в пункте назначения после разгрузки, а в процессе движения сколько груза бы не находилось в автомобиле, нет результата, и утверждать об единовременно получаемой продукции бессмысленно.

Графически изменение количества продукции во времени представлено на рис. 17 и 18.

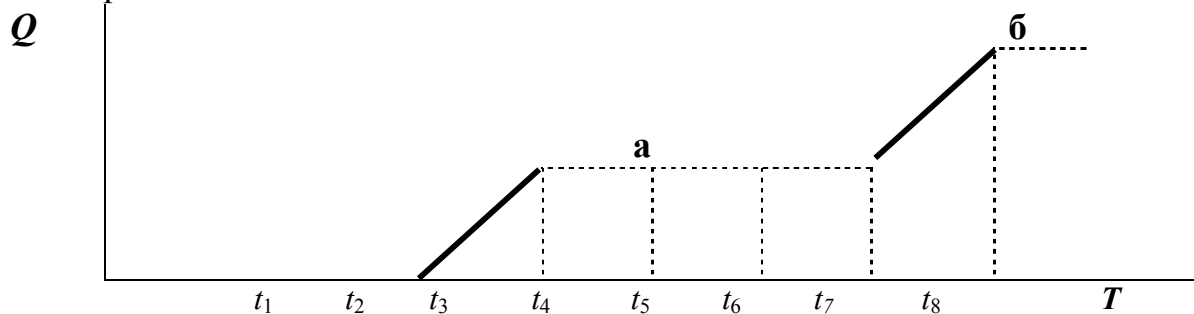


Рис. 17. Фактическое изменение количества перевезенного груза во времени

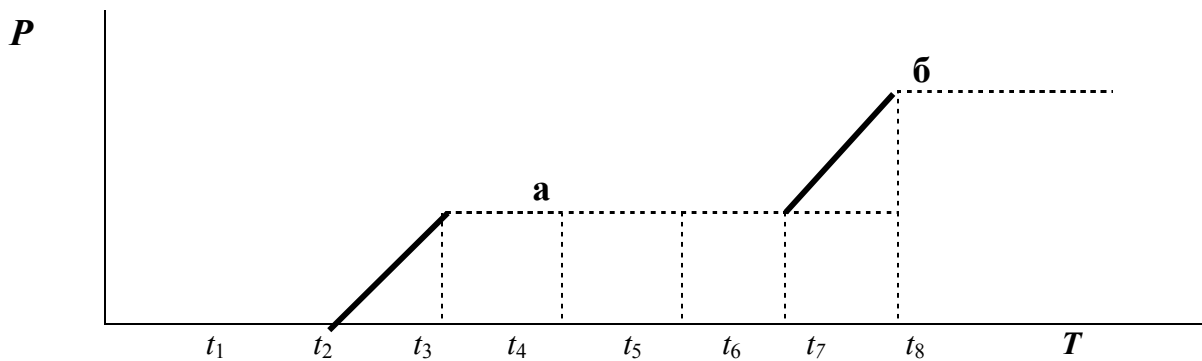


Рис. 18. Фактическая выработка тонно-километров во времени

В момент времени  $t_1$  автомобиль встал под первую погрузку, которая заканчивается в момент времени  $t_2$  и начинается движение с грузом. Прибытие в пункт назначения определяется моментом времени  $t_3$  (это же начало разгрузки). Груз считается доставленным, когда окончена разгрузка (момент времени  $t_4$ ), количество перевезенного груза показано ординатой точки **а** (см. рис. 17). Затем автомобиль направляется под следующую погрузку, исполняя холостой пробег, и прибывает в пункт погрузки в момент времени  $t_5$ . Далее операции транспортного процесса повторяются, момент времени  $t_8$  соответствует выполнению очередной разгрузки и ездки. Теперь в пункте назначения будет количество груза, равное сумме объемов грузов, доставленных за две ездки, что и определяется ординатой точки **б**.

Если рассмотреть процесс выработки транспортной продукции – тонно-километров (рис. 18), то с момента времени  $t_1$  до момента  $t_2$  эта продукция не вырабатывается. Она производится с момента времени  $t_2$  до момента  $t_3$ , пока автомобиль вместе с грузом находится в движении, после чего прекращается. Вновь выработка тонно-километров происходит только после выхода из пункта погрузки и за время движения с грузом ее величина растет пропорционально пробегу с грузом и фактической загрузке автомобиля.

Как следует из представленных графиков (см. рис. 17 и 18) фазы времени получения той или иной транспортной продукции не совпадают и не имеют непрерывного характера, а соответствуют разрывным линейным зависимостям.

Если маршрут маятниковый, с обратным груженым пробегом, частота выполнения ездки, за одно и то же время, при сохранении других условий эксплуатации, увеличивается, но все равно имеются промежутки времени, когда транспортная продукция не производится (рис. 19).

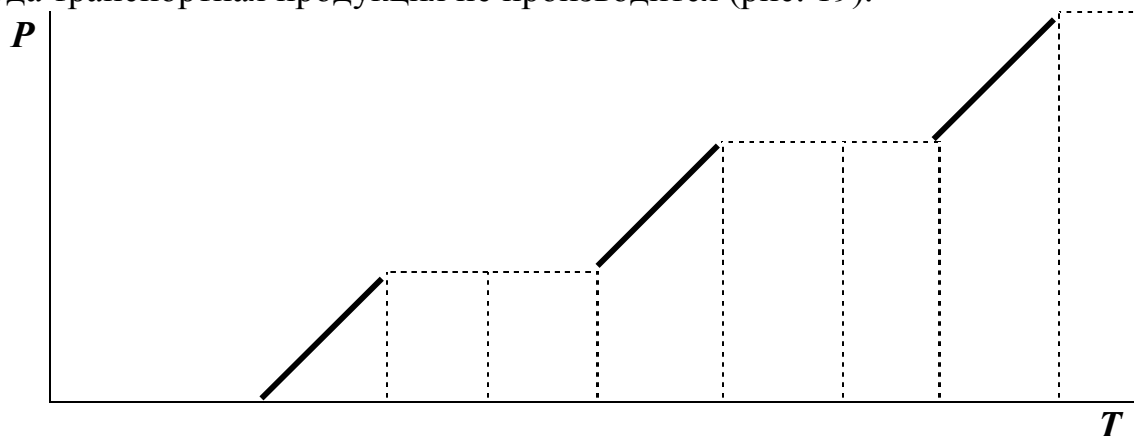


Рис. 19. Выработка транспортной продукции на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом во времени

На других маршрутах, где одновременно работают несколько транспортных средств и выполняется одновременно несколько ездки, особенно

на радиальных, картина изменения количества перевозимого груза и получения транспортной продукции значительно сложнее. Но для каждого автомобиля в отдельности транспортный процесс происходит аналогично вышеописанному, а в целом для системы представляет собой сумму всех единичных процессов (рис. 20, 21).

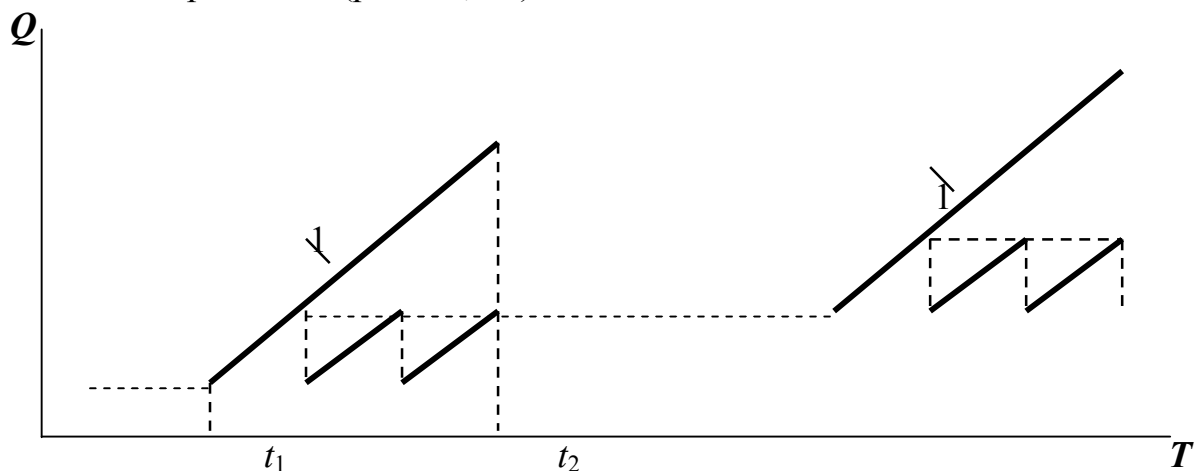


Рис. 20. Изменение количества перевезенного груза на маятниковом маршруте, при работе нескольких автомобилей

Линия, обозначенная цифрой 1 (рис. 20) – суммарное количество груза, доставленное группой автомобилей. Как показано на рис. 20, она на отрезке времени  $t_1 - t_2$  непрерывна, но в действительности всегда наблюдаются разрывы, так как мгновенной смены автомобилей на постах разгрузки не бывает.

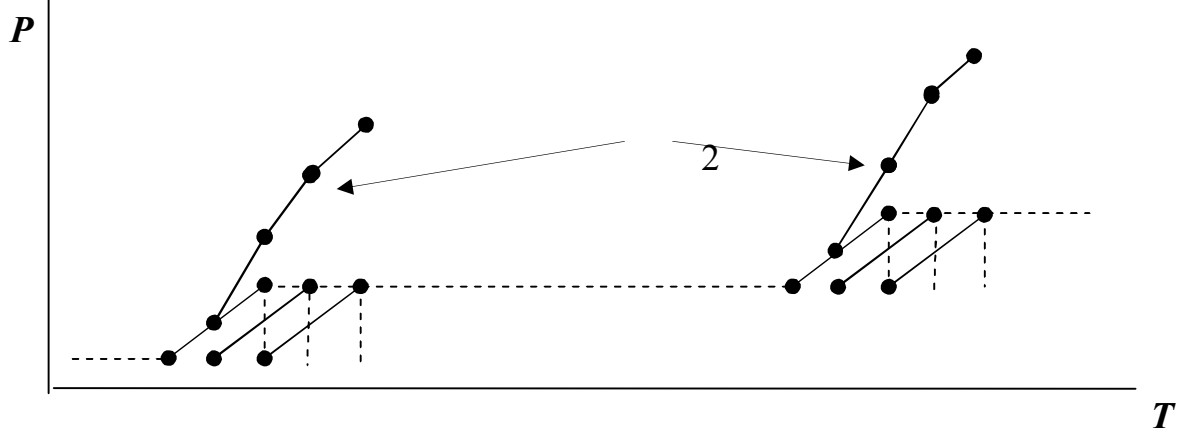


Рис. 21. Изменение выполнения транспортной работы на маятниковом маршруте, при работе нескольких автомобилей

Линии 2 на графике (рис. 21) описывают суммарное количество транспортной работы, получаемое на маятниковом маршруте при работе нескольких автомобилей за отрезок времени.

На других типах маршрутов, при выполнении каждой ездки, проявляются аналогичные закономерности в получении транспортной продукции. Поэтому независимо от типа маршрута транспортный процесс в общем ви-

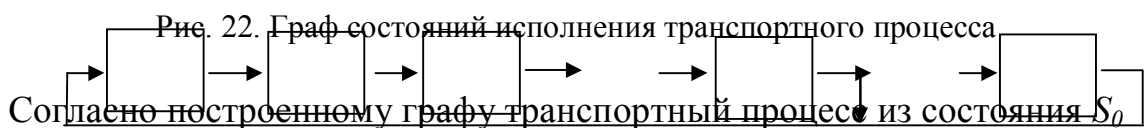
де можно представить как функционирование системы, которая состоит из погрузочных пунктов, транспортных средств и разгрузочных пунктов. Такая система с течением времени меняет свое состояние, последовательно переходя из состояния  $S_0$ , когда не выполнено ни одной ездки, в состояние  $S_n$ , когда отдельно взятые автомобили или в целом автотранспортное предприятие (АТП) выполнили  $n$ -е число ездок. Многие операции этого процесса развиваются как случайные события, исход которых зависит от многих причин случайного характера. Переход системы из одного состояния в другое происходит «скачком», а так как каждую ездку можно перечислить (пронумеровать), то транспортный процесс является процессом с дискретным состоянием, но, однако, в общем случае он не является Марковским, так как на его протекание накладывается процесс управления (последствие).

Переход описываемой системы из состояния в состояние может происходить в строго определенные моменты времени. Например, для отдельного взятого автомобиля, работающего по графику или расписанию, а в промежутки времени между этими моментами система сохраняет свое состояние. Следует оговориться, что «строго определенные моменты времени» понятие не абсолютное, так как вероятное проявление влияния, например случайной величины скорости движения автомобиля, может вызывать отклонения в прибытии транспортного средства в погрузочно-разгрузочный пункт. Отсюда момент перехода системы в новое состояние может отличаться от запланированного, но в пределах закономерного отклонения случайной величины это явление будет происходить.

Если рассматривается система применительно к АТП, то она может переходить в новое состояние в любой наперед неизвестный случайный момент. В связи с этим транспортный процесс – это случайный дискретный процесс с дискретным и непрерывным временем, и он обладает одновременно свойствами Марковской цепи, потому что переход из любого состояния  $S_i$  в любое  $S_{i+k}$  не зависит от того, когда и как система пришла в состояние  $S_i$ .

Размеченный граф состояния протекания транспортного процесса как системы применительно к каждой единице подвижного состава может быть представлен в следующем виде (рис. 22).

$S_0$        $S_1$        $S_2$       ...       $S_i$       ...       $S_n$



Согласно построенному графу транспортный процесс из состояния  $S_0$  односторонне переходит в следующее состояние:

-  $S_1$  – выполнена одна ездка;

....  
-  $S_i$  – выполнено  $i$  ездов;

...  
 $S_n$  – выполнено  $n$  ездов.

Но ежемесячно (ежесуточно) такая система приходит в первоначальное состояние  $S_0$ . Этот переход может осуществляться с любого состояния  $S_i$ . При этом если  $i$  – е число ездов равно плановому, то сменно-суточный план выполнен, в противном случае нет.

В любой рабочий день, когда выполняется перевозочная работа, АТП можно представить как систему, объединяющую множество маршрутов, каждому из которых, как было показано, соответствует определенный граф состояний. Тогда в целом и для АТП можно построить аналогичный граф, т.е. и система АТП может находиться в состоянии  $S_0$  и последовательно переходить в состояние  $S_i$ , циклично возвращаясь в  $S_0$ .

Представление о непрерывности транспортного процесса не соответствует реальной работе, выполняемой на маршрутах, а поэтому использование разработанной на этой основе теории протекания транспортного процесса зачастую приводит к ошибочным решениям и результатам, что подтверждается исследованиями, проведенными в условиях Западной Сибири. Выведенные ранее зависимости (3.1) и (3.2) для описания и анализа работы подвижного состава, при выполнении перевозок массовых и мелкопартионных грузов, не могут быть успешно применены. Для правильной оценки влияния изменения эксплуатационных факторов и расчета результатов работы применяемый математический аппарат должен учитывать дискретность (целочисленность) транспортного процесса.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Как графически описывается производительность автомобиля при использовании «классических» формул расчета производительности?
2. Почему при использовании «классических» формул расчета производительности начало графических зависимостей направлено из начала координат?
3. Какой метод анализа использован при построении графических зависимостей выработки во времени?
4. Сущность метода цепных подстановок.
5. Какая выработка фактически производится ранее, в тоннах или тонно-километрах?
6. Почему наблюдаются промежутки в графике выработки, когда никаких изменений выработки нет?
7. Совпадают ли фазы времени получения фактической выработки в тоннах и тонно-километрах?



## ГЛАВА 4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ВЫРАБОТКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

#### 4.1. Расчет результатов работы одного автомобиля на маршруте

##### 4.1.1. Расчет работы одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом

Требуется перевезти груз из пункта погрузки (П) в пункт разгрузки (Р) на расстояние 20 км. Расстояние от АТП до П составляет 10 км, от АТП до пункта разгрузки 20 км. Груз первого класса,  $\gamma = 1$ . Время в наряде ( $T_n$ ) 8 ч, грузоподъемность автомобиля ( $q$ ) равна 5 т, время простоя под погрузкой и разгрузкой ( $t_{пв}$ ) = 0,5 ч, средняя техническая скорость ( $V_T$ ) 25 км/ч. Схема маятникового маршрута с обратным не груженым пробегом и нулевых пробегов представлены на рис. 23.

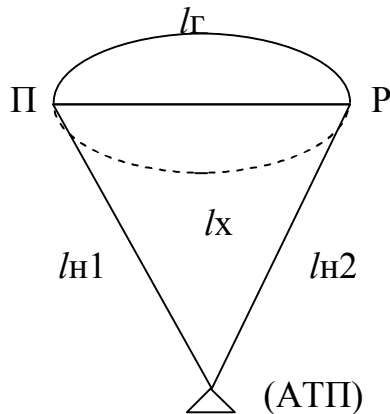


Рис. 23. Схема маятникового маршрута, с обратным не груженым пробегом и нулевых пробегов

1. Длина маршрута

$$l_m = l_{г} + l_{х} = 20 + 20 = 40 \text{ км.} \quad (4.1)$$

2. Время ездки (оборота)

$$t_{e,о} = (l_m / V_T) + t_{пв} = 40 / 25 + 0,5 = 2,1 \text{ ч.} \quad (4.2)$$

3. Выработка в тоннах за ездку (оборот)

$$Q_{e,о} = q \cdot \gamma = 5 \text{ т.} \quad (4.3)$$

4. Выработка в тонно-километрах за ездку (оборот)

$$P_{e,о} = q \cdot \gamma \cdot l_{г} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т} \cdot \text{км.} \quad (4.4)$$

5. Число ездок автомобиля за время в наряде

$$Z_e = [T_n / t_{e,о}] = 8 / 2,1 = 3,8 \text{ .} \quad (4.5)$$

где  $[X]$  - целая часть числа  $X$ .

6. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте

Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездок составит

$$\Delta T_n = T_n - [T_n / t_{e,о}] \cdot t_{e,о} = 8 - 3 \cdot 2,1 = 1,7 \text{ ч.} \quad (4.6)$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)

$$t_{ен} = (l_{г} / V_T) + t_{пв} = 0,8 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.} \quad (4.7)$$

$$\Delta T_{\text{н}} \geq t_{\text{ен}} . \quad (4.8)$$

Если неравенство (4.8) выполняется, то результат, полученный в формуле (4.5), округляется в большую сторону, если неравенство не выполняется, то результат, полученный в формуле (4.5), округляется в меньшую сторону. В нашем случае  $1,7 \geq 1,3$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 4 ездки.

7. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде

$$Q_{\text{н}} = \sum_1^{Z_{\text{е}}} q\gamma = 20 \text{ т.} \quad (4.9)$$

8. Выработка в тонно-километрах автомобиля за время в наряде

$$P_{\text{н}} = \sum_1^{Z_{\text{е}}} q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma} = 400 \text{ т} \cdot \text{км.} \quad (4.10)$$

9. Общий пробег автомобиля за время в наряде

$$L_{\text{общ}} = l_{\text{н1}} + l_{\text{м}} \cdot Z_{\text{е}} + l_{\text{н2}} - l_{\text{х}} = 10 + 40 \cdot 4 + 20 - 20 = 170 \text{ км.} \quad (4.11)$$

10. Время в наряде автомобиля фактическое

$$T_{\text{н факт}} = (L_{\text{общ}} / V_{\text{т}}) + \sum_1^{Z_{\text{е}}} t_{\text{пв}} = 170/25 + 4 \cdot 0,5 = 6,8 + 2 = 8,8 \text{ ч.} \quad (4.12)$$

#### **Контрольные вопросы**

1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за одну ездку на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за одну ездку на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за одну ездку на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
5. Как рассчитать число ездок для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
6. Для чего рассчитывается остаток времени в наряде, после исполнения целых ездок для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
7. Для чего рассчитывается время ездки необходимое для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
8. Сформулируйте условие округления числа ездок одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом.
9. Как рассчитать сменную (суточную) выработку в тоннах одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
10. Как рассчитать сменную (суточную) выработку в тонно-километрах одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
11. Как рассчитать общий пробег за время в наряде одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
12. Как рассчитать время в наряде фактическое одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?

4.1.2. Расчет работы одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок (рис 24)

Требуется перевезти груз из пункта погрузки  $\Pi_1$  в пункт разгрузки  $P_1$  на расстояние 20 км. В обратном направлении из того же пункта ( $\Pi_2$ ) необходимо перевезти груз в пункт  $P_2$  на расстояние 10 км. Расстояние от АТП до  $\Pi_1$  составляет 10 км, от АТП до пункта  $P_1$  ( $\Pi_2$ ) 20 км, от АТП до пункта  $P_2$  15 км. Нумерация нулевых пробегов дана в порядке исполнения. Груз, в обоих направлениях, первого класса,  $\gamma = 1$ . Время в наряде  $T_n = 8$  ч, грузоподъемность автомобиля  $q$  равна 5 т, время простоя под погрузкой и разгрузкой ( $t_{пв}$ ) = 0,5 ч, средняя техническая скорость  $V_T = 25$  км/ч.

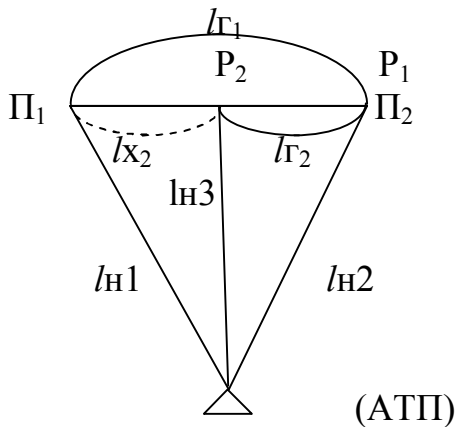


Рис. 24. Схема маятникового маршрута, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок и нулевых пробегов

1. Длина маршрута

$$l_M = l_{Г1} + l_{Г2} + l_{Х2} = 20 + 10 + 10 = 40 \text{ км.} \quad (4.13)$$

2. Время первой ездки

$$t_{e1} = (l_{Г1}/V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.} \quad (4.14)$$

3. Время второй ездки

$$t_{e2} = ((l_{Г2} + l_{Х2})/V_T) + t_{пв} = ((10 + 10)/25) + 0,5 = 1,3 \text{ ч.} \quad (4.15)$$

4. Время оборота

$$t_o = t_{e1} + t_{e2} = (l_M/V_T) + 2t_{пв} = 40/25 + 1 = 2,6 \text{ ч.} \quad (4.16)$$

5. Среднее время ездки

$$t_{e_{cp}} = t_o/Z_{eo} = 2,6/2 = 1,3 \text{ ч.} \quad (4.17)$$

где  $Z_{eo}$  – число ездок за оборот на маршруте,  $Z_{eo} = 2$  ед.

6. Выработка в тоннах за любую ездку

$$Q_e = q \cdot \gamma = 5 \text{ т.} \quad (4.18)$$

7. Выработка в тоннах за оборот

$$Q_o = Q_{e1} + Q_{e2} = 2q \cdot \gamma = 10 \text{ т.} \quad (4.19)$$

8. Выработка в тонно-километрах за первую ездку

$$P_{e1} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т·км.} \quad (4.20)$$

9. Выработка в тонно-километрах за вторую ездку

$$P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 5 \cdot 10 = 50 \text{ т·км.} \quad (4.21)$$

10. Выработка в тонно-километрах за оборот

$$P_o = P_{e1} + P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 150 \text{ т·км.} \quad (4.22)$$

11. Число ездок автомобиля за время в наряде

$$Z_e = [T_H / t_{e_{cp}}] = 8 / 1,3 = 6,15 . \quad (4.23)$$

12. Число оборотов автомобиля за время в наряде

$$Z_o = T_H / t_o = 8 / 2,6 = 3,07. \quad (4.24)$$

13. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездок, составит

$$\Delta T_H = T_H - [T_H / t_{e_{cp}}] \cdot t_{e_{cp}} = 8 - 6 \cdot 1,3 = 0,2 \text{ ч.} \quad (4.25)$$

Выполнив 6 ездов, автомобиль остановится в пункте  $\Pi_1$ . Следовательно, проверяем возможность исполнения ездки из пункта  $\Pi_1$ . Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) по формуле (4.7),

$$t_{ен} = (l_{\Gamma_1} / V_T) + t_{пв} = 20 / 25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч,} \quad (4.26)$$

если, согласно формуле (4.8),  $\Delta T_H \geq t_{ен}$ , то число ездов округляется в большую сторону, если неравенство не выполняется, то число ездов округляется в меньшую сторону. В нашем случае неравенство не выполняется, т.к.  $0,2 < 1,3$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 6 ездов, или 3 оборота ( $Z_o = 3$ ).

14. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде формула (4.9)

$$Q_H = \sum_1^{Z_e} q \gamma = 30 \text{ т.}$$

15. Выработка в тонно-километрах автомобиля за время в наряде

$$P_H = \sum_1^{Z_{e_1}} q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_1} + \sum_1^{Z_{e_2}} q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_2} = 450 \text{ т} \cdot \text{км,} \quad (4.27)$$

где  $Z_{e_1}$ ,  $Z_{e_2}$  – число ездов, выполненных, соответственно, на  $l_{\Gamma_1}$  и  $l_{\Gamma_2}$ ,  $Z_e = Z_{e_1} + Z_{e_2}$ , тогда  $P_H = 3 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 1 + 3 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 1 = 300 + 150 = 450 \text{ т} \cdot \text{км.}$

16. Общий пробег автомобиля за время в наряде

$$L_{\text{общ}} = l_{H1} + l_M \cdot Z_o + \begin{cases} \text{если } Z_o \text{ целое } \dots + l_{H3} - l_{H2}; \\ \text{если } Z_o \text{ не целое } \dots + l_{H2}. \end{cases} \quad (4.28)$$

поскольку  $Z_o = 3$ , то  $L_{\text{общ}} = l_{H1} + l_M \cdot Z_o + l_{H3} - l_{H2} = 10 + 40 \cdot 3 + 15 - 10 = 135 \text{ км.}$

17. Время в наряде автомобиля фактическое – формула (4.12):

$$T_H \text{ факт} = (L_{\text{общ}} / V_T) + \sum_1^{Z_e} t_{пв} = 135 / 25 + 6 \cdot 0,5 = 5,4 + 3 = 8,4 \text{ ч.}$$

### **Контрольные вопросы**

1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за одну ездку на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок?
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок?
3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за одну ездку на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок?
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за одну ездку на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок?

5. Как рассчитать число ездов для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок?
6. Для чего рассчитывается остаток времени в наряде, после исполнения целых ездов для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок?
7. Для чего рассчитывается время ездки, необходимое для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок?
8. Сформулируйте условие округления числа ездов одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок.
9. Как рассчитать сменную (суточную) выработку в тоннах одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок?
10. Как рассчитать сменную (суточную) выработку в тонно-километрах одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок?
11. Как рассчитать общий пробег за время в наряде одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок?
12. Как рассчитать время в наряде фактическое одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок?

*4.1.3. Расчет работы одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (рис. 25)*

Требуется перевезти груз из пункта погрузки  $\Pi_1$  в пункт разгрузки  $P_1$  на расстояние 20 км. В обратном направлении из того же пункта  $\Pi_2$  необходимо перевезти груз в пункт  $P_2$  (он же  $\Pi_1$ ) на расстояние 20 км. Расстояние от АТП до  $\Pi_1$  ( $P_2$ ) составляет 10 км, от АТП до пункта  $P_1$  ( $\Pi_2$ ) 20 км.

Груз в обоих направлениях первого класса,  $\gamma = 1$ . Время в наряде  $T_n = 8$  ч, грузоподъемность автомобиля  $q = 5$  т, время простоя под погрузкой и разгрузкой  $t_{пв} = 0,5$  ч, средняя техническая скорость  $V_T = 25$  км/ч.

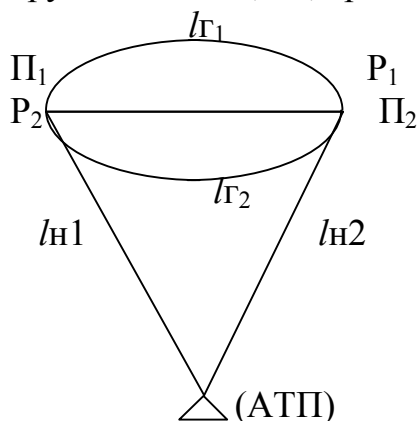


Рис. 25. Схема маятникового маршрута, с обратным груженым пробегом и нулевыми пробегами

1. Длина маршрута

$$l_M = l_{Г1} + l_{Г2} = 20 + 20 = 40 \text{ км.} \quad (4.29)$$

2. Время первой ездки – формула (4.14):

$$te_1 = (l_{Г1}/V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

3. Время второй ездки

$$te_2 = (l_{Г2}/V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.} \quad (4.30)$$

4. Время оборота – формула (4.16):

$$to = te_1 + te_2 = (l_M/V_M) + 2t_{пв} = 40/25 + 1 = 2,6 \text{ ч.}$$

5. Среднее время ездки – формула (4.17):

$$te_{cp} = to/Z_{eo} = 2,6/2 = 1,3 \text{ ч,}$$

где  $Z_{eo}$  – число ездок за оборот на маршруте,  $Z_{eo} = 2$  ед.

6. Выработка в тоннах за любую ездку – формула (4.18):

$$Q_e = q \cdot \gamma = 5 \text{ т.}$$

7. Выработка в тоннах за оборот – формула (4.19):

$$Q_o = Q_{e1} + Q_{e2} = 2q \cdot \gamma = 10 \text{ т.}$$

8. Выработка в тонно-километрах за первую ездку – формула (4.20):

$$P_{e1} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т·км.}$$

9. Выработка в тонно-километрах за вторую ездку – формула (4.21):

$$P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т·км.}$$

10. Выработка в тонно-километрах за оборот формула – (4.22):

$$P_o = P_{e1} + P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 200 \text{ т·км.}$$

11. Число ездок автомобиля за время в наряде – формула (4.23):

$$Z_e = [T_H / te_{cp}] = 8/1,3 = 6,15.$$

12. Число оборотов автомобиля за время в наряде – формула (4.24):

$$Z_o = T_H / to = 8/2,6 = 3,07.$$

13. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездок – формула (4.25):

$$\Delta T_H = T_H - [Z_e / te_{cp}] \cdot te_{cp} = 8 - 6 \cdot 1,3 = 0,2 \text{ ч.}$$

Выполнив 6 ездок, автомобиль остановится в пункте  $\Pi_1$ . Следовательно проверяем возможность исполнения ездки из пункта  $\Pi_1$ . Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.26):

$$te_H = (l_{Г1}/V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

Если, согласно формуле (4.8),  $\Delta T_H \geq te_H$ , то число ездок округляется в большую сторону, если неравенство не выполняется, то число ездок, округляется в меньшую сторону. В нашем случае неравенство не выполняется, т.к  $0,2 < 1,3$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 6 ездок или 3 оборота ( $Z_o = 3$ ).

14. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде – формула (4.9):

$$Q_H = \sum_1^{Z_e} q \gamma = 30 \text{ т.}$$

15. Выработка в тонно-километрах автомобиля за время в наряде формула – (4.27):

$$P_H = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + \sum_1^{Z_{e2}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 600 \text{ т·км,}$$

где  $Ze_1, Ze_2$  – число ездов, выполненных, соответственно, на  $l_{Г1}$  и  $l_{Г2}$ ,  $Ze = Ze_1 + Ze_2$ , тогда  $P_H = 3 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 1 + 3 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 1 = 300 + 300 = 600$  т·км.

16. Общий пробег автомобиля за время в наряде

$$L_{\text{общ}} = l_{H1} + l_M \cdot Z_0 + \begin{cases} \text{если } Z_0 \text{ целое } \dots + l_{H1}; \\ \text{если } Z_0 \text{ не целое } + l_{H2}, \end{cases} \quad (4.31)$$

поскольку  $Z_0 = 3$ , то  $L_{\text{общ}} = l_{H1} + l_M \cdot Z_0 + l_{H1} = 10 + 40 \cdot 3 + 10 = 140$  км.

17. Время в наряде автомобиля фактическое – формула (4.12)

$$T_H \text{ факт} = (L_{\text{общ}} / V_T) + \sum_1^{Ze} t_{\text{ПВ}} = 140 / 25 + 6 \cdot 0,5 = 5,6 + 3 = 8,6 \text{ ч.}$$

#### **Контрольные вопросы**

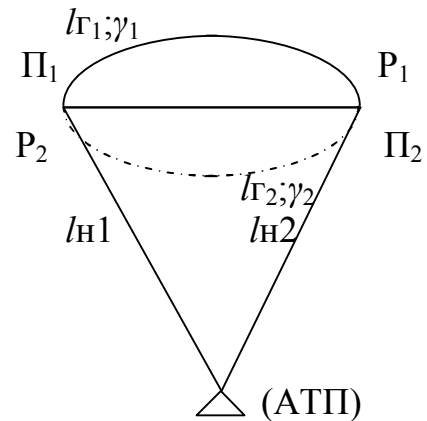
1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за одну езду на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за одну езду на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за одну езду на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
5. Как рассчитать число ездов для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
6. Для чего рассчитывается остаток времени в наряде, после исполнения целых ездов для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
7. Для чего рассчитывается время ездки необходимое для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
8. Сформулируйте условие округления числа ездов одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом.
9. Как рассчитать сменную (суточную) выработку в тоннах одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
10. Как рассчитать сменную (суточную) выработку в тонно-километрах одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
11. Как рассчитать общий пробег за время в наряде одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
12. Как рассчитать время в наряде фактическое одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?

#### **4.1.4. Расчет работы одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (рис. 26)**

Требуется перевезти груз из пункта погрузки  $\Pi_1$  в пункт разгрузки  $P_1$  на расстояние 20 км. В обратном направлении из того же пункта ( $\Pi_2$ ) необходимо перевезти груз в пункт  $P_2$ . (он же  $\Pi_1$ ) на расстояние 20 км. Расстояние от АТП до  $\Pi_1$  ( $P_2$ ) составляет 10 км, от АТП до пункта  $P_1$  ( $\Pi_2$ ) 20 км. Груз в прямом направлении первого класса,  $\gamma_1 = 1$ , в обратном направлении третьего класса,  $\gamma_2 = 0,6$ . Время в наряде  $T_H = 8$  ч., грузоподъемность автомобиля  $q = 5$  т, время простоя под погрузкой и разгрузкой в прямом на-

правления  $t_{пв1} = 0,5$  ч, время простоя под погрузкой и разгрузкой  $t_{пв2} = 0,4$  ч, средняя техническая скорость  $V_T = 25$  км/ч.

Рис. 26. Схема маятникового маршрута, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой, и нулевых пробегов



1. Длина маршрута – формула (4.29):

$$l_M = l_{Г1} + l_{Г2} = 20 + 20 = 40 \text{ км.}$$

2. Время первой ездки

$$t_{e1} = (l_{Г1}/V_T) + t_{пв1} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.} \quad (4.32)$$

3. Время второй ездки

$$t_{e2} = (l_{Г2}/V_T) + t_{пв2} = 20/25 + 0,4 = 1,2 \text{ ч.} \quad (4.33)$$

4. Время оборота – формула (4.16):

$$t_o = t_{e1} + t_{e2} = (l_M/V_T) + 2t_{пв} = 40/25 + 1 = 2,5 \text{ ч.}$$

5. Среднее время ездки – формула (4.17):

$$t_{e_{cp}} = t_o/Z_{e0} = 2,5/2 = 1,25 \text{ ч,}$$

где  $Z_{e0}$  – число ездок за оборот на маршруте,  $Z_{e0} = 2$  ед.

6. Выработка в тоннах за первую ездку

$$Q_{e1} = q \cdot \gamma_1 = 5 \text{ т.} \quad (4.34)$$

7. Выработка в тоннах за вторую ездку

$$Q_{e2} = q \cdot \gamma_2 = 3 \text{ т.} \quad (4.35)$$

8. Выработка в тоннах за оборот – формула (4.19):

$$Q_o = Q_{e1} + Q_{e2} = q \cdot \gamma_1 + q \cdot \gamma_2 = 8 \text{ т.}$$

9. Выработка в тонно-километрах за первую ездку – формула (4.20):

$$P_{e1} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

10. Выработка в тонно-километрах за вторую ездку – формула (4.21):

$$P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 3 \cdot 20 = 60 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

11. Выработка в тонно-километрах за оборот – формула (4.22):

$$P_o = P_{e1} + P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 160 \text{ т} \cdot \text{км}$$

12. Число ездок автомобиля за время в наряде – формула (4.23):

$$Z_e = [T_n / t_{e_{cp}}] = 8 / 1,25 = 6,4.$$

13. Число оборотов автомобиля за время в наряде – формула (4.24):

$$Z_o = T_n / t_o = 8 / 2,5 = 3,2.$$

14. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте

Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездок – формула (4.25):



$$\Delta T_H = T_H - [T_H / t_{e_{cp}}] \cdot t_{e_{cp}} = 8 - 6 \cdot 1,25 = 0,5 \text{ ч.}$$

Выполнив 6 ездов, автомобиль остановится в пункте П<sub>1</sub>. Следовательно, проверяем возможность исполнения ездки из пункта П<sub>1</sub>. Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.26):

$$t_{eH} = (l_{Г1} / V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

Если, согласно формуле (4.8),  $\Delta T_H \geq t_{eH}$ , то число ездов округляется в большую сторону, если неравенство не выполняется, то число ездов округляется в меньшую сторону. В нашем случае неравенство (4.62) не выполняется, т.к.  $0,5 < 1,3$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 6 ездов, или 3 оборота ( $Z_0 = 3$ ).

15. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде – формула (4.9):

$$Q_H = \sum_1^{Z_e} q\gamma = 24 \text{ т}$$

16. Выработка в тонно-километрах автомобиля за время в наряде – формула (4.27):

$$P_H = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + \sum_1^{Z_{e2}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 600 \text{ т} \cdot \text{км},$$

где  $Z_{e1}$ ,  $Z_{e2}$  – число ездов, выполненных соответственно на  $l_{Г1}$  и  $l_{Г2}$ ,  $Z_e = Z_{e1} + Z_{e2}$ , тогда  $P_H = 3 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 1 + 3 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 0,6 = 300 + 180 = 480 \text{ т} \cdot \text{км}$ .

17. Общий пробег автомобиля за время в наряде – формула (4.31):

$$L_{\text{общ}} = l_{H1} + l_M \cdot Z_0 + \begin{cases} \text{если } Z_0 \text{ целое } \dots + l_{H1}, \\ \text{если } Z_0 \text{ не целое } + l_{H2}, \end{cases}$$

поскольку  $Z_0 = 3$ , то  $L_{\text{общ}} = l_{H1} + l_M \cdot Z_0 + l_{H1} = 10 + 40 \cdot 3 + 10 = 140 \text{ км}$ .

18. Время в наряде автомобиля фактическое

$$T_H \text{ факт} = (L_{\text{общ}} / V_T) + \sum_1^{Z_{e1}} t_{пв1} + \sum_1^{Z_{e2}} t_{пв2} = 140/25 + 3 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,4 = 5,6 + 1,5 + 1,2 = 8,3 \text{ ч} \quad (4.36)$$

### **Контрольные вопросы**

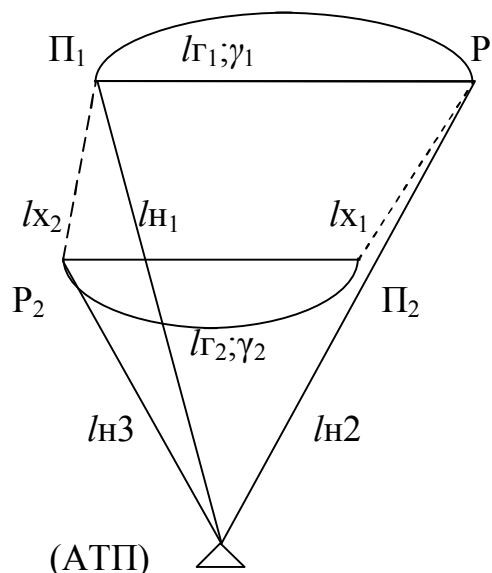
1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за одну ездку на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой?
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой?
3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за одну ездку на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой?
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за одну ездку на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой?
5. Как рассчитать число ездов для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой?
6. Для чего рассчитывается остаток времени в наряде, после исполнения целых ездов для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой?

7. Для чего рассчитывается время ездки необходимое для одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой?
8. Сформулируйте условие округления числа ездки одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой.
9. Как рассчитать сменную (суточную) выработку в тоннах одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой?
10. Как рассчитать сменную (суточную) выработку в тонно-километрах одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой?
11. Как рассчитать общий пробег за время в наряде одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой?
12. Как рассчитать время в наряде фактическое одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой?

#### 4.1.5. Расчет работы одного автомобиля на кольцевом маршруте (рис. 27)

Требуется перевезти груз из пункта погрузки  $\Pi_1$  в пункт разгрузки  $P_1$  на расстояние 20 км, из пункта погрузки  $\Pi_2$  в пункт разгрузки  $P_2$  на расстояние 15 км. Расстояние между  $P_1$  и  $\Pi_2$ ,  $P_2$  и  $\Pi_1$  равно 15 км. Расстояние от АТП до  $\Pi_1$  составляет 35 км, от АТП до пункта  $P_1$  – 40 км, от АТП до пункта  $P_2$  – 20 км. Груз, перевозимый из пунктов  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , первого класса,  $\gamma_1=1$ . Время в наряде  $T_n = 12$  ч, грузоподъемность автомобиля  $q = 5$  т, время простоя под погрузкой и разгрузкой  $t_{пв1} = t_{пв2} = 0,5$  ч, средняя техническая скорость  $V_T = 25$  км/ч.

Рис. 27. Схема кольцевого маршрута и нулевых пробегов



1. Длина маршрута

$$l_m = l_{Г1} + l_{Х1} + l_{Г2} + l_{Х2} = 20 + 15 + 15 + 15 = 65 \text{ км.} \quad (4.37)$$

2. Время первой ездки

$$t_{e1} = ((l_{Г1} + l_{Х1})/V_T) + t_{пв1} = ((20+15)/25) + 0,5 = 1,9 \text{ ч.} \quad (4.38)$$

3. Время второй ездки

$$t_{e2} = ((l_{Г2} + l_{Х2})/V_T) + t_{пв2} = ((15+15)/25) + 0,5 = 1,7 \text{ ч.} \quad (4.39)$$

4. Время оборота – формула (4.16):

$$t_0 = t_{e_1} + t_{e_2} = (l_M/V_T) + 2t_{пв} = 65/25 + 1 = 3,6 \text{ ч}$$

5. Среднее время ездки – формула (4.17):

$$t_{e_{cp}} = t_0/Z_{e_0} = 3,6/2 = 1,8 \text{ ч},$$

где  $Z_{e_0}$  – число ездов за оборот на маршруте,  $Z_{e_0} = 2$  ед.

6. Выработка в тоннах за первую ездку – формула (4.34):

$$Q_{e_1} = q \cdot \gamma_1 = 5 \text{ т.}$$

7. Выработка в тоннах за вторую ездку – формула (4.35):

$$Q_{e_2} = q \cdot \gamma_2 = 5 \text{ т.}$$

8. Выработка в тоннах за оборот – формула (4.19):

$$Q_0 = Q_{e_1} + Q_{e_2} = q \cdot \gamma_1 + q \cdot \gamma_2 = 10 \text{ т.}$$

9. Выработка в тонно-километрах за первую ездку – формула (4.20):

$$P_{e_1} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_1} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

10. Выработка в тонно-километрах за вторую ездку – формула (4.21):

$$P_{e_2} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_2} = 5 \cdot 15 = 75 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

11. Выработка в тонно-километрах за оборот – формула (4.22):

$$P_0 = P_{e_1} + P_{e_2} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_1} + q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_2} = 175 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

12. Число ездов автомобиля за время в наряде – формула (4.23):

$$Z_e = [T_H / t_{e_{cp}}] = 12 / 1,8 = 6,67.$$

13. Число оборотов автомобиля за время в наряде – формула (4.24):

$$Z_0 = T_H / t_0 = 12 / 3,6 = 3,33.$$

14. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездов – формула (4.25):

$$\Delta T_H = T_H - [T_H / t_{e_{cp}}] \cdot t_{e_{cp}} = 12 - 3 \cdot 3,6 = 1,2 \text{ ч.}$$

Выполнив 6 ездов, автомобиль остановится в пункте  $\Pi_1$ . Следовательно, проверяем возможность исполнения ездки из пункта  $\Pi_1$ . Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.26):

$$t_{eH} = (l_{\Gamma_1} / V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

Если согласно формуле (4.8)  $\Delta T_H \geq t_{eH}$ , то число ездов округляется в большую сторону, если неравенство не выполняется, то число ездов округляется в меньшую сторону. В нашем случае неравенство не выполняется, т.к.  $1,2 < 1,3$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 6 ездов, или 3 оборота ( $Z_0 = 3$ ).

15. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде – формула (4.9):

$$Q_H = \sum_1^{Z_e} q \gamma = 30 \text{ т.}$$

16. Выработка в тонно-километрах автомобиля за время в наряде – формула (4.27):

$$P_H = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_1} + \sum_1^{Z_{e2}} q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_2} = 600 \text{ т} \cdot \text{км.},$$

где  $Z_{e1}$ ,  $Z_{e2}$  – число ездов, выполненных, соответственно, на  $l_{\Gamma_1}$  и  $l_{\Gamma_2}$ ,  $Z_e = Z_{e1} + Z_{e2}$ , тогда  $P_H = 3 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 1 + 3 \cdot 15 \cdot 5 \cdot 1 = 300 + 180 = 525 \text{ т} \cdot \text{км.}$

17. Общий пробег автомобиля за время в наряде

$$L_{\text{общ}} = l_{\text{н1}} + l_{\text{м}} \cdot Z_0 + \begin{cases} \text{если } Z_0 \text{ целое } \dots + l_{\text{н3}} - l_{\text{х2}} \\ \text{если } Z_0 \text{ не целое } + l_{\text{н2}} - l_{\text{х1}} \end{cases} \quad (4.40)$$

поскольку  $Z_0 = 3$ , то  $L_{\text{общ}} = l_{\text{н1}} + l_{\text{м}} \cdot Z_0 + l_{\text{н3}} - l_{\text{х2}} = 35 + 65 \cdot 3 + 20 - 15 = 235$  км.

18. Время в наряде автомобиля фактическое – формула (4.36):

$$T_{\text{н факт}} = (L_{\text{общ}} / V_{\text{т}}) + \sum_1^{Z_{e1}} t_{\text{пв1}} + \sum_1^{Z_{e2}} t_{\text{пв2}} = 235 / 25 + 3 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,5 = 9,4 + 3,0 = 12,4 \text{ ч.}$$

### **Контрольные вопросы**

1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за одну езду на кольцевом маршруте?
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на кольцевом маршруте?
3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за одну езду на кольцевом маршруте?
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за одну езду на кольцевом маршруте?
5. Как рассчитать число ездов для одного автомобиля на кольцевом маршруте?
6. Для чего рассчитывается остаток времени в наряде после исполнения целых ездов для одного автомобиля на кольцевом маршруте?
7. Для чего рассчитывается время ездки необходимое для одного автомобиля на кольцевом маршруте?
8. Сформулируйте условие округления числа ездов одного автомобиля на кольцевом маршруте.
9. Как рассчитать сменную (суточную) выработку в тоннах одного автомобиля на кольцевом маршруте?
10. Как рассчитать сменную (суточную) выработку в тонно-километрах одного автомобиля на кольцевом маршруте?
11. Как рассчитать общий пробег за время в наряде одного автомобиля на кольцевом маршруте?
12. Как рассчитать время в наряде фактическое одного автомобиля на кольцевом маршруте?

### **4.1.6. Расчет работы одного автомобиля на развозочном маршруте**

Требуется перевезти груз из пункта погрузки П в пункты разгрузки Р<sub>1</sub>, Р<sub>2</sub>, Р<sub>3</sub>. Расстояние между П и Р<sub>1</sub> – 10 км, между Р<sub>1</sub> и Р<sub>2</sub> – 8 км, между Р<sub>2</sub> и Р<sub>3</sub> – 5 км, между Р<sub>3</sub> и П – 8 км. В пункте П в автомобиль загрузили 4 т груза, потребность в грузе Р<sub>1</sub>  $q_1 = 2$  т, Р<sub>2</sub>  $q_2 = 1$  т, Р<sub>3</sub>  $q_3 = 1$  т. Известно, что за время в наряде на любом развозочном маршруте выполняется одна ездка. Грузоподъемность автомобиля  $q = 4$  т, время простоя под погрузкой и разгрузкой 1 тонны груза равны  $\tau_{\text{п}} = \tau_{\text{в}} = 0,1$  ч, время заезда  $t_{\text{заезда}} = 9$  мин, средняя техническая скорость  $V_{\text{т}} = 25$  км/ч. Схема развозочного маршрута представлена на рис. 12,а. (см. п. 1.4).

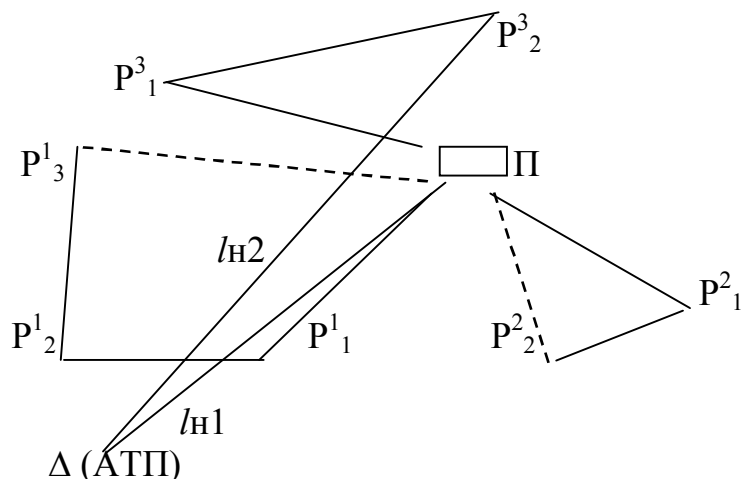


Рис. 28. Схема сменного планового задания автомобиля на развозе мелкопартионных грузов и нулевых пробегов: П – пункт погрузки; P<sup>3</sup><sub>1</sub> – первый пункт разгрузки третьего маршрута

Плановое задание автомобиля состоит из трех развозочных маршрутов, исполняемых один за другим (перевозка покупок населению на дом, пластиковых окон и т.п.). В начале дня автомобиль, исполняя l<sub>н1</sub>, направляется из АТП на пункт погрузки, перевозит груз по первому развозочному маршруту, затем по второму, по третьему и в конце рабочего дня, из пункта P<sup>3</sup><sub>2</sub>, исполняет второй нулевой пробег – возврат в АТП. Порядок исполнения маршрутов определен сменно-суточным заданием водителю данного автомобиля, разработан в службе эксплуатации АТП. К отдельным маршрутам или клиентам нулевые пробеги отнесены быть не могут, нулевые пробеги относятся к наряду (дню) работы автомобиля, поэтому в случае исполнения работы автомобилем на отдельно взятом развозочном маршруте нулевых пробегов нет.

1. Длина маршрута

$$l_m = l_{\Gamma_1} + l_{\Gamma_2} + l_{\Gamma_3} + l_x = 10 + 8 + 5 + 8 = 31 \text{ км.} \quad (4.41)$$

2. Время погрузки-разгрузки

$$t_{пв} = q \cdot \gamma \cdot t_{п} + q \cdot \gamma \cdot t_{в} = 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 = 0,8 \text{ ч.} \quad (4.42)$$

3. Время ездки (оборота)

$$t_{e,o} = l_m / V_T + t_{пв} + t_{заезда} (P-1), \quad (4.43)$$

где P – количество пунктов разгрузки на развозочном маршруте.

Тогда  $t_{e,o} = 31/25 + 0,8 + 0,15(3-1) = 1,24 + 0,8 + 0,3 = 2,34 \text{ ч.}$

4. Выработка в тоннах на развозочном маршруте за ездку, оборот, день

$$Q_{e,o,d} = q \text{ факт}^P = 4 \text{ т,} \quad (4.44)$$

где q факт<sup>P</sup> – количество груза фактически загруженного в автомобиль, т.

5. Выработка в тонно-километрах на развозочном маршруте за ездку, оборот, день

$$P_{e, o, d} = q_{\text{факт}} \cdot l_{Г1} + (q_{\text{факт}} - q_1) \cdot l_{Г2} + (q_{\text{факт}} - q_1 - q_2) \cdot l_{Г3} \quad (4.45)$$

$$P_{e, o, d} = 4 \cdot 10 + 2 \cdot 8 + 1 \cdot 5 = 61 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

### **Контрольные вопросы**

1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за одну езду на развозочном маршруте?
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на развозочном маршруте?
3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за одну езду на развозочном маршруте?
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за одну езду на развозочном маршруте?
5. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за один оборот на развозочном маршруте?
6. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за один оборот на развозочном маршруте?
7. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за день на развозочном маршруте?
8. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за день на развозочном маршруте?
9. Как рассчитывается время езды для одного автомобиля на развозочном маршруте?
10. Как рассчитывается время оборота для одного автомобиля на развозочном маршруте.

#### *4.1.7. Расчет работы одного автомобиля на сборном маршруте*

Требуется собрать груз из пунктов погрузки  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$  в пункт разгрузки  $P$ . Расстояние между  $P$  и  $\Pi_3$  – 35 км, между  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  – 8 км, между  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  – 5 км. Расстояние от пункта разгрузки и первого пункта следующего маршрута (между  $P_3$  и  $\Pi'$ ) 8 км. В пункте  $\Pi_1$  ( $q_1$ ) в автомобиль погрузили 1 т груза, в пункте  $\Pi_2$  ( $q_2$ ) также 1 т, в пункте  $\Pi_3$  ( $q_3$ ) 2 т груза. Известно, что за время в наряде на любом сборном маршруте выполняется одна ездка. Грузоподъемность автомобиля ( $q$ ) = 4 т, время простоя под погрузкой и разгрузкой 1 т груза равны  $\tau_{п} = \tau_{в} = 0,1$  ч, время заезда ( $t_{\text{заезда}}$ ) – 9 мин, средняя техническая скорость  $V_{т} = 25$  км/ч. Схема сборного маршрута представлена на рис. 12,б (см. п. 1.4).

Плановое задание автомобиля состоит из трех сборных маршрутов, исполняемых один за другим (сбор и вывоз твердых бытовых отходов на полигон).

В начале дня автомобиль, исполняя  $l_{н1}$ , направляется из АТП на пункт погрузки  $\Pi_1$ , перевозит груз по первому сборному маршруту, затем по второму, третьему, а в конце рабочего дня из пункта  $P$  исполняет второй нулевой пробег – возврат в АТП (см. рис. 29). Порядок исполнения маршрутов определен сменно-суточным заданием водителю данного автомобиля, разработан в службе эксплуатации АТП. К отдельным маршрутам или клиентам нулевые пробеги отнесены быть не могут, нулевые пробеги

относятся к наряду (дню) работы автомобиля, поэтому в случае исполнения работы автомобилем на отдельно взятом сборном маршруте нулевых пробегов нет.

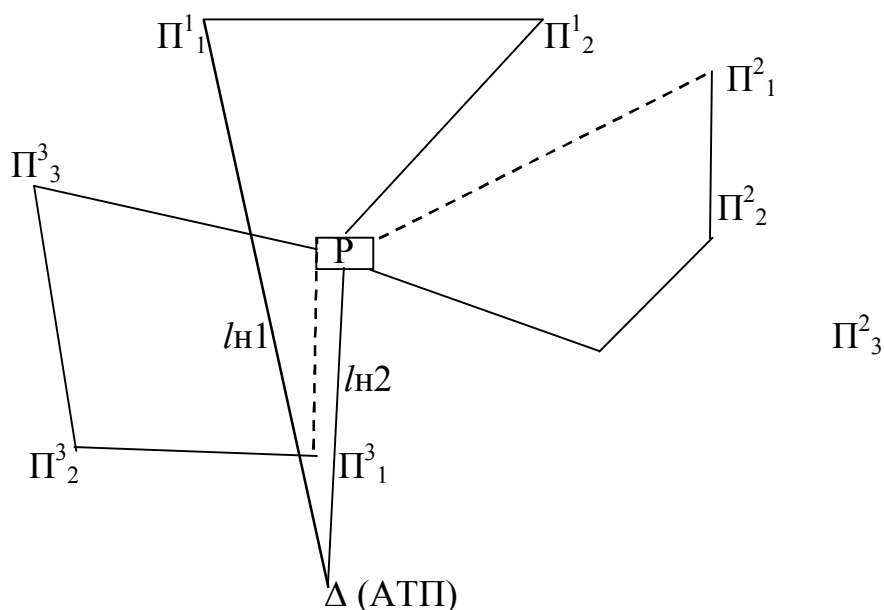


Рис. 29. Схема сменного планового задания автомобиля на сборе мелкопартионных грузов и нулевых пробегов:  
 P – пункт разгрузки; П<sup>3</sup><sub>1</sub> – первый пункт погрузки третьего маршрута

1. Длина маршрута – формула (4.41):

$$l_M = l_{Г1} + l_{Г2} + l_{Г3} + l_X = 8 + 5 + 35 + 8 = 56 \text{ км.}$$

2. Время погрузки-разгрузки – формула (4.42):

$$t_{пв} = q \cdot \gamma \cdot \tau_{п} + q \cdot \gamma \cdot \tau_{в} = 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 = 0,8 \text{ ч.}$$

3. Время ездки (оборота)

$$t_{e,o} = l_M / V_T + t_{пв} + t_{заезда} (\Pi - 1), \quad (4.46)$$

где  $\Pi$  – количество пунктов погрузки на сборном маршруте.

Тогда  $t_{e,o} = 56/25 + 0,8 + 0,15 (3-1) = 3,34 \text{ ч.}$

4. Выработка в тоннах на развозочном маршруте за ездку, оборот, день

$$Q_{e,o,d} = q_{\text{факт}}^c = 4 \text{ т}, \quad (4.47)$$

где  $q_{\text{факт}}^c$  – количество груза, фактически выгруженного из автомобиля, т.

5. Выработка в тонно-километрах на сборном маршруте за ездку, оборот, день

$$P_{e,o,d} = q_1 \cdot l_{Г1} + (q_1 + q_2) \cdot l_{Г2} + (q_1 + q_2 + q_3) \cdot l_{Г3}, \quad (4.48)$$

$$P_{e,o,d} = 1 \cdot 8 + 2 \cdot 5 + 4 \cdot 35 = 158 \text{ т·км.}$$

#### Контрольные вопросы

1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за одну ездку на сборном маршруте?
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на сборном маршруте?

3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за одну езду на сборном маршруте?
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за одну езду на сборном маршруте?
5. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за один оборот на сборном маршруте?
6. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за один оборот на сборном маршруте?
7. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за день на сборном маршруте?
8. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за день на сборном маршруте?
9. Как рассчитывается время езды для одного автомобиля на сборном маршруте?
10. Как рассчитывается время оборота для одного автомобиля на сборном маршруте?

#### *4.1.8. Расчет работы одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,а)*

Требуется развезти из хлебозавода хлеб на лотках и собрать порожние лотки из пунктов разгрузки-погрузки ( $P_1\Pi_1$ ,  $P_2\Pi_2$ ,  $P_3\Pi_3$ ) на хлебозавод (ПР). Расстояние между ПР и  $P_1\Pi_1$  – 5 км, между  $P_1\Pi_1$  и  $P_2\Pi_2$  – 4 км, между  $P_2\Pi_2$  и  $P_3\Pi_3$  – 5 км. Расстояние от пункта ПР и  $P_3\Pi_3$  – 8 км.

В пункте ПР в автомобиль погрузили 1 т груза (хлеб на лотках), в пункте  $P_1\Pi_1$  ( $q_1$ ) разгрузили 0,5 т хлеба в лотках и загрузили порожние лотки, коэффициент тары  $K_t = 0,1$ ; в пункте  $P_2\Pi_2$  выгрузили 0,25 т хлеба в лотках ( $q_2$ ) и загрузили порожние лотки, в пункте  $P_3\Pi_3$  выполнили действия, аналогично пункту  $P_2\Pi_2$ . Известно, что за время в наряде на любом развозочно-сборном маршруте выполняется две ездки.

Грузоподъемность автомобиля  $q = 1$  т, время простоя под погрузкой и разгрузкой 1 т груза равны:  $t_{\text{п}} = t_{\text{в}} = 1$  ч, время заезда ( $t$  заезда) – 9 мин, средняя техническая скорость  $V_T = 25$  км/ч.

Схема развозочно-сборного маршрута представлена на рис. 13,а (см. п. 1.4).

За смену схема работы автомобиля на развозе-сборе мелкопартионных грузов может выглядеть так, как показано на рис. 30.

Плановое задание автомобиля состоит из трех развозочно-сборных маршрутов, исполняемых один за другим. В начале дня автомобиль, исполняя  $l_{n_1}$  направляется из АТП на хлебозавод (ПР), перевозит груз по первому развозочно-сборному маршруту, затем по второму, третьему, а в конце рабочего дня из пункта ПР исполняет нулевой пробег, равный  $l_{n_1}$  – возврат в АТП.

Порядок исполнения маршрутов также определен сменно-суточным заданием водителю данного автомобиля, разработан в службе эксплуатации АТП. К отдельным маршрутам или клиентам нулевые пробеги отнесены быть не могут, нулевые пробеги относятся к наряду (дню) работы автомобиля, поэтому в случае исполнения работы автомобилем на отдельно взятом развозочно-сборном маршруте нулевых пробегов нет.



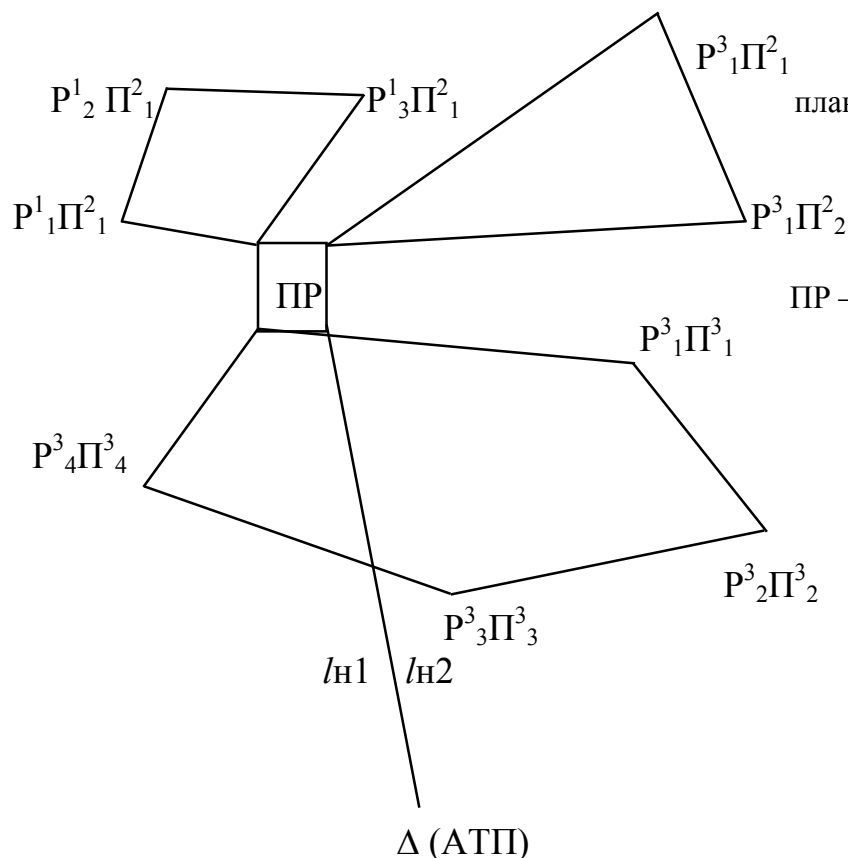


Рис. 30. Схема сменного планового задания автомобиля на развозе-сборе мелкопартионных грузов и нулевых пробегов: ПР – пункт погрузки-разгрузки (хлебозавод);  $P^3_1П^3_1$  – первый пункт разгрузки-погрузки третьего маршрута

1. Длина маршрута

$$l_M = l_{Г1} + l_{Г2} + l_{Г3} + l_{Г4} = 5 + 4 + 5 + 8 = 22 \text{ км.} \quad (4.49)$$

2. Время погрузки-разгрузки за оборот

$$t_{пв} = t_{пв}^p + t_{пв}^c; \quad (4.50)$$

$$t_{пв}^p \text{ (по развозу груза)} = q \cdot \gamma \cdot \tau_{п} + q \cdot \gamma \cdot \tau_{в} = 1 \cdot 1,0 + 1 \cdot 1,0 = 2,0 \text{ ч.} \quad (4.51)$$

$$t_{пв}^c \text{ (по сбору груза (тары))} = q \cdot \gamma \cdot \tau_{п} \cdot K_T + q \cdot \gamma \cdot \tau_{в} \cdot K_T = 0,1 \cdot 1 \cdot 1,0 + 0,1 \cdot 1 \cdot 1,0 = 0,2 \text{ ч.} \quad (4.52)$$

Тогда  $t_{пв} = 2,0 + 0,2 = 2,2$  ч.

3. Время оборота

$$t_o = l_M / V_T + t_{пв} + t_{заезда} (K - 2), \quad (4.53)$$

где  $K$  – количество пунктов развозочно-сборного маршрута.

Тогда  $t_o = 22/25 + 2,2 + 0,15(4-2) = 3,38$  ч.

4. Выработка в тоннах на развозочно-сборном маршруте за оборот, день

$$Q_{o,д} = q \text{ факт}^p + q \text{ факт}^c = 1 + 0,1 = 1,1 \text{ т.} \quad (4.54)$$

5. Выработка в тонно-километрах на развозочно-сборном маршруте за оборот, день

$$P_{o,д} = q \cdot l_{Г1} + (q - q_1 + q_1 \cdot K_T) \cdot l_{Г2} + (q - q_1 + q_1 \cdot K_T - q_2 + q_2 \cdot K_T) \cdot l_{Г3} + (q_1 \cdot K_T + q_2 \cdot K_T + q_3 \cdot K_T) \cdot l_{Г4}; \quad (4.55)$$

$$P_{0,д} = 1 \cdot 5 + (1 - 0,5 + 0,05) \cdot 4 + (1 - 0,5 - 0,25 + 0,05 + 0,025) \cdot 5 + (0,05 + 0,025 + 0,025) \cdot 8 = 5 + 2,2 + 1,625 + 0,8 = 9,625 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

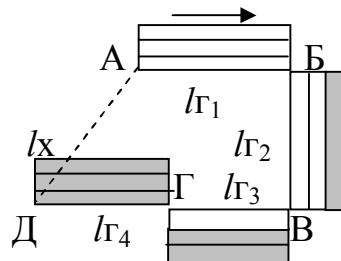
### Контрольные вопросы

1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,а)?
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,а)?
3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,а)?
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,а)?
5. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за день на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,а)?
6. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за день на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,а)?
7. Как рассчитывается время оборота для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,а)?
8. Как рассчитывается время погрузки-выгрузки для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,а)?

#### 4.1.9. Расчет работы одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,б)

Требуется развезти из молокозавода (А) тарное молоко в супертаре и собрать стеклоты бутылку и разгрузить ее в склад тары, находящий также на молокозаводе.

Развозочно-сборный маршрут с одновременным сбором груза и разгрузкой в любом пункте, кроме первоначального пункта погрузки



Расстояние между складом готовой продукции и складом тары  $l_x = 0,15$  км, для упрощения примем, что  $l_{Г1} = l_{Г2} = l_{Г3} = l_{Г4} = 5$  км. Автомобиль загружается на заводе 3 т груза, коэффициент тары 0,5. Потребность в развозимом грузе пункта Б  $q_1 = 1$  т, потребность в развозимом грузе пункта В  $q_2 = 1$  т, потребность в развозимом грузе пункта Г  $q_3 = 1$  т. После разгрузки развозимого груза в пунктах разгрузки загрузили ящики с порожней стеклоты бутылкой в адрес пункта Д. Известно, что за время в наряде на любом развозочно-сборном маршруте выполняется две ездки. Грузоподъемность автомобиля  $q = 3$  т, время простоя под погрузкой и разгрузкой 1 т груза равны:  $\tau_{п} = \tau_{в} = 0,5$  ч, время заезда ( $t_{заезда}$ ) – 9 мин, средняя техническая скорость  $V_T = 25$  км/ч.

За смену схема работы автомобиля на развозе-сборе мелкопартионных грузов может выглядеть так же, как показано на рис. 30. Холостые пробеги совершаются по территории молочного завода, поэтому на рис. 30 они не показаны. Если учесть, что на перевозке молока, например в г. Омске, работает не один десяток автомобилей, то за смену (сутки) работы суммарная величина холостого пробега может составить не один десяток километров.

1. Длина маршрута

$$l_m = l_{\Gamma_1} + l_{\Gamma_2} + l_{\Gamma_3} + l_{\Gamma_4} + l_x = 5+5+5+5+0,15=20,15 \text{ км.} \quad (4.56)$$

2. Время погрузки-разгрузки за оборот – формула (4.50):

$$t_{пв} = t_{пв}^p + t_{пв}^c;$$

формула (4.51):  $t_{пв}^p = q \cdot \gamma \cdot t_{п} + q \cdot \gamma \cdot t_{в} = 3 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,5 = 3,0 \text{ ч};$

формула (4.52):  $t_{пв}^c = q \cdot \gamma \cdot t_{п} \cdot K_T + q \cdot \gamma \cdot t_{в} \cdot K_T = 0,5 \cdot 3 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 3 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ ч},$

тогда  $t_{пв} = 3,0 + 1,5 = 4,5 \text{ ч}.$

3. Время оборота – формула (4.53):  $t_o = l_m / V_T + t_{пв} + t_{заезда} (K-2),$  где  $K$  – количество пунктов развозочно-сборного маршрута.

Тогда  $t_o = 20,15 / 25 + 4,5 + 0,15 (4-2) = 5,606 \text{ ч}.$

4. Выработка в тоннах на развозочно-сборном маршруте за оборот, день – формула (4.54):

$$Q_{o,д} = q \text{ факт}^p + q \text{ факт}^c = 3 + 0,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ т}.$$

5. Выработка в тонно-километрах на развозочно-сборном маршруте за оборот, день – формула 4.55:

$$P_{o,д} = q \cdot l_{\Gamma_1} + (q - q_1 + q_1 \cdot K_T) \cdot l_{\Gamma_2} + (q - q_1 + q_1 \cdot K_T - q_2 + q_2 \cdot K_T) \cdot l_{\Gamma_3} + (q_1 \cdot K_T + q_2 \cdot K_T + q_3 \cdot K_T) \cdot l_{\Gamma_4};$$

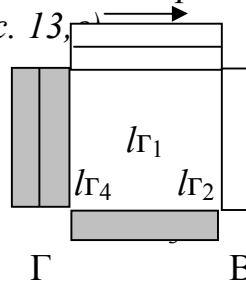
$$P_{o,д} = 3 \cdot 5 + (2 + 0,5) \cdot 5 + (1,0 + 1) \cdot 5 + (1,5) \cdot 5 = 15 + 12,5 + 10,0 + 7,5 = 45,0 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

### **Контрольные вопросы**

1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,б)?
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,б)?
3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,б)?
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,б)?
5. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за день на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,б)?
6. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за день на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,б)?
7. Как рассчитывается время оборота для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,б)?
8. Как рассчитывается время погрузки-выгрузки для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,б)?

4.1.10 Расчет работы одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,в)

Развозочно-сборный маршрут с последовательным развозом и сбором груза, с разгрузкой в первоначальном пункте погрузки



Используем условия предыдущего примера. Допустим, что порожняя тара разгружается на том же месте, где загружается в автомобиль развозимый груз. Поэтому холостого пробега нет. Потребность в грузе пунктов Б и В - 1,5 т. Объем собираемого груза из пунктов В и Г одинаковый и составляет 0,75 т.

1. Длина маршрута – формула (4.49):

$$l_m = l_{Г1} + l_{Г2} + l_{Г3} + l_{Г4} = 5 + 5 + 5 + 5 = 20,0 \text{ км.}$$

2. Время погрузки-разгрузки за оборот – формула (4.50):

$$t_{пв} = t_{пв}^p + t_{пв}^c;$$

формула (4.51):  $t_{пв}^p = q \cdot \gamma \cdot \tau_{пГ} + q \cdot \gamma \cdot \tau_{пВ} = 3 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,5 = 3,0 \text{ ч.}$

формула (4.52):  $t_{пв}^c = q \cdot \gamma \cdot \tau_{пГ} \cdot K_T + q \cdot \gamma \cdot \tau_{пВ} \cdot K_T = 0,5 \cdot (0,75 + 0,75) + 0,5 \cdot (0,75 + 0,75) = 1,5 \text{ ч.}$  тогда  $t_{пв} = 3,0 + 1,5 = 4,5 \text{ ч.}$

3. Время оборота – формула (4.53):  $t_o = l_m / V_T + t_{пв} + t_{езда} (K-2)$ , где  $K$  – количество пунктов развозочно-сборного маршрута.

Тогда  $t_o = 20,0 / 25 + 4,5 + 0,15 (4-2) = 5,6 \text{ ч.}$

4. Выработка в тоннах на развозочно-сборном маршруте за оборот, день – формула (4.54):

$$Q_{о,д} = q \text{ факт}^p + q \text{ факт}^c = 3 + 0,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ т.}$$

5. Выработка в тонно-километрах на развозочно-сборном маршруте за оборот, день – формула (4.55):

$$P_{о,д} = q \cdot l_{Г1} + (q - q_1) \cdot l_{Г2} + (q - q_1 - q_2 + q_2 \cdot K_T) \cdot l_{Г3} + (q_2 \cdot K_T + q_3 \cdot K_T) \cdot l_{Г4};$$

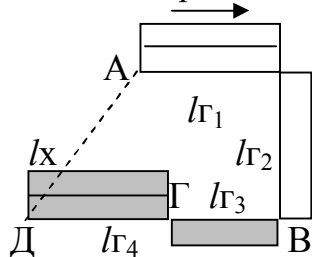
$$P_{о,д} = 3 \cdot 5 + (1,5) \cdot 5 + (0,75) \cdot 5 + (1,5) \cdot 5 = 15 + 7,5 + 3,75 + 7,5 = 33,75 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

**Контрольные вопросы**

1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,в)?
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,в)?
3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,в)?
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,в)?
5. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за день на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,в)?
6. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за

- день на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,в).
7. Как рассчитывается время оборота для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,в).
  8. Как рассчитывается время погрузки-выгрузки для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,в).

4.1.11. Расчет работы одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,г)



Развозочно-сборный маршрут с последовательным развозом и сбором груза, с разгрузкой в любом пункте, кроме первоначального пункта погрузки

Используем условия предыдущих двух примеров.

1. Длина маршрута – формула (4.56):

$$l_m = l_{Г1} + l_{Г2} + l_{Г3} + l_{Г4} + l_x = 5 + 5 + 5 + 5 + 0,15 = 20,15 \text{ км.}$$

2. Время погрузки-разгрузки за оборот – формула (4.50):

$$t_{пв} = t_{пв}^p + t_{пв}^c$$

формула (4.51):  $t_{пв}^p = q \cdot \gamma \cdot t_{п} + q \cdot \gamma \cdot t_{в} = 3 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,5 = 3,0 \text{ ч}$

$$\text{формула (4.52): } t_{пв}^c = q \cdot \gamma \cdot t_{п} \cdot K_T + q \cdot \gamma \cdot t_{в} \cdot K_T = \\ = 0,5 \cdot (0,75 + 0,75) + 0,5 \cdot (0,75 + 0,75) = 1,5 \text{ ч,}$$

тогда  $t_{пв} = 3,0 + 1,5 = 4,5 \text{ ч.}$

3. Время оборота – формула (4.53):

$$t_o = l_m / V_T + t_{пв} + t_{езда} (K - 2),$$

где  $K$  – количество пунктов развозочно-сборного маршрута.

Тогда  $t_o = 20,15 / 25 + 4,5 + 0,15 (4 - 2) = 5,606 \text{ ч.}$

4. Выработка в тоннах на развозочно-сборном маршруте за оборот, день – формула (4.54):  $Q_{o,д} = q_{факт}^p + q_{факт}^c = 3 + 0,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ т.}$

5. Выработка в тонно-километрах на развозочно-сборном маршруте за оборот, день – формула (4.55):

$$P_{o,д} = q \cdot l_{Г1} + (q - q_1) \cdot l_{Г2} + (q - q_1 - q_2 + q_2 \cdot K_T) \cdot l_{Г3} + (q_2 \cdot K_T + q_3 \cdot K_T) \cdot l_{Г4}; \\ P_{o,д} = 3 \cdot 5 + (1,5) \cdot 5 + (0,75) \cdot 5 + (1,5) \cdot 5 = 15 + 7,5 + 3,75 + 7,5 = 33,75 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

**Контрольные вопросы**

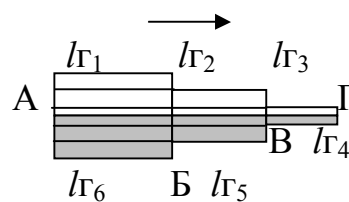
1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,г).
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,г).
3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,г).
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,г).
5. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за день на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,г).

6. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за день на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,г).
7. Как рассчитывается время оборота для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,г).
8. Как рассчитывается время погрузки-выгрузки для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,г).

*4.1.12. Расчет работы одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,д)*

Автомобиль, загрузившись почтовыми отправлениями в прижелезнодорожном почтамте, сначала развозит груз в пункты маршрута, а на обратном пути собирает почту в г. Омск. Примем  $l_{Г1} = l_{Г6} = 100$  км,  $l_{Г2} = l_{Г5} = 75$  км,  $l_{Г3} = l_{Г4} = 50$  км. В пункте А в автомобиль загружают 3 т груза.

Развозочно-сборный маршрут с последовательным развозом груза, сбор обратным пробегом по маршруту, с разгрузкой в пункте погрузки развозимого груза



Потребность в развозимом грузе пункта Б  $q_1 = 1$  т, потребность в развозимом грузе пункта В  $q_2 = 1$  т, потребность в развозимом грузе пункта Г  $q_3 = 1$  т. Такое же количество груза пункты Б, В, Г отправляют в г. Омск (п. А). Среднетехническая нормативная скорость за городом, по дорогам с асфальтовым покрытием – 49 км/ч. Время в наряде 12 ч. Время простоя под погрузкой и разгрузкой 1 т груза равны:  $t_{п} = t_{в} = 0,25$  ч, время заезда ( $t$  заезда) – 9 мин.

1. Длина маршрута

$$l_{м} = l_{Г1} + l_{Г2} + l_{Г3} + l_{Г4} + l_{Г5} + l_{Г6} = 100 + 75 + 50 + 50 + 75 + 100 = 450 \text{ км. (4.57)}$$

2. Время погрузки-разгрузки за оборот (формула 4.50)

$$t_{пв} = t_{пв}^p + t_{пв}^c;$$

формула (4.51):  $t_{пв}^p = q \cdot \gamma \cdot t_{п} + q \cdot \gamma \cdot t_{в} = 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 = 1,5 \text{ ч};$

формула (4.52):  $t_{пв}^c = q \cdot \gamma \cdot t_{п} + q \cdot \gamma \cdot t_{в} = 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 = 1,5 \text{ ч},$

тогда  $t_{пв} = 1,5 + 1,5 = 3,0 \text{ ч}.$

3. Время оборота – формула (4.53):

$$t_o = l_{м} / V_{т} + t_{пв} + t \text{ заезда (К - 2)},$$

где К – общее количество пунктов развозочно-сборного маршрута (посещаемые дважды, кроме центрального пункта погрузки-выгрузки, считаются отдельными пунктами), тогда  $t_o = 450 / 49 + 3,0 + 0,15 \cdot (6 - 2)$

$$= 9,18 + 3,0 + 0,6 = 12,78 \text{ ч}$$

4. Выработка в тоннах на развозочно-сборном маршруте за оборот, день – формула (4.54):

$$Q_{о,д} = q \text{ факт}^p + q \text{ факт}^c = 3,0 + 3,0 = 6,0 \text{ т}.$$

5. Выработка в тонно-километрах на развозочно-сборном маршруте за оборот, день – формула (4.55):

$$P_{0,д} = q \cdot l_{Г1} + (q - q_1) \cdot l_{Г2} + (q - q_1 - q_2) \cdot l_{Г3} + (q_3) \cdot l_{Г3} + (q_3 + q_2) \cdot l_{Г2} + (q_3 + q_2 + q_1) \cdot l_{Г1};$$

$$P_{0,д} = 3,0 \cdot 100,0 + 2,0 \cdot 75,0 + 1,0 \cdot 50,0 + 1,0 \cdot 50,0 + 2,0 \cdot 75,0 + 3 \cdot 100,0 = 1000,0 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

### **Контрольные вопросы**

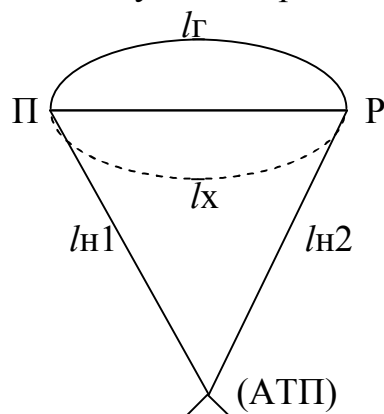
1. Какие показатели рассчитываются для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,д)?
2. Какие показатели входят в длину маршрута для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,д)?
3. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,д)?
4. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за один оборот на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,д)?
5. Как рассчитывается выработка в тоннах для одного автомобиля за день на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,д)?
6. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах для одного автомобиля за день на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,д)?
7. Как рассчитывается время оборота для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,д)?
8. Как рассчитывается время погрузки-выгрузки для одного автомобиля на развозочно-сборном маршруте (рис. 13,д)?

## **4.2. Расчет результатов работы группы автомобилей на маршруте**

### **4.2.1. Расчет работы группы автомобилей**

*на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом.*

Требуется перевезти груз из пункта погрузки (П) в пункт разгрузки (Р) на расстояние 20 км. Расстояние от АТП до П составляет 10 км, от АТП до пункта разгрузки 20 км. Груз первого класса,  $\gamma = 1$ . Время в наряде ( $T_n$ ) 8 ч, грузоподъемность каждого автомобиля ( $q$ ) = 5 т, время простоя под погрузкой равно времени простоя под разгрузкой ( $t_{п} = t_{в}$ ) = 0,25 ч, средняя техническая скорость  $V_T = 25$  км/ч. Схема маятникового маршрута с обратным не груженым пробегом и нулевых пробегов представлена на рис. 23.



1. Длина маршрута – формула (4.1):

$$l_M = l_G + l_X = 20 + 20 = 40 \text{ км}.$$

2. Время ездки (оборота) – формула (4.2):

$$t_{e,0} = (l_M/V_T) + t_{пв} = 40/25 + 0,5 = 2,1 \text{ ч.}$$

3. Выработка в тоннах за езду (оборот) – формула (4.3):

$$Q_{e,0} = q \cdot \gamma = 5 \text{ т.}$$

4. Выработка в тонно-километрах за езду (оборот) – формула (4.4):

$$P_{e,0} = q \cdot \gamma \cdot l_T = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т·км.}$$

5. Пропускная способность грузового пункта

$$A_{э'} = t_{e,0}/R_{max}, \quad (4.58)$$

где  $R_{max}$  – максимальная по времени грузовая операция (погрузка или выгрузка), поскольку по условиям примера  $t_{п} = t_{в} = 0,25$ , берем любую из них, т.е.  $A_{э'} = t_{e,0}/t_{п} = 2,1/0,25 = 8,4$  автомобиля. Поскольку автомобили дробными быть не могут, округляя в меньшую сторону, мы тем самым планируем их работу без простоя (простаивать будут некоторое время пункты погрузки и выгрузки). Если округлить в большую сторону (выпустить на маршрут 9 и более автомобилей), то простаивать будут автомобили, а грузовые пункты простаивать не будут.

В нашем примере округлим в меньшую сторону, тем более что исследованиями д-ра техн. наук, проф. В.И. Николина доказано, что увеличение числа автомобилей на маршруте против расчетного значения  $A_{э'}$  не приводит к увеличению выработки.

6. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля:

$$T_{M_i} = T_H - R_{max} \cdot (i - 1), \quad (4.59)$$

где  $i$  – порядковый номер прибытия автомобиля в пункт погрузки.

Тогда  $T_{M_1} = 8,0$  ч;  $T_{M_2} = 7,75$  ч;  $T_{M_3} = 7,5$  ч;  $T_{M_4} = 7,25$  ч;  $T_{M_5} = 7,0$  ч;  $T_{M_6} = 6,75$  ч;  $T_{M_7} = 6,5$  ч;  $T_{M_8} = 6,25$  ч.

7. Число ездов каждого автомобиля за время в наряде

$$Z_{e_i} = [T_{M_i} / t_{e}]. \quad (4.60)$$

Тогда  $Z_{e_1} = 4$ ;  $Z_{e_2} = 4$ ;  $Z_{e_3} = 3$ ;  $Z_{e_4} = 3$ ;  $Z_{e_5} = 3$ ;  $Z_{e_6} = 3$ ;  $Z_{e_7} = 3$ ;  $Z_{e_8} = 3$ .

8. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте. Остаток времени в наряде (например, для третьего автомобиля), после исполнения целых ездов составит

$$\Delta T_H = T_{M_3} - [T_{M_3} / t_{e}] \cdot t_{e} = 7,5 - 3 \cdot 2,1 = 1,2 \text{ ч.} \quad (4.61)$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.6):

$$t_{ен} = (l_T/V_T) + t_{пв} = 0,8 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

Согласно формуле (4.8), если  $\Delta T_H \geq t_{ен}$ , то число ездов округляется в большую сторону, если неравенство не выполняется – то число ездов округляется в меньшую сторону. В нашем случае  $1,2 < 1,3$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 3 ездки.

9. Выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.9):

$$Q_{H_i} = \sum_1^{Z_{e_i}} q \gamma_i.$$



$$Q_{H1-2} = 20 \text{ т}; Q_{H3-8} = 15 \text{ т}.$$

10. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.10):

$$P_{H_i} = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma_i \cdot l_r.$$

$$P_{H1-2} = 400 \text{ т} \cdot \text{км}; P_{H3-8} = 300 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

11. Общий пробег каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.11)

$$L_{\text{общ}_i} = l_{H1} + l_m \cdot Z_{e_i} + l_{H2} - l_x.$$

$$L_{\text{общ}_{1-2}} = 210 \text{ км}; L_{\text{общ}_{3-8}} = 170 \text{ км}.$$

12. Время в наряде каждого автомобиля фактическое – формула (4.12)

$$T_{H_i} \text{ факт} = (L_{\text{общ}_i} / V_T) + \sum_1^{Z_{e1}} t_{\text{ПВ}} = 130/25 + 3 \cdot 0,5 = 6,8 + 2 = 8,8 \text{ ч}.$$

$$T_{H1-2} \text{ факт} = 10,4 \text{ ч}; T_{H3-8} \text{ факт} = 8,8 \text{ ч}.$$

13. Суммарная выработка в тоннах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом составит

$$Q_H = \sum_1^{A_9} Q_i = 20+20+15+15+15+15+15+15+15=130 \text{ т}. \quad (4.62)$$

14. Суммарная выработка в тонно-километрах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом составит

$$P_H = \sum_1^{A_9} P_i = 400+400+300 +300 +300 +300 +300 +300 =2600 \text{ т} \cdot \text{км}. \quad (4.63)$$

15. Суммарный общий пробег группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом составит

$$L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_9} L_{\text{общ}_i} = 210+210+170+170+170+170+170+170 =1440 \text{ км}. \quad (4.64)$$

16. Суммарное отработанное время группой автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом составит

$$T_{\text{факт}} = \sum_1^{A_9} T_{\text{факт}_i} = 10,4+10,4+8,8+8,8+8,8+8,8+8,8+8,8 =73,6 \text{ ч}. \quad (4.65)$$

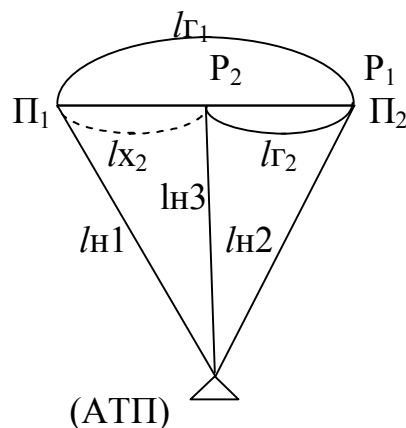
### **Контрольные вопросы**

1. Для чего рассчитывается пропускная способность грузового пункта?
2. Сформулируйте необходимость расчета возможного времени работы каждого автомобиля.
3. В чем особенность округления дробной величины пропускной способности грузового пункта?
4. В чем особенность расчета числа ездки, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
5. Необходимость и особенность расчета остатка времени в наряде отдельного автомобиля на данном маршруте.
6. Назовите составляющие времени ездки необходимого.
7. Как рассчитывается выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым

- пробегом?
8. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
  9. Как рассчитывается общий пробег каждого автомобиля за время в наряде, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
  10. Как рассчитывается время в наряде фактическое каждого автомобиля за время в наряде, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?
  11. Как рассчитываются результаты работы группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?

*4.2.2. Расчет работы группы автомобилей  
на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом  
не на всем расстоянии перевозок груза*

Требуется перевезти груз из пункта погрузки ( $\Pi_1$ ) в пункт разгрузки ( $P_1$ ) на расстояние 20 км. В обратном направлении из того же пункта ( $\Pi_2$ ) необходимо перевезти груз в пункт  $P_2$  на расстояние 10 км. Расстояние от АТП до  $\Pi_1$  составляет 10 км, от АТП до пункта  $P_1$  ( $\Pi_2$ ) 20 км, от АТП до пункта  $P_2$  15 км. Нумерация нулевых пробегов дана в порядке исполнения. Груз, в обоих направлениях, первого класса,  $\gamma = 1$ . Время в наряде ( $T_n$ ) 8 ч, грузоподъемность автомобиля  $q = 5$  т, время простоя под погрузкой равно времени простоя под разгрузкой:  $t_{п} = t_{в} = 0,25$  ч, средняя техническая скорость  $V_T = 25$  км/ч. Схема маятникового маршрута с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза и нулевых пробегов представлены на рис. 24.



1. Длина маршрута – формула (4.13):  

$$l_M = l_{Г1} + l_{Г2} + l_{X2} = 20 + 10 + 10 = 40 \text{ км.}$$
2. Время первой ездки – формула – (4.14):  

$$t_{e1} = (l_{Г1}/V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$
3. Время второй ездки – формула (4.15):  

$$t_{e2} = ((l_{Г2} + l_{X2})/V_T) + t_{пв} = ((10 + 10)/25) + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

4. Время оборота – формула (4.16):

$$t_0 = t_{e_1} + t_{e_2} = (l_M/V_T) + 2t_{пв} = 40/25 + 1 = 2,6 \text{ ч.}$$

5. Среднее время ездки – формула (4.17):

$$t_{e_{cp}} = t_0/Z_{e_0} = 2,6/2 = 1,3 \text{ ч.}$$

где  $Z_{e_0}$  – число ездок за оборот на маршруте,  $Z_{e_0}=2$  ед.

6. Выработка в тоннах за любую ездку – формула (4.18):

$$Q_e = q \cdot \gamma = 5 \text{ т.}$$

7. Выработка в тоннах за оборот – формула (4.19):

$$Q_0 = Q_{e_1} + Q_{e_2} = 2q \cdot \gamma = 10 \text{ т.}$$

8. Выработка в тонно-километрах за первую ездку – формула (4.20):

$$P_{e_1} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_1} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

9. Выработка в тонно-километрах за вторую ездку – формула (4.21):

$$P_{e_2} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_2} = 5 \cdot 10 = 50 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

10. Выработка в тонно-километрах за оборот – формула (4.22):

$$P_0 = P_{e_1} + P_{e_2} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_1} + q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_2} = 150 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

11. Пропускная способность грузового пункта

**Вариант 1.** Если все автомобили будут подаваться в один пункт погрузки, например в пункт  $\Pi_1$  то пропускная способность грузового пункта рассчитывается по формуле

$$A_{\Sigma}' = t_0/R_{max}. \quad (4.66)$$

**Вариант 2.** Если все автомобили будут подаваться одновременно в два пункта погрузки, например в пункт  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , то пропускная способность грузового пункта рассчитывается по формуле

$$A_{\Sigma}' = t_{e_{cp}}/R_{max}, \quad (4.67)$$

где  $R_{max}$  – также максимальная по времени грузовая операция (погрузка или выгрузка), поскольку по условиям примера  $t_{п} = t_{в}=0,25$ , берем любую из них.

**Приведем пример расчета для первого варианта подачи автомобилей:**

$A_{\Sigma}' = t_0/ t_{п} = 2,6/0,25 = 10,4$  автомобиля. В нашем примере  $A_{\Sigma}'$  округлим в меньшую сторону, основания приведены ранее.

12. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля – формула (4.61):

$$T_{M_i} = T_H - R_{max} \cdot (i - 1),$$

где  $i$  – порядковый номер прибытия автомобиля в пункт погрузки.

Тогда  $T_{M_1} = 8,0$  ч;  $T_{M_2} = 7,75$  ч;  $T_{M_3} = 7,5$  ч;  $T_{M_4} = 7,25$  ч;  $T_{M_5} = 7,0$  ч;  $T_{M_6} = 6,75$  ч;  $T_{M_7} = 6,5$  ч;  $T_{M_8} = 6,25$  ч;  $T_{M_9} = 6,0$  ч;  $T_{M_{10}} = 5,75$  ч.

13. Число ездок каждого автомобиля за время в наряде:

$$Z_{e_i} = [ T_{M_i} / t_{e_{cp}}]. \quad (4.68)$$

Тогда  $Z_{e_1}=6$ ;  $Z_{e_2}=6$ ;  $Z_{e_3}=6$ ;  $Z_{e_4}=5$ ;  $Z_{e_5}=5$ ;  $Z_{e_6}=5$ ;  $Z_{e_7}=5$ ;  $Z_{e_8}=4$ ;  $Z_{e_9}=4$ ;  $Z_{e_{10}}=4$ .

14. Проверка возможности исполнения ездки, на последнем обороте.

Остаток времени в наряде для четвертого автомобиля, после исполнения целых ездов, составит

$$\Delta T_{H4} = T_{M4} - [T_{M4} / t_{e_{cp}}] \cdot t_{e_{cp}} = 7,25 - 5 \cdot 1,3 = 0,75 \text{ ч.} \quad (4.69)$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)

$$t_{ен} = (l_{Г2} / V_T) + t_{пв} = 10/25 + 0,5 = 0,9 \text{ ч,} \quad (4.70)$$

поскольку  $\Delta T_{H4}$  (0,75) меньше  $t_{ен}$  (0,9), четвертый автомобиль шестую езду не выполнит.

Остаток времени в наряде для восьмого автомобиля, после исполнения 4 целых ездов составит – формула (4.69):

$$\Delta T_{H8} = T_{M8} - [T_{M8} / t_{e_{cp}}] \cdot t_{e_{cp}} = 6,25 - 4 \cdot 1,3 = 1,05 \text{ ч.}$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.7):

$$t_{ен} = (l_{Г1} / V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч,}$$

поскольку  $\Delta T_{H4}$  (1,05) меньше  $t_{ен}$  (1,3), восьмой автомобиль пятую езду не выполнит.

15. Число оборотов автомобиля за время в наряде

$$Z_{oi} = T_{M_i} / t_{o}; \quad (4.71)$$

$$Z_{o1-3} = 3; Z_{o4-7} = 2,5; Z_{o8-10} = 2.$$

16. Выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде

$$Q_{H_i} = \sum_1^{Z_{e1}} q \gamma; \quad (4.72)$$

$$Q_{H1-3} = 30 \text{ т; } Q_{H4-7} = 25 \text{ т; } Q_{H8-10} = 20 \text{ т.}$$

17. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде

$$P_{Hi} = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + \sum_1^{Z_{e2}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} \quad (4.73)$$

где  $Z_{e1}$ ,  $Z_{e2}$  – число ездов, выполненных, соответственно, на  $l_{Г1}$  и  $l_{Г2}$ ,  $Z_{e_i} = Z_{e1} + Z_{e2}$ ,

$$P_{H1-3} = 450 \text{ т·км; } P_{H4-7} = 400 \text{ т·км; } P_{H8-10} = 300 \text{ т·км.}$$

18. Общий пробег автомобиля за время в наряде

$$L_{общ_i} = l_{H1} + l_{M} \cdot Z_{oi} + \begin{cases} \text{если } Z_{oi} \text{ целое } \dots + l_{H3} - l_{H2}; \\ \text{если } Z_{oi} \text{ не целое } \dots + l_{H2}; \end{cases} \quad (4.74)$$

$$L_{общ1-3} = 135 \text{ км; } L_{общ4-7} = 130 \text{ км; } L_{общ8-10} = 95 \text{ км}$$

19. Время в наряде каждого автомобиля фактическое

$$T_{H_i} \text{ факт} = (L_{общ_i} / V_T) + \sum_1^{Z_{e1}} t_{пв}; \quad (4.75)$$

$$T_{H1-3} \text{ факт} = 8,8 \text{ ч; } T_{H4-7} \text{ факт} = 7,7 \text{ ч; } T_{H8-10} \text{ факт} = 5,8 \text{ ч.}$$

20. Суммарная выработка в тоннах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза – формула (4.62):

$$Q_{\text{Н}} = \sum_1^{A_2} Q_{\text{Н}i} = 30+30+30+25+25+25+25+20+20+20 = 250 \text{ т.}$$

21. Суммарная выработка в тонно-километрах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза – формула (4.63):

$$P_{\text{Н}} = \sum_1^{A_2} P_{\text{Н}i} = 450+450+450+400+400 +400 +400 +300 +300+ 300 = 3850 \text{ т·км.}$$

22. Суммарный общий пробег группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза – формула (4.64):

$$L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_2} L_{\text{общ}i} = 135 +135 +135+130+130+130+130+95+95+95=1210 \text{ км.}$$

23. Суммарное отработанное время группой автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза – формула (4.65):

$$T_{\text{Н факт}} = \sum_1^{A_2} T_{\text{Нфакт}i} = 8,8+8,8+8,8+7,7+7,7+7,7+7,7+5,8 +5,8+5,8 = 74,6 \text{ ч.}$$

**Обязательным условием исполнения запланированных объемов работ группой автомобилей, независимо от вариантов подачи в пункт погрузки, является составление и обязательное исполнение каждым водителем общего графика работы автомобилей (расписания) на маршруте (см. рис. 31).**

Расписание строится следующим образом. Время погрузки и разгрузки задано, время движения рассчитывается исходя из расстояния и технической скорости. По оси абсцисс в принятом масштабе откладываются длительности операций каждой ездки на соответствующем звене маршрута, по оси ординат – автомобили.

Рассмотрим пример: на рассматриваемом маршруте для 1-го автомобиля на графике (см. рис.31) откладываются длительности операций:

- погрузки - п;
- движения с грузом - г;
- разгрузки - р;
- подачи автомобиля под следующую погрузку - х;
- простоя в ожидании погрузки (разгрузки) - ф, если есть, на протяжении всего  $T_{\text{Н}}$ , с учетом перерыва на обед грузоотправителя и грузополучателя.

Для 2-го и последующего автомобилей построение аналогично. Начало погрузки второго и последующих автомобилей происходит в момент времени окончания погрузки предшествующего автомобиля. Расписание работы автомобилей представлено на рис. 31.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем различие расчета времен ездки на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза?
2. Сформулируйте необходимость расчета среднего времени ездки на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза.
3. Для чего рассчитывается пропускная способность грузового пункта?
4. В чем разница расчета пропускной способности грузового пункта для разных вариантов подачи автомобилей под первую погрузку?
5. Сформулируйте необходимость расчета возможного времени работы каждого автомобиля.
6. В чем особенность округления дробной величины пропускной способности грузового пункта?
7. В чем особенность расчета числа ездок, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза?
8. Необходимость и особенность расчета остатка времени в наряде отдельного автомобиля на данном маршруте.
9. Назовите составляющие времени ездки необходимого.
10. Как рассчитывается выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза (1-й вариант подачи автомобилей)?
11. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза (1-й вариант подачи автомобилей)?
12. Как рассчитывается общий пробег каждого автомобиля за время в наряде, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза (1-й вариант подачи автомобилей)?
13. Как рассчитывается время в наряде фактическое каждого автомобиля за время в наряде, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза (1-й вариант подачи автомобилей)?
14. Как рассчитываются результаты работы группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза?

**Приведем пример расчета для второго варианта подачи автомобилей:**

$Aэ' = te_{cp} / R_{max} = 1,3 / 0,25 = 5,2$  группы автомобилей. Поскольку автомобили подаются только в два пункта погрузки, то в группе два автомобиля. В нашем примере  $Aэ'$  округлим в меньшую сторону, основания приведены ранее.

12. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля

$$T_{mj} = T_H - R_{max} \cdot (j - 1), \quad (4.76)$$

где  $j$  – порядковый номер прибытия автомобиля в пункт погрузки, а также номер группы автомобилей.

Тогда  $T_{M1}= 8,0$  ч;  $T_{M2}= 7,75$  ч;  $T_{M3}= 7,5$  ч;  $T_{M4}= 7,25$  ч;  $T_{M5}= 7,0$  ч.

13. Число ездов каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде

$$Z_{e_j} = [T_{M_j} / t_{e_{cp}}]. \quad (4.77)$$

Тогда  $Z_{e1}=6$ ;  $Z_{e2}=6$ ;  $Z_{e3}=6$ ;  $Z_{e4}=5$ ;  $Z_{e5}=5$ .

14. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде для автомобилей четвертой группы, после исполнения целых ездов – формула (4.69):

$$\Delta T_{H4} = T_{M4} - [T_{M4} / t_{e_{cp}}] \cdot t_{e_{cp}} = 7,25 - 5 \cdot 1,3 = 0,75 \text{ ч.}$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.70):

$$t_{ен} = (l_{Г2} / V_T) + t_{пв} = 10/25 + 0,5 = 0,9 \text{ ч.}$$

Поскольку  $\Delta T_{H4}$  (0,75) меньше  $t_{ен}$  (0,9) автомобили четвертой группы шестую ездку не выполняют.

15. Число оборотов каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде

$$Z_{o_j} = T_{M_j} / t_o. \quad (4.78)$$

$Z_{o1-3} = 3$ ,  $Z_{o4-5} = 2,5$ .

16. Выработка в тоннах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде

$$Q_{H_j} = \sum_1^{z_{e_j}} q \cdot \gamma. \quad (4.79)$$

$Q_{H1-3} = 30$  т;  $Q_{H4-5} = 25$  т.

17. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде

$$P_{H_j} = \sum_1^{z_{e1}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + \sum_1^{z_{e2}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г2}. \quad (4.80)$$

где  $Z_{e1}$ ,  $Z_{e2}$  – число ездов, выполненных соответственно на  $l_{Г1}$  и  $l_{Г2}$ ,  $Z_e = Z_{e1} + Z_{e2}$ ,

$P_{H1-3} = 450$  т·км;  $P_{H4-5} = 400$  т·км.

18. Общий пробег автомобиля за время в наряде:

- для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ :

$$L_{общ_j^1} = l_{H1} + l_m \cdot Z_{o_j} + \begin{cases} \text{если } Z_{o_j} \text{ целое } \dots + l_{H3} - l_{x2}; \\ \text{если } Z_{o_j} \text{ не целое } \dots + l_{H2}; \end{cases} \quad (4.81)$$

- для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ :

$$L_{общ_j^2} = l_{H2} + l_m \cdot Z_{o_j} + \begin{cases} \text{если } Z_{o_j} \text{ целое } \dots + l_{H2}; \\ \text{если } Z_{o_j} \text{ не целое } \dots + l_{H3} - l_{x2}; \end{cases} \quad (4.82)$$

- для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ :

$L_{общ1-3} = 135$  км;  $L_{общ4-5} = 130$  км;

- для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ :

$L_{\text{общ}1-3} = 160 \text{ км}; L_{\text{общ}4-5} = 125 \text{ км}.$

19. Время в наряде каждого автомобиля фактическое

$$T_{Hj} \text{ факт} = (L_{\text{общ}j} / V_T) + \sum_1^{z_{ej}} t_{\text{пв}}; \quad (4.83)$$

- для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ :

$T_{H1-3} \text{ факт} = 8,8 \text{ ч}; T_{H4-5} \text{ факт} = 7,7 \text{ ч};$

- для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ :

$T_{H1-3} \text{ факт} = 9,4 \text{ ч}; T_{H4-5} \text{ факт} = 7,5 \text{ ч}.$

20. Суммарная выработка в тоннах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза составит

$$Q_H = \sum_1^{A_3} Q_{Hj} = 30+30+30+30+30+30+25+25+25+25 = 280 \text{ т}. \quad (4.84)$$

21. Суммарная выработка в тонно-километрах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза составит

$$P_H = \sum_1^{A_3} P_{Hj} = 450+450+450+450+450+450+400 + 400+400+400 = 4300 \text{ т} \cdot \text{км}. \quad (4.85)$$

22. Суммарный общий пробег группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза составит

$$L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_3} L_{\text{общ}j} = 135+135+135+130+130+160+160+160+125+125 = 1395 \text{ км}. \quad (4.86)$$

23. Суммарное отработанное время группой автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза составит

$$T_{H\text{факт}} = \sum_1^{A_3} T_{H\text{факт}j} = 8,8 + 8,8 + 8,8 + 7,7 + 7,7 + 9,4 + 9,4 + 9,4 + 7,5 + 7,5 = 85,0 \text{ ч}. \quad (4.87)$$

Расписание работы автомобилей для второго варианта подачи автомобилей под погрузку представлено на рис. 32.

Анализ графика работы автомобилей позволил установить, что для второго автомобиля второй группы и автомобилей третьей группы математическими зависимостями не учтен незапланированный простой после 13 часов, что не позволяет сделать каждому из них шестую езду.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем особенность расчета пропускной способности грузового пункта для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку?
2. Сформулируйте необходимость расчета возможного времени работы каждого автомобиля (для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку).
3. В чем особенность округления дробной величины пропускной способности грузового пункта (для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку)?
4. В чем особенность расчета числа ездов при работе группы автомобилей на ма-



маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза (для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку)?

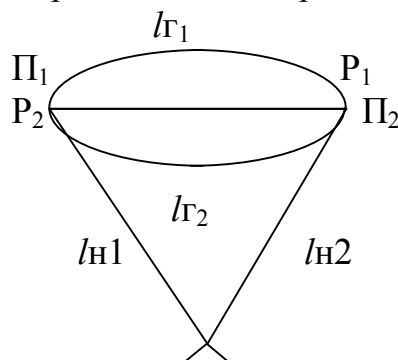
5. Необходимость и особенность расчета остатка времени в наряде отдельного автомобиля на данном маршруте (для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку)?
6. Назовите составляющие времени ездки необходимой (для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку).
7. Как рассчитывается выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза (для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку)?
8. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза (для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку)?
9. Как рассчитывается общий пробег каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза (для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку)?
10. Как рассчитывается время в наряде фактическое каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза (для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку)?
11. Как рассчитываются результаты работы группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза (для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку)?

#### 4.2.3. Расчет работы группы автомобилей

*на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом*

Требуется перевезти груз из пункта погрузки ( $\Pi_1$ ) в пункт разгрузки ( $P_1$ ) на расстояние 20 км. В обратном направлении из того же пункта ( $\Pi_2$ ) необходимо перевезти груз в пункт  $P_2$  (он же  $\Pi_1$ ) на расстояние 20 км. Расстояние от АТП до  $\Pi_1$  ( $P_2$ ) составляет 10 км, от АТП до пункта  $P_1$  ( $\Pi_2$ ) 20 км.

Груз, в обоих направлениях, первого класса,  $\gamma = 1$ . Время в наряде  $T_n = 8$  ч, грузоподъемность автомобиля  $q = 5$  т, время простоя под погрузкой равно времени простоя под разгрузкой:  $t_{п} = t_{в} = 0,25$  ч, средняя техническая скорость  $V_T = 25$  км/ч. Схема маятникового маршрута с обратным груженым пробегом и нулевых пробегов представлены на рис. 25.



1. Длина маршрута – формула (4.29):

$$l_m = l_{Г1} + l_{Г2} = 20 + 20 = 40 \text{ км.}$$

2. Время первой ездки – формула (4.14):

$$te_1 = (l_{Г1}/V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

3. Время второй ездки – формула (4.30):

$$te_2 = (l_{Г2}/V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

4. Время оборота – формула (4.16):

$$t_o = te_1 + te_2 = (l_m/V_T) + 2t_{пв} = 40/25 + 1 = 2,6 \text{ ч.}$$

5. Среднее время ездки – формула (4.17):

$$te_{cp} = t_o/Z_{eo} = 2,6/2 = 1,3 \text{ ч.}$$

где  $Z_{eo}$  – число ездок за оборот на маршруте,  $Z_{eo} = 2$  ед.

6. Выработка в тоннах за любую ездку – формула (4.18):

$$Q_e = q \cdot \gamma = 5 \text{ т}$$

7. Выработка в тоннах за оборот – формула (4.19):

$$Q_o = Q_{e1} + Q_{e2} = 2q \cdot \gamma = 10 \text{ т.}$$

8. Выработка в тонно-километрах за первую ездку – формула (4.20):

$$P_{e1} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т·км.}$$

9. Выработка в тонно-километрах за вторую ездку – формула (4.21):

$$P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т·км.}$$

10. Выработка в тонно-километрах за оборот – формула (4.22):

$$P_o = P_{e1} + P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 200 \text{ т·км.}$$

11. Пропускная способность грузового пункта.

**Вариант 1.** Если все автомобили будут подаваться в один пункт погрузки, например в пункт  $\Pi_1$ , то пропускная способность грузового пункта – формула (4.66):

$$A_{э}' = t_o/R_{max}.$$

**Вариант 2.** Если все автомобили будут подаваться одновременно в два пункта погрузки, например в пункты  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , то пропускная способность грузового пункта рассчитывается – формула (4.67):

$$A_{э}' = te_{cp}/R_{max}.$$

где  $R_{max}$  – максимальная по времени грузовая операция (погрузка или выгрузка), поскольку по условиям примера  $t_{п} = t_{в} = 0,25$ , берем любую из них.

**Приведем пример расчета для первого варианта подачи автомобилей.**

$A_{э}' = t_o/R_{max} = 2,6/0,25 = 10,4$ . В нашем примере  $A_{э}'$  округлим в меньшую сторону, основания приведены ранее.

12. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля – формула (4.59):

$$T_{мi} = T_n - R_{max} \cdot (i - 1).$$

где  $i$  – порядковый номер прибытия автомобиля в пункт погрузки.

Тогда  $T_{M1}= 8,0$  ч;  $T_{M2}= 7,75$  ч;  $T_{M3}= 7,5$  ч;  $T_{M4}= 7,25$  ч;  $T_{M5}= 7,0$  ч;  $T_{M6}= 6,75$  ч;  $T_{M7}= 6,5$  ч;  $T_{M8}= 6,25$  ч;  $T_{M9}= 6,0$  ч;  $T_{M10}= 5,75$  ч.

13. Число ездов каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.68):

$$Z_{e_i} = [T_{M_i} / t_{e_{cp}}].$$

Тогда  $Z_{e1}=6$ ;  $Z_{e2}=6$ ;  $Z_{e3}=6$ ;  $Z_{e4}=5$ ;  $Z_{e5}=5$ ;  $Z_{e6}=5$ ;  $Z_{e7}=5$ ;  $Z_{e8}=4$ ;  $Z_{e9}=4$ ;  $Z_{e10}=4$ .

14. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде для четвертого автомобиля, после исполнения целых ездов – формула (4.69):

$$\Delta T_{H4} = T_{M4} - [T_{M4} / t_{e_{cp}}] \cdot t_{e_{cp}} = 7,25 - 5 \cdot 1,3 = 0,75 \text{ ч.}$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.70):

$$t_{ен} = (l_{Г2} / V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

Поскольку  $\Delta T_{H4}$  (0,75) меньше  $t_{ен}$  (1,3), четвертый автомобиль шестую ездку не выполнит.

Остаток времени в наряде для восьмого автомобиля, после исполнения 4 целых ездов, составит – формула (4.69):

$$\Delta T_{H8} = T_{M8} - [T_{M8} / t_{e_{cp}}] \cdot t_{e_{cp}} = 6,25 - 4 \cdot 1,3 = 1,05 \text{ ч.}$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.26):

$$t_{ен} = (l_{Г1} / V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч,}$$

поскольку  $\Delta T_{H4}$  (1,05) меньше  $t_{ен}$  (1,3), восьмой автомобиль пятую ездку не выполнит.

15. Число оборотов автомобиля за время в наряде – формула (4.71):

$$Z_{o_i} = T_{M_i} / t_o.$$

$$Z_{o_{1-3}} = 3; Z_{o_{4-7}} = 2,5; Z_{o_{8-10}} = 2.$$

16. Выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.72):

$$Q_{H_i} = \sum_1^{Z_e} q \gamma.$$

$$Q_{H_{1-3}} = 30 \text{ т; } Q_{H_{4-7}} = 25 \text{ т; } Q_{H_{8-10}} = 20 \text{ т.}$$

17. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.73):

$$P_{H_i} = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + \sum_1^{Z_{e2}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 600 \text{ т} \cdot \text{км},$$

где  $Z_{e1}$ ,  $Z_{e2}$  – число ездов, выполненных, соответственно на  $l_{Г1}$  и  $l_{Г2}$ ,  $Z_e = Z_{e1} + Z_{e2}$ ,

$$P_{H_{1-3}} = 600 \text{ т} \cdot \text{км; } P_{H_{4-7}} = 500 \text{ т} \cdot \text{км; } P_{H_{8-10}} = 400 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

18. Общий пробег каждого автомобиля за время в наряде:

$$L_{общ_i} = l_{H1} + l_M \cdot Z_{o_i} + \begin{cases} \text{если } Z_{o_i} \text{ целое } \dots + l_{H1}; \\ \text{если } Z_{o_i} \text{ не целое } \dots + l_{H2}; \end{cases} \quad (4.88)$$

$L_{\text{общ}1-3} = 140 \text{ км}; L_{\text{общ}4-7} = 130 \text{ км}; L_{\text{общ}8-10} = 100 \text{ км}.$

19. Время в наряде каждого автомобиля фактическое – формула (4.83):

$$T_{\text{н факт}i} = (L_{\text{общ}i} / V_{\text{T}}) + \sum_1^{Z_{\text{ет}}} t_{\text{пв}} = 140/25 + 6 \cdot 0,5 = 5,6 + 3 = 8,6 \text{ ч}.$$

$T_{\text{н}1-3} \text{ факт} = 8,6 \text{ ч}; T_{\text{н}4-7} \text{ факт} = 7,7 \text{ ч}; T_{\text{н}8-10} \text{ факт} = 6,0 \text{ ч}.$

20. Суммарная выработка в тоннах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом – формула (4.84):

$$Q_{\text{н}} = \sum_1^{A_3} Q_{\text{н}i} = 30+30+30+25+25+25+25+20+20+20 = 250 \text{ т}.$$

21. Суммарная выработка в тонно-километрах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом – формула (4.85):

$$P_{\text{н}} = \sum_1^{A_3} P_{\text{н}i} = 600+600+600+500 + 500 + 500 + 500+400+400+400 = 5000 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

22. Суммарный общий пробег группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом – формула (4.86):

$$L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_3} L_{\text{общ}i} = 140 + 140 + \\ + 140 + 130 + 130 + 130 + 130 + 100 + 100 + 100 = 1240 \text{ км}.$$

23. Суммарное отработанное время группой автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом – формула (4.87):

$$T_{\text{н факт}} = \sum_1^{A_3} T_{\text{н факт}i} = 8,6+8,6+8,6+7,7+7,7+7,7+7,7+6,0+6,0+6,0 = 74,6 \text{ ч}.$$

График работы автомобилей представлен на рис. 33.

Сравнение результатов расчета числа ездов каждого автомобиля за время в наряде по формуле (4.68) и расписания показывает, что второй и третий автомобили выполняют только по 5 ездов, а не шесть, как получено в расчетах, потому что для исполнения 6 ездки не хватает времени из-за внутрисменного простоя, не определяемого расчетным путем.

### ***Контрольные вопросы***

1. В чем отличие расчета времен ездов на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
2. Сформулируйте необходимость расчета среднего времени ездки на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку).
3. Для чего рассчитывается пропускная способность грузового пункта (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
4. В чем разница расчета пропускной способности грузового пункта для разных вариантов подачи автомобилей под первую погрузку?
5. Сформулируйте необходимость расчета возможного времени работы каждого автомобиля (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку).
6. В чем особенность округления дробной величины пропускной способности грузового пункта (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?



7. В чем особенность расчета числа ездов при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
8. Необходимость и особенность расчета остатка времени в наряде отдельного автомобиля на данном маршруте (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку).
9. Назовите составляющие времени ездки необходимого (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку).
10. Как рассчитывается выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
11. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
12. Как рассчитывается общий пробег каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
13. Как рассчитывается время в наряде фактическое каждого автомобиля за время в наряде, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
14. Как рассчитываются результаты работы группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?

**Приведем пример расчета для второго варианта подачи автомобилей.**

$Aэ' = te_{cp} / R_{max} = 1,3 / 0,25 = 5,2$  группы автомобилей. Поскольку автомобили подаются только в два пункта погрузки, то в группе два автомобиля. В нашем примере  $Aэ'$  округлим в меньшую сторону, основания приведены ранее.

12. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля – формула (4.76):

$$T_{M_j} = T_n - R_{max} \cdot (j - 1),$$

где  $j$  – порядковый номер прибытия автомобиля в пункт погрузки, а также номер группы автомобилей.

Тогда  $T_{M_1} = 8,0$  ч;  $T_{M_2} = 7,75$  ч;  $T_{M_3} = 7,5$  ч;  $T_{M_4} = 7,25$  ч;  $T_{M_5} = 7,0$  ч.

13. Число ездов каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.77):

$$Z_{e_j} = [ T_{M_j} / te_{cp} ].$$

Тогда  $Z_{e_1} = 6$ ;  $Z_{e_2} = 6$ ;  $Z_{e_3} = 6$ ;  $Z_{e_4} = 5$ ;  $Z_{e_5} = 5$ .

14. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде для автомобилей четвертой группы, после исполнения целых ездов – формула (4.69):

$$\Delta T_{n_4} = T_{M_4} - [ T_{M_4} / te_{cp} ] \cdot te_{cp} = 7,25 - 5 \cdot 1,3 = 0,75 \text{ ч.}$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.70):

$$t_{ен} = (l_{г2} / V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

Поскольку  $\Delta T_{н4}$  (0,75) меньше  $t_{ен}$  (1,3), автомобили четвертой группы шестую езду не выполняют.

15. Число оборотов каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде – формула (4.78):

$$Z_{oj} = T_{Mj} / t_o$$

$$Z_{o1-3} = 3, Z_{o4-5} = 2,5.$$

16. Выработка в тоннах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде – формула (4.79):

$$Q_{Hj} = \sum_1^{Ze1} q \gamma,$$

$$Q_{H1-3} = 30 \text{ т}; Q_{H4-5} = 25 \text{ т.}$$

17. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде – формула (4.80):

$$P_{Hj} = \sum_1^{Ze1} q \cdot \gamma \cdot l_{г1} + \sum_1^{Ze2} q \cdot \gamma \cdot l_{г2}$$

где  $Ze_1, Ze_2$  – число ездов, выполненных, соответственно, на  $l_{г1}$  и  $l_{г2}$ ,  $Ze = Ze_1 + Ze_2$ ,

$$P_{H1-3} = 600 \text{ т} \cdot \text{км}; P_{H4-5} = 500 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

18. Общий пробег автомобиля за время в наряде - для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ , – формула (4.88):

$$L_{общj}^1 = l_{н1} + l_{м} \cdot Z_{oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{oj} \text{ целое } \dots + l_{н1}; \\ \text{если } Z_{oj} \text{ не целое } \dots + l_{н2}; \end{cases}$$

- для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ :

$$L_{общj}^2 = l_{н2} + l_{м} \cdot Z_{oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{oj} \text{ целое } \dots + l_{н2}; \\ \text{если } Z_{oj} \text{ не целое } \dots + l_{н1}. \end{cases} \quad (4.89)$$

Тогда для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ :

$$L_{общ1-3} = 140 \text{ км}; L_{общ4-5} = 130 \text{ км.}$$

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ :

$$L_{общ1-3} = 160 \text{ км}; L_{общ4-5} = 150 \text{ км.}$$

19. Время в наряде каждого автомобиля фактическое – формула (4.83):

$$T_{Hj} \text{ факт} = (L_{общj} / V_T) + \sum_1^{zej} t_{пв}.$$

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ :

$$T_{H1-3} \text{ факт} = 8,6 \text{ ч}; T_{H4-5} \text{ факт} = 7,7 \text{ ч.}$$

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ :

$$T_{H1-3} \text{ факт} = 9,4 \text{ ч}; T_{H4-5} \text{ факт} = 8,5 \text{ ч.}$$

20. Суммарная выработка в тоннах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом – формула (4.84):

$$Q_H = \sum_1^{A_2} Q_{Hj} = 30+30+30+30+30+30+25+25+25+25 = 280 \text{ т.}$$

21. Суммарная выработка в тонно-километрах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом – формула (4.85):

$$P_H = \sum_1^{A_2} P_{Hj} = 600+600+600+600+600+600+500 + 500 + 500 + 500 = 5600 \text{ т·км.}$$

22. Суммарный общий пробег группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом – формула (4.86):

$$L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_2} L_{\text{общ}j} = 140+140+140+130 + 130 + 160 + 160 + 160+150+150 = 1460 \text{ км.}$$

23. Суммарное отработанное время группой автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом – формула (4.87):

$$T_{\text{факт}} = \sum_1^{A_2} T_{\text{факт}j} = 8,6 + 8,6 + 8,6 + 7,7 + 7,7 + 9,4 + 9,4 + 9,4 + 8,5 + 8,5 = 86,4 \text{ ч.}$$

График работы автомобилей представлен на рис. 34. Сравнение результатов расчета числа ездки каждого автомобиля за время в наряде по формуле (4.68) и расписания показывает, что автомобили второй и третьей групп выполняют только по 5 ездки, а не шесть, как получено в расчетах, потому что для исполнения 6 ездки не хватает времени из-за внутрисменного простоя, не определяемого расчетным путем.

### ***Контрольные вопросы***

1. В чем особенность расчета пропускной способности грузового пункта для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку?
2. Сформулируйте необходимость расчета возможного времени работы каждого автомобиля (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку).
3. В чем особенность округления дробной величины пропускной способности грузового пункта (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
4. В чем особенность расчета числа ездки, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
5. Необходимость и особенность расчета остатка времени в наряде отдельного автомобиля на данном маршруте (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку).
6. Назовите составляющие времени ездки необходимой (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку).
7. Как рассчитывается выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
8. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом?
9. Как рассчитывается общий пробег каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
10. Как рассчитывается время в наряде фактическое каждого автомобиля за время в

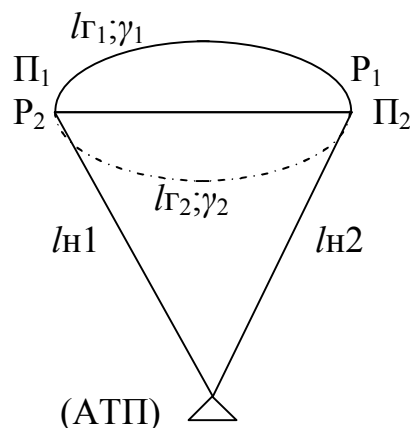


наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?

11. Как рассчитываются результаты работы группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?

#### 4.2.4 Расчет работы группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой

Требуется перевезти груз из пункта погрузки ( $\Pi_1$ ) в пункт разгрузки ( $P_1$ ) на расстояние 20 км. В обратном направлении из того же пункта ( $\Pi_2$ ) необходимо перевезти груз в пункт  $P_2$  (он же  $\Pi_1$ ) на расстояние 20 км. Расстояние от АТП до  $\Pi_1$  ( $P_2$ ) составляет 10 км, от АТП до пункта  $P_1$  ( $\Pi_2$ ) – 20 км. Груз в прямом направлении первого класса,  $\gamma_1 = 1$ , в обратном направлении третьего класса,  $\gamma_2 = 0,6$ . Время в наряде  $T_n = 8$  ч, грузоподъемность автомобиля  $q = 5$  т, в прямом направлении время простоя под погрузкой равно времени простоя под разгрузкой:  $t_{п} = t_{в} = 0,25$  ч; в обратном направлении время простоя под погрузкой равно времени простоя под разгрузкой:  $t_{п} = t_{в} = 0,2$  ч; средняя техническая скорость  $V_T = 25$  км/ч. Схема маятникового маршрута с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой и нулевых пробегов представлены на рис. 26



1. Длина маршрута – формула (4.29):

$$l_M = l_{Г1} + l_{Г2} = 20 + 20 = 40 \text{ км.}$$

2. Время первой ездки – формула (4.32):

$$te_1 = (l_{Г1}/V_T) + t_{пв1} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

3. Время второй ездки – формула (4.33):

$$te_2 = (l_{Г2}/V_T) + t_{пв2} = 20/25 + 0,4 = 1,2 \text{ ч.}$$

4. Время оборота – формула (4.16):

$$t_o = te_1 + te_2 = (l_M/V_T) + 2t_{пв} = 40/25 + 1 = 2,5 \text{ ч.}$$

5. Среднее время ездки – формула (4.17):

$$te_{cp} = t_o/Z_{eo} = 2,5/2 = 1,25 \text{ ч.}$$

где  $Z_{eo}$  – число ездок за оборот на маршруте,  $Z_{eo} = 2$  ед.

6. Выработка в тоннах за первую ездку – формула (4.34):

$$Q_{e1} = q \cdot \gamma_1 = 5 \text{ т.}$$

7. Выработка в тоннах за вторую езду – формула (4.35):

$$Q_{e2} = q \cdot \gamma_2 = 3 \text{ т.}$$

8. Выработка в тоннах за оборот – формула (4.19):

$$Q_o = Q_{e1} + Q_{e2} = q \cdot \gamma_1 + q \cdot \gamma_2 = 8 \text{ т.}$$

9. Выработка в тонно-километрах за первую езду – формула (4.20):

$$P_{e1} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_1} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т·км.}$$

10. Выработка в тонно-километрах за вторую езду – формула (4.21):

$$P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_2} = 3 \cdot 20 = 60 \text{ т·км.}$$

11. Выработка в тонно-километрах за оборот – формула (4.22):

$$P_o = P_{e1} + P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_1} + q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_2} = 160 \text{ т·км.}$$

11. Пропускная способность грузового пункта.

**Вариант 1.** Если все автомобили будут подаваться в один пункт погрузки, например в пункт  $\Pi_1$  то пропускная способность грузового пункта рассчитывается по формуле (4.66):

$$A_{\Sigma}' = t_o / R_{max}.$$

**Вариант 2.** Если все автомобили будут подаваться одновременно в два пункта погрузки, например в пункт  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , то пропускная способность грузового пункта рассчитывается по формуле (4.67):

$$A_{\Sigma}' = t_{e_{cp}} / R_{max},$$

где  $R_{max}$  – также максимальная по времени грузовая операция (погрузка или выгрузка), поскольку по условиям примера  $t_{\Pi} = t_{в} = 0,25$ , берем любую из них.

**Приведем пример расчета для первого варианта подачи автомобилей.**

$$A_{\Sigma}' = t_o / R_{max} = 2,5 / 0,25 = 10.$$

12. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля – формула (4.59):

$$T_{M_i} = T_n - R_{max} \cdot (i - 1),$$

где  $i$  – порядковый номер прибытия автомобиля в пункт погрузки.

Тогда  $T_{M_1} = 8,0$  ч;  $T_{M_2} = 7,75$  ч;  $T_{M_3} = 7,5$  ч;  $T_{M_4} = 7,25$  ч;  $T_{M_5} = 7,0$  ч;  $T_{M_6} = 6,75$  ч;  $T_{M_7} = 6,5$  ч;  $T_{M_8} = 6,25$  ч;  $T_{M_9} = 6,0$  ч;  $T_{M_{10}} = 5,75$  ч.

13. Число ездов каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.68):

$$Z_{e_i} = [ T_{M_i} / t_{e_{cp}} ].$$

Тогда  $Z_{e_1} = 6$ ;  $Z_{e_2} = 6$ ;  $Z_{e_3} = 6$ ;  $Z_{e_4} = 5$ ;  $Z_{e_5} = 5$ ;  $Z_{e_6} = 5$ ;  $Z_{e_7} = 5$ ;  $Z_{e_8} = 4$ ;  $Z_{e_9} = 4$ ;  $Z_{e_{10}} = 4$ .

14. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде для четвертого автомобиля после исполнения целых ездов.

$$\Delta T_{M_4} = T_{M_4} - (Z_{e_1} \cdot t_{e_1} + Z_{e_2} \cdot t_{e_2}) = 7,25 - (3 \cdot 1,3 + 2 \cdot 1,2) = 1,05 \text{ ч.} \quad (4.90)$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.70):

$$t_{ен} = (l_{Г2} / V_T) + t_{пв2} = 20/25 + 0,4 = 1,2 \text{ ч.}$$

поскольку  $\Delta T_{м4}$  (1,05) меньше  $t_{ен}$  (1,2), четвертый автомобиль шестую езду не выполнит.

Остаток времени в наряде для восьмого автомобиля, после исполнения 4 целых ездов – формула (4.90):

$$\Delta T_{м8} = T_{м8} - (Z_{e1} \cdot t_{e1} + Z_{e2} \cdot t_{e2}) = 6,25 - (2 \cdot 1,3 + 2 \cdot 1,2) = 1,25 \text{ ч.}$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.7):

$$t_{ен} = (l_{Г1} / V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

Поскольку  $\Delta T_{м8}$  (1,25) меньше  $t_{ен}$  (1,3) восьмой автомобиль пятую езду не выполнит.

15. Число оборотов автомобиля за время в наряде – формула (4.71):

$$Z_{oi} = T_{ми} / t_{o}.$$

$$Z_{o1-3} = 3, Z_{o4-7} = 2,5, Z_{o8-10} = 2.$$

16. Выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде

$$Q_{Hi} = \sum_1^{Z_{e1}} q \gamma 1 + \sum_1^{Z_{e2}} q \gamma 2. \quad (4.91)$$

$$Q_{H1-3} = 24,0 \text{ т}; Q_{H4-7} = 21,0 \text{ т}; Q_{H8-10} = 16,0 \text{ т.}$$

17. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.80):

$$P_{Hi} = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + \sum_1^{Z_{e2}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г2},$$

где  $Z_{e1}, Z_{e2}$  – число ездов, выполненных, соответственно, на  $l_{Г1}$  и  $l_{Г2}$ ,  $Z_e = Z_{e1} + Z_{e2}$ .

$$P_{H1-3} = 480,0 \text{ т·км}; P_{H4-7} = 420,0 \text{ т·км}; P_{H8-10} = 320 \text{ т·км.}$$

18. Общий пробег каждого автомобиля за время в наряде

$$L_{общ_i} = l_{н1} + l_{м} \cdot Z_{oi} + \begin{cases} \text{если } Z_{oi} \text{ целое } \dots + l_{н1}, \\ \text{если } Z_{oi} \text{ не целое } + l_{н2}, \end{cases} \quad (4.92)$$

$$L_{общ_{1-3}} = 140 \text{ км}; L_{общ_{4-7}} = 130 \text{ км}; L_{общ_{8-10}} = 100 \text{ км}$$

19. Время в наряде каждого автомобиля фактическое

$$T_{н \text{ факт}_i} = (L_{общ_i} / V_T) + \sum_1^{Z_{e1}} t_{пв1} + \sum_1^{Z_{e2}} t_{пв2}, \quad (4.93)$$

$$T_{H1-3} \text{ факт} = 8,3 \text{ ч}; T_{H4-7} \text{ факт} = 7,5 \text{ ч}; T_{H8-10} \text{ факт} = 6,0 \text{ ч.}$$

20. Суммарная выработка в тоннах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой – формула (4.62):

$$Q_H = \sum_1^{A_3} Q_{Hi} = 24 + 24 + 24 + 21 + 21 + 21 + 21 + 16 + 16 + 16 = 204 \text{ т.}$$

21. Суммарная выработка в тонно-километрах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом но разной загрузкой – формула (4.63):

$$P_{\text{Н}} = \sum_1^{A_2} P_{\text{Н}i} = 480+480+480+420 +420 +420 +420 +320 +320+ 320 =4080 \text{ т}\cdot\text{км}.$$

22. Суммарный общий пробег группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой – формула (4.64):

$$L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_2} L_{\text{общ}i} = 140+140+140+130 +130 +130 +130 +100+100+100 =1240 \text{ км}.$$

23. Суммарное отработанное время группой автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой – формула (4.65):

$$T_{\text{нфакт}} = \sum_1^{A_2} T_{\text{нфакт}i} = 8,3 +8,3 +8,3+7,5 +7,5 +7,5 +7,5 +6,0 +6,0+6,0 =72,9 \text{ ч}.$$

График работы автомобилей представлен на рис. 35.

Сравнение результатов расчета числа ездов каждого автомобиля за время в наряде по формуле (4.68) и расписания показывает, что третий и четвертый автомобили выполняют только по 5 ездов, а не шесть, как получено в расчетах, потому что для исполнения 6-й ездки не хватает времени из-за внутрисменных простоев, не определяемых расчетным путем.

#### ***Контрольные вопросы***

1. В чем различие расчета времен ездов на маятниковом маршруте, с обратным
1. груженым пробегом, но разной загрузкой?
2. Сформулируйте необходимость расчета среднего времени ездки на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку).
3. Для чего рассчитывается пропускная способность грузового пункта (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
4. В чем разница расчета пропускной способности грузового пункта для разных вариантов подачи автомобилей под первую погрузку?
5. Сформулируйте необходимость расчета возможного времени работы каждого автомобиля (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку).
6. В чем особенность округления дробной величины пропускной способности грузового пункта (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
7. В чем особенность расчета числа ездов при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
8. Необходимость и особенность расчета остатка времени в наряде отдельного автомобиля на данном маршруте (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку).
9. Назовите составляющие времени ездки необходимого.
10. Как рассчитывается выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
11. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте,



с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?

12. Как рассчитывается общий пробег каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
13. Как рассчитывается время в наряде фактическое каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
14. Как рассчитываются результаты работы группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?

**Приведем пример расчета для второго варианта подачи автомобилей.**

$Aэ' = te_{cp} / R_{max} = 1,25 / 0,25 = 5,0$  групп автомобилей. Поскольку автомобили подаются только в два пункта погрузки, то в группе - два автомобиля.

12. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля – формула (4.76):

$$T_{Mj} = T_H - R_{max} \cdot (j - 1),$$

где  $j$  – порядковый номер прибытия автомобиля в пункт погрузки, а также номер группы автомобилей.

Тогда  $T_{M1} = 8,0$  ч;  $T_{M2} = 7,75$  ч;  $T_{M3} = 7,5$  ч;  $T_{M4} = 7,25$  ч;  $T_{M5} = 7,0$  ч.

13. Число ездов каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.77):

$$Z_{ej} = [ T_{Mj} / te_{cp} ].$$

Тогда  $Z_{e1} = 6$ ;  $Z_{e2} = 6$ ;  $Z_{e3} = 6$ ;  $Z_{e4} = 5$ ;  $Z_{e5} = 5$ .

14. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде для автомобилей четвертой группы, после исполнения целых ездов – формула (4.90):

$$\Delta T_{H4} = T_{M4} - (Z_{e1} \cdot te_1 + Z_{e2} \cdot te_2) = 7,25 - (3 \cdot 1,3 + 2 \cdot 1,2) = 1,05 \text{ ч.}$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.70):

$$te_n = (l_{Г2} / V_T) + t_{пв2} = 20 / 25 + 0,4 = 1,2 \text{ ч.}$$

Поскольку  $\Delta T_{H4}$  (1,05) меньше  $te_n$  (1,2), автомобили четвертой группы шестую ездку не выполнят.

15. Число оборотов каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде – формула (4.78):

$$Z_{oj} = T_{Mj} / t_o.$$

$$Z_{o1-3} = 3, Z_{o4-5} = 2,5.$$

16. Выработка в тоннах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде – формула (4.91):

$$Q_{Hj} = \sum_1^{Z_{e1}} q\gamma_1 + \sum_1^{Z_{e2}} q\gamma_2.$$

$$Q_{Н1-3} = 24,0 \text{ т}; Q_{Н4-5} = 21,0 \text{ т}.$$

17. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде – формула (4.80):

$$P_{Нj} = \sum_1^{Ze1} q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + \sum_1^{Ze2} q \cdot \gamma \cdot l_{Г2},$$

где  $Ze_1, Ze_2$  – число ездов, выполненных, соответственно, на  $l_{Г1}$  и  $l_{Г2}$ ,  $Ze_i = Ze_{i1} + Ze_{i2}$ ,

$$P_{Н1-3} = 480,0 \text{ т·км}; P_{Н4-5} = 420,0 \text{ т·км}.$$

18. Общий пробег автомобиля за время в наряде:

- для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ , – формула (4.88):

$$L_{Общj}^1 = l_{Н1} + l_{М} \cdot Z_{Oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{Oj} \text{ целое } \dots + l_{Н1}, \\ \text{если } Z_{Oj} \text{ не целое } \dots + l_{Н2}; \end{cases}$$

- для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ , – формула (4.89):

$$L_{Общj}^2 = l_{Н2} + l_{М} \cdot Z_{Oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{Oj} \text{ целое } \dots + l_{Н2}, \\ \text{если } Z_{Oj} \text{ не целое } \dots + l_{Н1}; \end{cases}$$

для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ :

$$L_{Общ1-3} = 140 \text{ км}; L_{Общ4-5} = 130 \text{ км}$$

Тогда для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ :

$$L_{Общ1-3} = 160 \text{ км}; L_{Общ4-5} = 150 \text{ км}$$

19. Время в наряде каждого автомобиля  $j$ -й группы фактическое – формула (4.93):

$$T_{Н \text{ факт}j} = (L_{Общj} / V_T) + \sum_1^{Ze1} t_{ПВ1} + \sum_1^{Ze2} t_{ПВ2}$$

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ :

$$T_{Н1-3 \text{ факт}} = 8,3 \text{ ч}; T_{Н4-5 \text{ факт}} = 7,5 \text{ ч}.$$

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ :

$$T_{Н1-3 \text{ факт}} = 9,1 \text{ ч}; T_{Н4-5 \text{ факт}} = 8,3 \text{ ч}.$$

20. Суммарная выработка в тоннах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой – формула (4.84):

$$Q_{Н} = \sum_1^{A_3} Q_{Нj} = 24+24+24+24+24+24+21+21+21+21 = 228 \text{ т}.$$

21. Суммарная выработка в тонно-километрах группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой – формула (4.85):

$$P_{Н} = \sum_1^{A_3} P_{Нj} = 480+480+480+480+480+480+420 +420 +420 +420 = 4560 \text{ т·км}.$$

22. Суммарный общий пробег группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой – формула (4.86):

$$L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_3} L_{\text{общ}j} = 140 + 140 + 140 + 130 + 130 + 160 + 160 + 160 + 150 + 150 = 1460 \text{ км.}$$

23. Суммарное отработанное время группой автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой – формула (4.87):

$$T_{\text{н факт}} = \sum_1^{A_3} T_{\text{н факт}j} = 8,3 + 8,3 + 8,3 + 7,5 + 7,5 + 9,1 + 9,1 + 9,1 + 8,3 + 8,3 = 83,8 \text{ ч.}$$

График работы автомобилей представлен на рис. 36. Сравнение результатов расчета числа ездки каждого автомобиля за время в наряде по формуле (4.68) и расписания показывает, что автомобили третьей группы выполнят только по 5 ездки, а не шесть, и первый автомобиль пятой группы выполнит четыре ездки, а не пять, как получено в расчетах, потому что для исполнения последней ездки не хватает времени из-за внутрисменного простоя, не определяемого расчетным путем.

### ***Контрольные вопросы***

1. В чем особенность расчета пропускной способности грузового пункта для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку?
2. Сформулируйте необходимость расчета возможного времени работы каждого автомобиля (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку).
3. В чем особенность округления дробной величины пропускной способности грузового пункта (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
4. В чем особенность расчета числа ездки при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
5. Необходимость и особенность расчета остатка времени в наряде отдельного автомобиля на данном маршруте (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку).
6. Назовите составляющие времени ездки необходимого (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку).
7. Как рассчитывается выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
8. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
9. Как рассчитывается общий пробег каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
10. Как рассчитывается время в наряде фактическое каждого автомобиля за время в наряде, при работе группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
11. Как рассчитываются результаты работы группы автомобилей на маятниковом



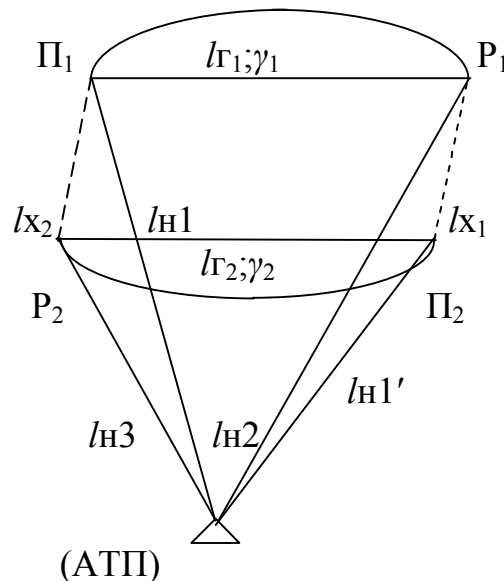
маршруте, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?

#### 4.2.5 Расчет работы группы автомобилей на кольцевом маршруте

Требуется перевезти груз (см. рис. 37) из пункта погрузки ( $\Pi_1$ ) в пункт разгрузки ( $P_1$ ) на расстояние 20 км, из пункта погрузки ( $\Pi_2$ ) в пункт разгрузки ( $P_2$ ) на расстояние 15 км. Расстояние между  $P_1$  и  $\Pi_2$ ,  $P_2$  и  $\Pi_1$  равно 15 км. Расстояние от АТП до  $\Pi_1$  составляет 35 км, от АТП до пункта  $P_1$  – 40 км, от АТП до пункта  $P_2$  – 20 км.

Для второго варианта подачи автомобилей под погрузку величина пробега от АТП в  $\Pi_2$   $l_{H1}' = 20$  км. Груз, перевозимый из пунктов  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , первого класса,  $\gamma_1 = 1$ . Время в наряде  $T_H = 12$  ч, грузоподъемность автомобиля  $q = 5$  т, время простоя под погрузкой и разгрузкой  $t_{пв1} = t_{пв2} = 0,5$  ч, средняя техническая скорость  $V_T = 25$  км/ч.

Рис. 37 Схема кольцевого маршрута и нулевых пробегов



1. Длина маршрута – формула (4.37):

$$l_M = l_{Г1} + l_{X1} + l_{Г2} + l_{X2} = 20 + 15 + 15 + 15 = 65 \text{ км.}$$

2. Время первой ездки – формула (4.38):

$$t_{e1} = ((l_{Г1} + l_{X1}) / V_T) + t_{пв1} = ((20 + 15) / 25) + 0,5 = 1,9 \text{ ч.}$$

3. Время второй ездки – формула (4.39):

$$t_{e2} = ((l_{Г2} + l_{X2}) / V_T) + t_{пв2} = ((15 + 15) / 25) + 0,5 = 1,7 \text{ ч.}$$

4. Время оборота – формула (4.16):

$$t_o = t_{e1} + t_{e2} = (l_M / V_T) + 2t_{пв} = 65 / 25 + 1 = 3,6 \text{ ч.}$$

5. Среднее время ездки – формула (4.17):

$$t_{e_{cp}} = t_o / Z_{eo} = 3,6 / 2 = 1,8 \text{ ч.}$$

где  $Z_{eo}$  – число ездок за оборот на маршруте,  $Z_{eo} = 2$  ед.

6. Выработка в тоннах за первую ездку – формула (4.34):

$$Q_{e1} = q \cdot \gamma_1 = 5 \text{ т.}$$

7. Выработка в тоннах за вторую ездку – формула (4.35):

$$Q_{e2} = q \cdot \gamma_2 = 5 \text{ т.}$$

8. Выработка в тоннах за оборот – формула (4.19):

$$Q_0 = Q_{e1} + Q_{e2} = q \cdot \gamma_1 + q \cdot \gamma_2 = 10 \text{ т.}$$

9. Выработка в тонно-километрах за первую езду – формула (4.20):

$$P_{e1} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_1} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ т·км.}$$

10. Выработка в тонно-километрах за вторую езду – формула (4.21):

$$P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_2} = 5 \cdot 15 = 75 \text{ т·км.}$$

11. Выработка в тонно-километрах за оборот – формула (4.22):

$$P_0 = P_{e1} + P_{e2} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_1} + q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma_2} = 175 \text{ т·км.}$$

12. Пропускная способность грузового пункта.

**Вариант 1.** Если все автомобили будут подаваться в один пункт погрузки, например в пункт  $\Pi_1$  то пропускная способность грузового пункта рассчитывается – формула (4.66) :

$$A_{\Sigma}' = t_0 / R_{max},$$

**Вариант 2.** Если все автомобили будут подаваться одновременно в два пункта погрузки, например в пункт  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , то пропускная способность грузового пункта рассчитывается – формула (4.67):

$$A_{\Sigma}' = t_{e_{cp}} / R_{max},$$

где  $R_{max}$  – максимальная по времени грузовая операция (погрузка или выгрузка), поскольку по условиям примера  $t_{\Pi} = t_{B} = 0,25$ , берем любую из них.

**Приведем пример расчета для первого варианта подачи автомобилей.**

$A_{\Sigma}' = t_0 / t_{\Pi} = 3,6 / 0,25 = 14,4$  автомобиля. В нашем примере  $A_{\Sigma}'$  округлим в меньшую сторону, основания приведены ранее.

13. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля – формула (4.61):

$$T_{M_i} = T_H - R_{max} \cdot (i - 1),$$

где  $i$  – порядковый номер прибытия автомобиля в пункт погрузки.

Тогда  $T_{M_1} = 8,0$  ч;  $T_{M_2} = 7,75$  ч;  $T_{M_3} = 7,5$  ч;  $T_{M_4} = 7,25$  ч;  $T_{M_5} = 7,0$  ч;  $T_{M_6} = 6,75$  ч;  $T_{M_7} = 6,5$  ч;  $T_{M_8} = 6,25$  ч;  $T_{M_9} = 6,0$  ч;  $T_{M_{10}} = 5,75$  ч;  $T_{M_{11}} = 5,5$  ч;  $T_{M_{12}} = 5,25$  ч;  $T_{M_{13}} = 5,0$  ч;  $T_{M_{14}} = 4,75$  ч.

14. Число ездов каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.68):

$$Z_{e_i} = [ T_{M_i} / t_{e_{cp}} ].$$

Тогда  $Z_{e_1} = 4$ ;  $Z_{e_2} = 4$ ;  $Z_{e_3} = 4$ ;  $Z_{e_4} = 4$ ;  $Z_{e_5} = 4$ ;  $Z_{e_6} = 4$ ;  $Z_{e_7} = 4$ ;  $Z_{e_8} = 3$ ;  $Z_{e_9} = 3$ ;  $Z_{e_{10}} = 3$ ;  $Z_{e_{11}} = 3$ ;  $Z_{e_{12}} = 3$ ;  $Z_{e_{13}} = 3$ ;  $Z_{e_{14}} = 2$ .

15. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде для четвертого автомобиля, после исполнения целых ездов, – формула (4.69):

$$\Delta T_{H_4} = T_{M_4} - [ T_{M_4} / t_{e_{cp}} ] \cdot t_{e_{cp}} = 7,25 - 4 \cdot 1,8 = 0,05 \text{ ч.}$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.70):

$$t_{eH} = (l_{\Gamma_1} / V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

Поскольку  $\Delta T_{H4}$  (0,05) меньше  $t_{ен}$  (1,3), четвертый автомобиль пятую езду не выполнит.

Остаток времени в наряде для восьмого автомобиля, после исполнения 3 целых ездов составит – формула (4.69):

$$\Delta T_{H8} = T_{M8} - [T_{M8} / t_{e_{cp}}] \cdot t_e = 6,25 - 3 \cdot 1,8 = 0,65 \text{ ч.}$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.7):

$$t_{ен} = (l_{Г2} / V_T) + t_{пв} = 15/25 + 0,5 = 1,1 \text{ ч.}$$

поскольку  $\Delta T_{H4}$  (0,65) меньше  $t_{ен}$  (1,1), восьмой автомобиль четвертую езду не выполнит.

16. Число оборотов автомобиля за время в наряде – формула (4.71):

$$Z_{oi} = T_{M_i} / t_o.$$

$$Z_{o_{1-7}} = 2, Z_{o_{8-13}} = 1,5, Z_{o_{14}} = 1.$$

17. Выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.72):

$$Q_{H_i} = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma.$$

$$Q_{H_{1-7}} = 20 \text{ т; } Q_{H_{8-13}} = 15 \text{ т; } Q_{H_{14}} = 10 \text{ т}$$

18. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде – формула (4.73):

$$P_{H_i} = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + \sum_1^{Z_{e2}} q \cdot \gamma \cdot l_{Г2},$$

где  $Z_{e1}, Z_{e2}$  – число ездов, выполненных, соответственно, на  $l_{Г1}$  и  $l_{Г2}$ ,  $Z_{e_i} = Z_{e1} + Z_{e2}$ ,

$$P_{H_{1-7}} = 350 \text{ т·км; } P_{H_{8-13}} = 275 \text{ т·км; } P_{H_{14}} = 175 \text{ т·км.}$$

19. Общий пробег автомобиля за время в наряде – формула (4.74):

$$L_{общ_i} = l_{H1} + l_{M} \cdot Z_{oi} + \begin{cases} \text{если } Z_{oi} \text{ целое, } \dots + l_{H3} - l_{H2}, \\ \text{если } Z_{oi} \text{ не целое, } \dots + l_{H2}. \end{cases}$$

$$L_{общ_{1-7}} = 170 \text{ км; } L_{общ_{8-13}} = 172,5 \text{ км; } L_{общ_{14}} = 105 \text{ км.}$$

20. Время в наряде каждого автомобиля фактическое – формула (4.75):

$$T_{H_i} \text{ факт} = (L_{общ_i} / V_T) + \sum_1^{Z_{e1}} t_{пв}.$$

$$T_{H_{1-7}} \text{ факт} = 8,88 \text{ ч; } T_{H_{8-13}} \text{ факт} = 8,4 \text{ ч; } T_{H_{14}} \text{ факт} = 5,2 \text{ ч.}$$

21. Суммарная выработка в тоннах группы автомобилей на кольцевом маршруте – формула (4.62):

$$Q_H = \sum_1^{A_2} Q_{H_i} = 20 + 20 + 20 + 20 + 20 + 20 + 20 + 15 + 15 + 15 + 15 + 15 + 15 + 10 = 240 \text{ т.}$$

22. Суммарная выработка в тонно-километрах группы автомобилей на кольцевом маршруте – формула (4.63):

$$P_{\text{н}} = \sum_1^{A_3} P_{\text{н}i} = 350 + 350 + 350 + 350 + 350 + 350 + 350 + 275 + 275 + 275 + 275 + 275 + 275 + 175 = 4275 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

23. Суммарный общий пробег группы автомобилей на кольцевом маршруте – формула (4.64):

$$L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_3} L_{\text{общ}i} = 170 + 170 + 170 + 170 + 170 + 170 + 170 + 172,5 + 172,5 + 172,5 + 172,5 + 172,5 + 172,5 + 172,5 + 105 = 2330 \text{ км}.$$

24. Суммарное отработанное время группой автомобилей на кольцевом маршруте – формула (4.65):

$$T_{\text{н факт}} = \sum_1^{A_3} T_{\text{н факт}i} = 8,88 + 8,88 + 8,88 + 8,88 + 8,88 + 8,88 + 8,88 + 8,88 + 8,4 + 8,4 + 8,4 + 8,4 + 8,4 + 8,4 + 5,2 = 117,76 \text{ ч}.$$

Расписание работы автомобилей представлено на рис. 38.

Анализ расписания работы автомобилей позволил установить, что седьмой и тринадцатый автомобили не исполняют по одной езде из-за неучтенных расчетами простоев.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем различие расчета времен ездки на кольцевом маршруте?
2. Сформулируйте необходимость расчета среднего времени ездки на кольцевом маршруте (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку).
3. Для чего рассчитывается пропускная способность грузового пункта (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
4. В чем разница расчета пропускной способности грузового пункта для разных вариантов подачи автомобилей под первую погрузку?
5. Сформулируйте необходимость расчета возможного времени работы каждого автомобиля (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку).
6. В чем особенность округления дробной величины пропускной способности грузового пункта (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
7. В чем особенность расчета числа ездки при работе группы автомобилей на кольцевом маршруте?
8. Необходимость и особенность расчета остатка времени в наряде отдельного автомобиля на данном маршруте (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку).
9. Назовите составляющие времени ездки необходимой (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку).
10. Как рассчитывается выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде, при работе группы автомобилей на кольцевом маршруте (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
11. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на кольцевом маршруте (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?
12. Как рассчитывается общий пробег каждого автомобиля за время в наряде

при работе группы автомобилей на кольцевом маршруте (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?

13. Как рассчитывается время в наряде фактическое каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на кольцевом маршруте (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?

14. Как рассчитываются результаты работы группы автомобилей на кольцевом маршруте (для первого варианта подачи автомобилей под погрузку)?

**Приведем пример расчета для второго варианта подачи автомобилей.**

$Aэ' = t_{cp} / R_{max} = 1,3 / 0,25 = 5,2$  группы автомобилей. Поскольку автомобили подаются только в два пункта погрузки, то в группе два автомобиля. В нашем примере  $Aэ'$  округлим в меньшую сторону, основания приведены ранее.

13. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля – формула (4.76):

$$T_{mj} = T_n - R_{max} \cdot (j - 1),$$

где  $j$  – порядковый номер прибытия автомобиля в пункт погрузки, а также номер группы автомобилей.

Тогда  $T_{m1} = 8,0$  ч;  $T_{m2} = 7,75$  ч;  $T_{m3} = 7,5$  ч;  $T_{m4} = 7,25$  ч;  $T_{m5} = 7,0$  ч;  $T_{m6} = 6,75$  ч;  $T_{m7} = 6,5$  ч.

14. Число ездов каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде – формула (4.77):

$$Z_{ej} = [T_{mj} / t_{cp}].$$

Тогда  $Z_{e1} = 5$ ;  $Z_{e2} = 4$ ;  $Z_{e3} = 4$ ;  $Z_{e4} = 4$ ;  $Z_{e5} = 4$ ;  $Z_{e6} = 3$ ;  $Z_{e7} = 3$ .

15. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде для автомобилей четвертой группы, после исполнения целых ездов – формула (4.69):

$$\Delta T_{n4} = T_{m4} - [T_{m4} / t_{cp}] \cdot t_{cp} = 7,25 - 4 \cdot 1,8 = 0,05 \text{ ч.}$$

Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка) – формула (4.70):

$$t_{en} = (l_{Г1} / V_T) + t_{пв} = 20 / 25 + 0,5 = 1,3 \text{ ч.}$$

Поскольку  $\Delta T_{n4}$  (0,05) меньше  $t_{en}$  (1,3), автомобили четвертой группы пятую ездку не выполняют.

16. Число оборотов каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде – формула (4.78):

$$Z_{oj} = T_{mj} / t_o.$$

$$Z_{o1} = 2,5; Z_{o2-5} = 2,0; Z_{o6-7} = 1,5.$$

17. Выработка в тоннах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде – формула (4.79):

$$Q_{Hj} = \sum_1^{Z_{ej}} q \gamma.$$

$$Q_{H1} = 25 \text{ т; } Q_{H2-5} = 20 \text{ т; } Q_{H6-7} = 15 \text{ т.}$$

18. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля  $j$ -ой группы за время в наряде – формула (4.80):

$$P_{Hj} = \sum_1^{Ze_1} q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma 1} + \sum_1^{Ze_2} q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma 2},$$

где  $Ze_1, Ze_2$  – число ездов, выполненных, соответственно, на  $l_{\Gamma 1}$  и  $l_{\Gamma 2}$ ,  $Ze_j = Ze_1 + Ze_2$ ,

$$P_{H1} = 450 \text{ т} \cdot \text{км}; P_{H2-5} = 350 \text{ т} \cdot \text{км}; P_{H6-7} = 275 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

19. Общий пробег автомобиля за время в наряде.

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ , – формула (4.81):

$$L_{общj}^1 = l_{H1} + l_m \cdot Z_{oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{oj} \text{ целое, } \dots + l_{H3} - l_{x_2}, \\ \text{если } Z_{oj} \text{ не целое, } \dots + l_{H2}. \end{cases}$$

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ , – формула (4.82):

$$L_{общj}^2 = l_{H2} + l_m \cdot Z_{oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{oj} \text{ целое, } \dots + l_{H2}, \\ \text{если } Z_{oj} \text{ не целое, } \dots + l_{H3} - l_{x_2}. \end{cases}$$

Тогда для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ :

$$L_{общ1} = 237,5 \text{ км}; L_{общ2-5} = 170 \text{ км}; L_{общ6-7} = 172,5 \text{ км}.$$

для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ :

$$L_{общ1} = 187,5 \text{ км}; L_{общ2-5} = 190 \text{ км}; L_{общ6-7} = 122,5 \text{ км}.$$

20. Время в наряде каждого автомобиля фактическое – формула (4.83):

$$T_{Hj} \text{ факт} = (L_{общj} / V_T) + \sum_1^{ze_j} t_{пв}$$

– для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_1$ :

$$T_{H1} \text{ факт} = 12,0 \text{ ч}; T_{H2-5} \text{ факт} = 8,8 \text{ ч}; T_{H6-7} \text{ факт} = 8,4 \text{ ч};$$

– для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт  $\Pi_2$ :

$$T_{H1} \text{ факт} = 10,0 \text{ ч}; T_{H2-5} \text{ факт} = 9,6 \text{ ч}; T_{H6-7} \text{ факт} = 6,704 \text{ ч}.$$

21. Суммарная выработка в тоннах группы автомобилей на кольцевом маршруте – формула (4.84):

$$Q_H = \sum_1^{A_3} Q_{Hj} = 25 + 25 + 20 + 20 + 20 + 20 + 20 + 20 + 20 + 20 + 20 + 15 + 15 + 15 + 15 = 270 \text{ т}.$$

22. Суммарная выработка в тонно-километрах группы автомобилей на кольцевом маршруте – формула (4.85):

$$P_H = \sum_1^{A_3} P_{Hj} = 450 + 450 + 350 + 350 + 350 + 350 + 350 + 350 + 350 + 350 + 350 + 275 + 275 + 275 + 275 = 4600 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

23. Суммарный общий пробег группы автомобилей на кольцевом маршруте – формула (4.86):

$$L_{общ} = \sum_1^{A_3} L_{общj} = 237,5 + 170 + 170 + 170 + 170 + 172,5 + 172,5 + 172,5 + 172,5 +$$

$$+187,5+190++190+190+190+122,5+122,5=2800 \text{ км.}$$

24. Суммарное отработанное время группой автомобилей на кольцевом маршруте – формула (4.87):

$$T_{\text{н факт}} = \sum_1^{A_2} T_{\text{н факт}j} = 12,0+8,8 +8,8 +8,8+8,8+8,4+8,4+10,0+ \\ +9,6+9,6++9,6+9,6+6,7+6,7=125,8 \text{ ч.}$$

Расписание работы автомобилей для второго варианта подачи автомобилей под погрузку представлено на рис.39.

Анализ расписания работы автомобилей позволил установить, что тринадцатому автомобилю (первому автомобилю седьмой группы) математическими зависимостями не учтен незапланированный простой после 13 часов, что не позволяет сделать ему третью езду. Именно поэтому требуется строить и использовать расписание работы всех автомобилей на маршруте, как наиболее точный инструмент определения возможной выработки транспортных средств.

#### ***Контрольные вопросы***

1. В чем особенность расчета пропускной способности грузового пункта для второго варианта подачи автомобилей под первую погрузку?
2. Сформулируйте необходимость расчета возможного времени работы каждого автомобиля (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку).
3. В чем особенность округления дробной величины пропускной способности грузового пункта (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
4. В чем особенность расчета числа ездов, при работе группы автомобилей на кольцевом маршруте (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
5. Необходимость и особенность расчета остатка времени в наряде отдельного автомобиля на данном маршруте (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку).
6. Назовите составляющие времени езды необходимой (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку).
7. Как рассчитывается выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на кольцевом маршруте (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
8. Как рассчитывается выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на кольцевом маршруте (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
9. Как рассчитывается общий пробег каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на кольцевом маршруте (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
10. Как рассчитывается время в наряде фактическое каждого автомобиля за время в наряде при работе группы автомобилей на кольцевом маршруте (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?
11. Как рассчитываются результаты работы группы автомобилей на кольцевом маршруте (для второго варианта подачи автомобилей под погрузку)?

## ГЛАВА 5

### РАЗРАБОТКА ПЛАНА ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

#### 5.1. Проектирование перевозок грузов помашинными отправлениями

В предыдущей главе рассмотрено проектирование перевозок грузов на уровне одного маршрута. На практике работники АТП встречаются с более сложными задачами – необходимостью перевозить грузы нескольких поставщиков.

В современных условиях для решения задач по организации и оперативному планированию грузовых автомобильных перевозок помашинными отправлениями должны применяться экономико-математические методы, в частности методы линейного программирования.

Основной экономико-математической моделью в этом случае может служить модель транспортной задачи линейного программирования, классическая формулировка которой излагается следующим образом:

имеется  $m$  пунктов производства с фиксированными ресурсами груза  $a_i$  ( $i=1, \dots, m$ );  $n$  пунктов назначения с заданными объемами потребления данного груза  $b_j$  ( $j=1, \dots, n$ ); при этом предполагается, что суммарный спрос равен суммарному предложению (закрытая модель транспортной задачи):

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j. \quad (5.1)$$

Все пункты связаны транспортной сетью, и для каждой транспортной коммуникации известны удельные показатели эффективности её использования  $C_{ij}$ . Требуется организовать систему перевозок, обеспечивающую полное удовлетворение потребностей с наибольшим эффектом. Показатели эффективности в транспортной задаче могут быть различными: например, расстояние от поставщиков до потребителей в том случае, если необходимо обеспечить минимум транспортной работы (т·км); стоимостные показатели (тарифы, себестоимость перевозок и т.д.), если задачи решаются с целью обеспечения минимизации транспортных затрат; временные показатели (доставка грузов в кратчайшие сроки) при перевозке скоропортящихся грузов и др.

Специфические свойства транспортной задачи позволяют привести её к матричной прямоугольной форме (квадратной, если  $m = n$ ), каждая строка и столбец которой соответствуют соотношениям материального баланса:

- ограничение на объем груза, вывозимого из  $A_j$  пункта погрузки:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i=1, \dots, m); \quad (5.2)$$

- ограничение на потребность в грузе в  $B_j$  пункте разгрузки:



$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, \dots, n); \quad (5.3)$$

- граничные условия не отрицательности переменных:

$$x_{ij} \geq 0; \quad (5.4)$$

- условие минимизаций издержек при транспортировке грузов из  $A_i$  пунктов погрузки в  $B_j$  пункты разгрузки:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} \rightarrow \min. \quad (5.5)$$

Представленные соотношения являются традиционными для формулировки транспортной задачи линейного программирования.

Критерий (9.5), по которому находят оптимальное решение, определяется той целью, которую необходимо достигнуть при решении задачи. Наиболее часто в качестве критерия принимается минимум транспортной работы (минимум суммарного пробега), так как при одинаковых условиях движения на всех участках маршрутов оптимальный план по пробегу, будет минимальным по затратам времени и стоимости. В этом случае показателем критерия оптимальности  $C_{ij}$  является  $l_{ij}$  – кратчайшие расстояния между пунктами потребления и наличия грузов.

Издано немало трудов, где доступно изложены варианты постановки и решения этой и других задач, однако практические наблюдения показали, что на многих предприятиях экономико-математические методы не используют.

Не ставя задачи выяснения причин сложившегося положения, обратим внимание на незаслуженно забытые методы (см. главу 2), вполне применимые в современных условиях.

Рассмотрим на примере оперативное планирование перевозок грузов помашинными отправлениями.

Перевозчик получил заявки на перевозку груза (табл. 11). В целях упрощения примем, что к перевозке приняты заявки на транспортно однородные грузы (щебень, песок, шлак, гравий и т.п.).

Таблица 11

**Исходные заявки на перевозку груза и режим работы клиентов**

Грузоотправитель (ГО)	Грузополучатель (ГП)	Объем заказа, т	Время работы ГО и ГП, ч
<i>A6</i>	<i>B2</i>	20,0	8
<i>B2</i>	<i>F1</i>	30,0	8
<i>F3</i>	<i>E4</i>	40,0	8
<i>C3</i>	<i>D5</i>	50,0	8
<i>E4</i>	<i>A3</i>	60,0	8
<i>D5</i>	<i>D3</i>	70,0	8
<i>E4</i>	<i>F3</i>	80,0	8
Итого		350,0	

Необходимо разработать план перевозок груза, используя ранее изложенный математический аппарат расчета работы автомобилей на маршрутах.

На практике можем наблюдать случай, когда работу для каждого клиента планируют отдельно, т.е. изолированно. В условиях рассматриваемого примера груз будет доставлен на 7 маятниковых маршрутах, с обратным не груженым пробегом. Это также случай перевозок грузов «самовывозом», но результаты нижеприведенных расчетов, в случае «самовывоза», могут служить лишь в качестве ориентира возможной максимальной работы автомобилей, потому что **факт работы автомобилей при «самовывозе», как правило, не предсказуем и на порядок хуже, чем при централизованных перевозках.**

Под «самовывозом» понимается практическая ситуация, когда грузополучатели, ориентируясь только на свои потребности, используют автотранспорт для перевозки грузов. Предсказать когда, где, за каким грузом появится тот или иной автомобиль невозможно, а тогда и расчеты теряют смысл, ибо наперед неизвестно, сколько и каких автомобилей и грузополучателей будет у конкретного поставщика.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Какое условие должно выполняться в закрытой модели транспортной задачи?
2. Сформулируйте показатели эффективности в транспортной задаче.
3. Поясните ограничение на объем груза, вывозимого из  $A_j$  пункта погрузки.
4. Поясните ограничение на потребность в грузе в  $B_j$  пункте разгрузки.
5. Что означают граничные условия неотрицательности переменных?
6. Поясните условие минимизаций издержек при транспортировке грузов.
7. Чем определяется критерий решения транспортной задачи?
8. Назовите возможные критерии решения транспортной задачи.
9. Что означает «изолированное планирование работы на маршрутах»?
10. Сформулируйте недостатки «самовывоза».

Расчеты выполняем, используя формулы (4.1) – (4.45) и (4.58) – (4.93). Порядок разработки плана работы автомобилей на маршрутах следующий.

1. Составляется схема маршрута и нулевых пробегов.
2. Определяются исходные величины ТЭП.
3. Производится расчет для случая применения одного автомобиля на маршруте.
4. Выработка одного автомобиля в тоннах за смену (сутки) работы (сменная суточная) выработка) сравнивается с плановым объемом перевозок на маршруте (заказ ГП). Если наблюдается равенство объемов, дальнейший расчет продолжается для случая работы одного автомобиля. Создается график работы автомобиля.

5. Если выработка одного автомобиля не позволяет выполнить объем перевозок, расчеты выполняются для случая применения группы автомобилей на маршруте.

6. Выработка в тоннах группы автомобилей за смену (сутки) работы (сменная суточная) выработка группы автомобилей) сравнивается с плановым объемом перевозок на маршруте (заказ ГП). При равенстве объемов расчеты продолжают для группы автомобилей. Строится график работы группы автомобилей.

7. Если выработка группы автомобилей не позволяет выполнить объем перевозок, требуется принятие управленческого решения.

Возможные варианты управленческих решений, например:

- отказ от выполнения перевозок, поскольку требования ГП и ГО не выполнимы;

- увеличение количества постов погрузки и разгрузки;

- увеличение режима (времени) работы ГО и ГП;

- применение автомобиля большей грузоподъемности;

- применение более производительного погрузочно-разгрузочного механизма, устройства (ПРМиУ);

- другие решения, способствующие выполнению договора на перевозку груза.

8. В случае равенства объемов выработки автомобиля(лей) и объема перевозок грузов (см. позиции 4 и 6) производится оформление путевых листов, которые затем выдаются водителям.

Решение рассмотрим на примере.

**Шаг 1.** Составление схемы маршрута и нулевых пробегов.

Схема маятникового маршрута, с обратным не груженым пробегом E4F3F3E4 и нулевых пробегов представлена на рис. 40.

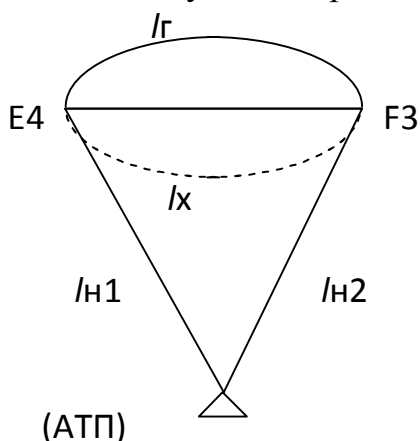


Рис. 40. Схема маятникового маршрута, с обратным не груженым пробегом E4F3F3E4 и нулевых пробегов

**Шаг 2.** Определение исходных величин ТЭП.

Может быть осуществлено известным множеством способов: от клиентов при заключении договоров; из средств массовой информации; из нормативно-технической документации; путем проведения натурных на-

блюдений, хронометражей и др. Объем и состав исходной информации определяются рамками предстоящих задач, включают сведения об условиях эксплуатации, о требуемой эффективности, конструкции и эксплуатационных качествах транспортных средств и др.

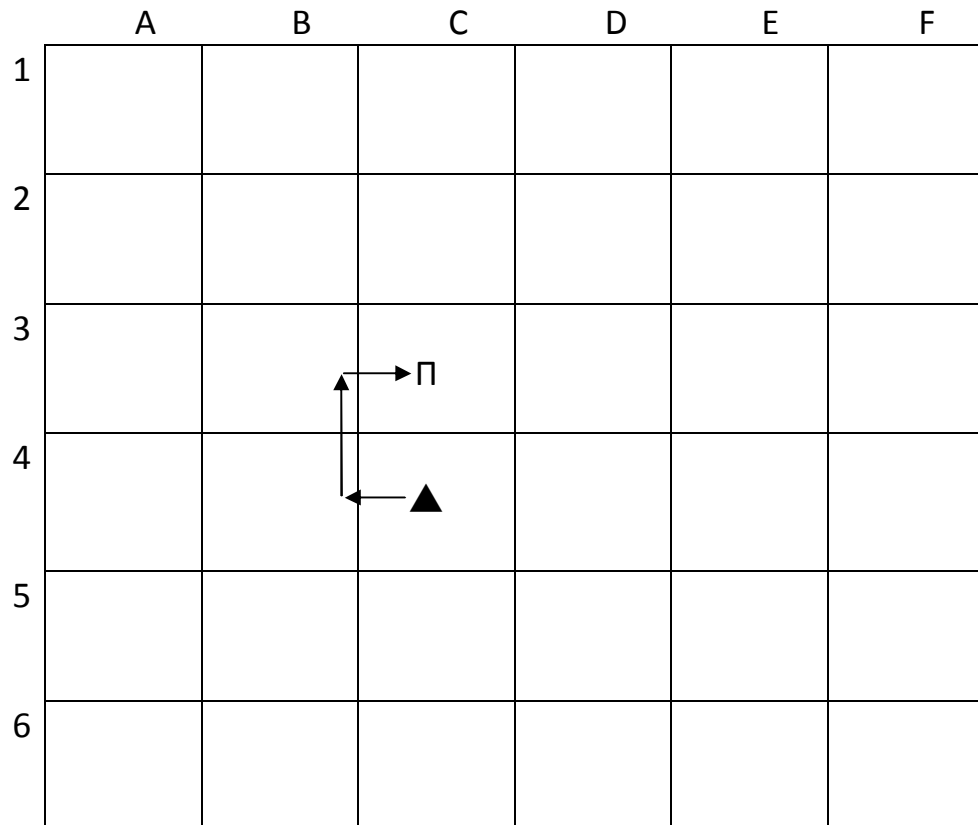


Рис. 41. Схема района перевозок:

▲ — П — пример выезда автомобиля из АТП к ГО.

Определение кратчайших расстояний при обслуживании потребителей должно осуществляться по заранее спланированным маршрутам, спроектированным на основе оперативной информации, по кратчайшим расстояниям, обеспечивая тем самым минимальные затраты потребителей услуг автомобильного транспорта.

Решение задачи, преследуя выполнение поставленной цели, выполняется по разрешенным проездам существующей дорожной сети. Определение расстояний между каждой парой пунктов возможно по справочнику расстояний, по карте, путем многократного проезда автомобиля с исправным спидометром между пунктами, с вычислением среднего значения пробега.

Обслуживаемую территорию представим в виде схемы (рис. 41). Месторасположение АТП обозначим ▲ ГО, ГП, АТП расположены в центре

квадрата. Проезд автотранспортных средств возможен только по сетке (по транспортной сети), шаг сетки 10 км, выезд из центра квадрата под прямым углом к любой стороне квадрата (см. пример на рис. 41). В наличии имеются автомобили грузоподъемностью 5 т, время на погрузку-выгрузку 1 т груза - 0,1 ч/т, тогда время погрузки-выгрузки за езду ( $t_{пв}$ ) составит 0,5 ч,  $t_{п} = t_{в}$ ; условия эксплуатации – город, средняя техническая скорость – 25 км/ч, класс груза 1 ( $\gamma_{ст} = 1$ ).

Перенесем заявки на схему, обозначаем их стрелками, направленными от ГО к ГП (рис. 42).

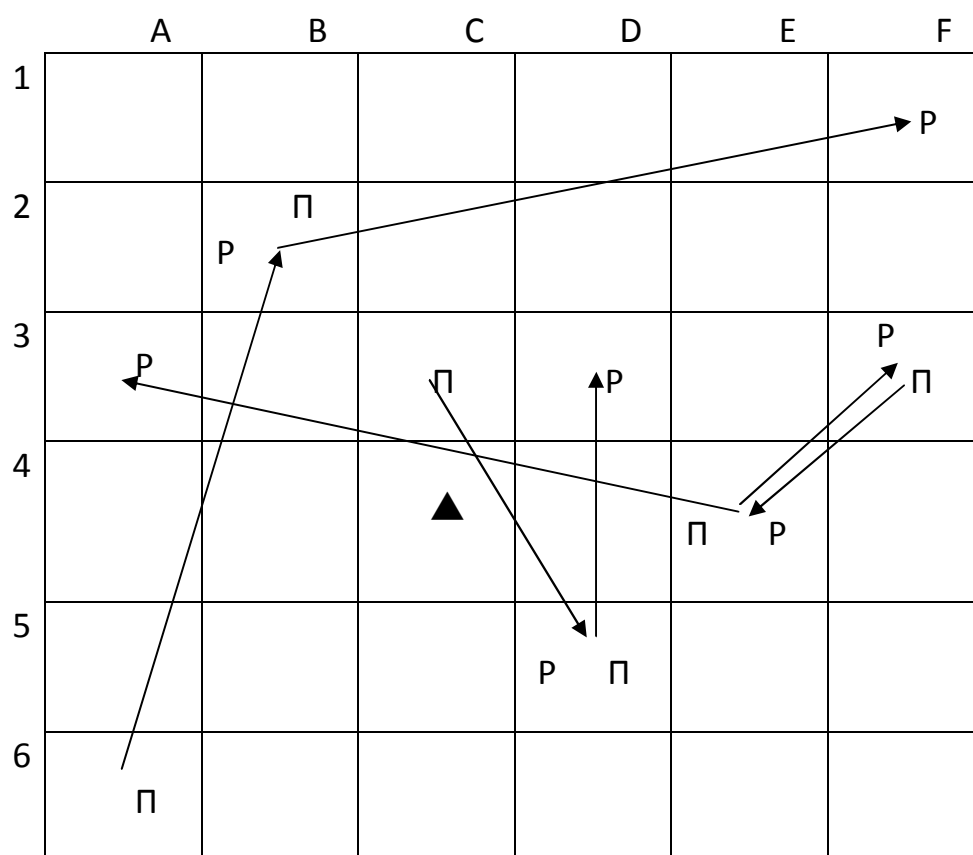


Рис. 42. Заявки на перевозку груза и транспортная сеть:

П (Р) – соответственно пункт погрузки ( пункт разгрузки)

По рис. 42 определяем величины пробегов,  $l_{г}=20$  км,  $l_{х}=20$  км,  $l_{н1}=30$  км,  $l_{н2}=40$  км.

#### **Контрольные вопросы**

1. Изложите порядок разработки плана работы автомобилей на маршрутах при «изолированном планировании работы на маршрутах».
2. Для чего составляется схема маршрута и нулевых пробегов?
3. Как производится определение исходных величин ТЭП?
4. Что должно предприниматься, если выработка одного автомобиля не позволяет выполнить объем перевозок?

5. Что должно предприниматься, если выработка группы автомобилей не позволяет выполнить объем перевозок?
6. Перечислите возможные варианты управленческих решений.
7. Какие действия выполняются в случае равенства объемов выработки автомобиля (лей) и объема перевозок грузов?
8. Для чего переносят заявки на перевозку грузов на схему района перевозок?
9. Перечислите ТЭП, которые требуются для разработки плана перевозок грузов.
10. Для чего заявки на перевозку груза на схеме обозначают стрелками?

**Шаг 3.** Расчет работы одного автомобиля на маршруте.

1. Длина маршрута  $l_m = l_r + l_x = 20 + 20 = 40$  км.
2. Время ездки (оборота)  $t_{e,o} = (l_m/V_t) + t_{пв} = 40/25 + 0,5 = 2,1$  ч
3. Выработка в тоннах за ездку (оборот)  $Q_{e,o} = q \cdot \gamma = 5$  т
4. Выработка в т·км за ездку (оборот)  $P_{e,o} = q \cdot \gamma \cdot l_r = 5 \cdot 20 = 100$  т·км
5. Число ездок автомобиля за время в наряде  $Z_e = [T_n / t_{e,o}] = 8 / 2,1 = 3,8 = ?$

где  $[X]$  – целая часть числа  $X$ .

6. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездок составит  $\Delta T_n = T_n - [T_n / t_{e,o}] \cdot t_{e,o} = 8 - 3 \cdot 2,1 = 1,7$  ч; время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $t_{en} = (l_r / V_t) + t_{пв} = 0,8 + 0,5 = 1,3$  ч.

Если  $\Delta T_n \geq t_{en}$ , число ездок округляется в большую сторону, если остаток времени в наряде меньше времени ездки необходимого, то число ездок округляется в меньшую сторону. В нашем случае  $1,7 \geq 1,3$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 4 ездки.

7. Выработка автомобиля в тоннах за время в наряде  $Q_n = \sum_1^{Z_e} q \gamma = 20$  т.

**Шаг 4.** Сравнение выработки в тоннах одного автомобиля за смену с плановым объемом перевозок на маршруте.

8. Сравнивая  $Q_{план}$  (80 т) и  $Q_n$  (20 т) одного автомобиля, получаем, что один автомобиль не может выполнить  $Q_{план}$ , следовательно дальнейшие расчеты проводим для случая применения группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом.

**Шаг 5.** Расчет для группы автомобилей на маршруте.

9. Пропускная способность грузового пункта  $Aэ' = t_{e,o} / R_{max}$ , где  $R_{max}$  – максимальная по времени грузовая операция (погрузка или выгрузка), поскольку по условиям примера  $t_p = t_v = 0,25$ , берем любую из них, т.е.  $Aэ' = t_{e,o} / t_p = 2,1 / 0,25 = 8,4$  автомобиля. Поскольку автомобили дробными быть не могут, округляем их число в меньшую сторону, тем самым планируем их работу без простоя (простаивать будут некоторое время пункты погрузки и выгрузки). Если округлить в большую сторону (выпустить на маршрут 9 и более автомобилей), то простаивать будут автомоби-

ли, а грузовые пункты простаивать не будут. В нашем примере округлим  $Aэ'$  в меньшую сторону, тем более что исследованиями ученых СибАДИ доказано, что увеличение числа автомобилей на маршруте, против расчетного значения, не приводит к увеличению выработки группы автомобилей на маршруте.

10. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля

$$T_{M_i} = T_n - R_{max} (i - 1).$$

Тогда  $T_{M_1} = 8,0$  ч;  $T_{M_2} = 7,75$  ч;  $T_{M_3} = 7,5$  ч;  $T_{M_4} = 7,25$  ч;  $T_{M_5} = 7,0$  ч;  $T_{M_6} = 6,75$  ч;  $T_{M_7} = 6,5$  ч;  $T_{M_8} = 6,25$  ч.

11. Число ездов каждого автомобиля за время в наряде  $Ze_i = [T_{M_i} / te]$

Тогда  $Ze_1 = 4$ ;  $Ze_2 = 4$ ;  $Ze_3 = 3$ ;  $Ze_4 = 3$ ;  $Ze_5 = 3$ ;  $Ze_6 = 3$ ;  $Ze_7 = 3$ ;  $Ze_8 = 3$ .

12. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте (пример).

Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездов составит  $\Delta T_n = T_{M_3} - [T_{M_3}/te] \cdot te = 7,5 - 3 \cdot 2,1 = 1,2$  ч; Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $t_{en} = (l_r/V_T) + t_{пв} = 0,8 + 0,5 = 1,3$  ч.

В нашем случае  $1,2 < 1,3$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 3 ездки.

Поскольку  $Q_{план} = 80$  т или 16 ездов, то первый и второй автомобили выполняют 8 ездов, для исполнения еще 8 ездов потребуется работа третьего, четвертого и пятого автомобилей, поэтому остальные расчеты выполняем только для указанных автомобилей.

13. Выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде

$$Q_{H_i} = \sum_1^{Ze_i} q \gamma_i.$$

$Q_{H_{1-2}} = 20$  т;  $Q_{H_{3-4}} = 15$  т;  $Q_{H_5} = 10$  т.

14. Выработка в т·км каждого автомобиля за время в наряде

$$P_{H_i} = \sum_1^{Ze_i} q \cdot \gamma_i \cdot l_r.$$

$P_{H_{1-2}} = 400$  т·км;  $P_{H_{3-4}} = 300$  т·км;  $P_{H_5} = 200$  т·км.

15. Общий пробег каждого автомобиля за время в наряде

$L_{общ_i} = l_{n1} + l_m \cdot Ze_i + l_{n2} - l_x.$

$L_{общ_{1-2}} = 210$  км;  $L_{общ_{3-4}} = 170$  км;  $L_{общ_5} = 130$  км.

16. Время в наряде каждого автомобиля фактическое

$$T_{H_i} \text{ факт} = (L_{общ_i} / V_T) + \sum_1^{Ze_i} t_{пв} = 210/25 + 4 \cdot 0,5 = 8,4 + 2 = 10,4 \text{ ч.}$$

$T_{H_{1-2}} \text{ факт} = 10,4$  ч;  $T_{H_{3-4}} \text{ факт} = 8,8$  ч;  $T_{H_5} \text{ факт} = 6,2$  ч.

17. Суммарная выработка в тоннах группы автомобилей

$$Q_H = \sum_1^{A_{\text{э}i}} Q_i = 20+20+15+15+10=80 \text{ т.}$$

18. Суммарная выработка в тонно-километрах группы автомобилей

$$P_H = \sum_1^{A_{\text{э}i}} P_i = 400+400+300 +300 +200 =1600 \text{ т}\cdot\text{км.}$$

19. Суммарный общий пробег группы автомобилей

$$L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_{\text{э}i}} L_{\text{общ}i} = 210 +210 +170 +170 +130 =890 \text{ км.}$$

20. Суммарное отработанное время группой автомобилей

$$T_H \text{ факт} = \sum_1^{A_{\text{э}i}} T_{\text{факт}i} = 10,4+10,4+8,8 +8,8 +6,2 =34,6 \text{ ч.}$$

Расчеты для других маршрутов выполнены по этой же методике, результаты представлены в табл. 12.

Таблица 12

Плановые величины работы автомобилей на маршрутах

Маршрут	Qпл ,т	Pд ,т·км	Lобщ , км	ΣTнфакт ,ч	Апл, ед.
<i>E4F3F3E4</i>	80,0	1600	890,0	34,6	5,0
<i>D5D3D3D5</i>	70,0	2100	900	43,0	6,0
<i>E4A3A3E4</i>	60,0	3000	1320	58,8	6
<i>C3D5D5C3</i>	50,0	1500	620	29,8	4
<i>F3E4E4F3</i>	40,0	800	420	20,8	2
<i>B2F1F1B2</i>	30,0	1500	720	31,8	3
<i>A6B2B2A6</i>	20,0	1000	440	19,6	2
Итого	350,0	11500	5310	238,4	28

Апл - суммарное потребное число автомобилей, ед.

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего требуется знать суммарную выработку в тоннах группы автомобилей?
2. Для чего требуется знать суммарную выработку в тонно-километрах группы автомобилей?
3. Для чего требуется знать суммарный общий пробег группы автомобилей?
4. Для чего требуется знать суммарное отработанное время группой автомобилей?
5. Для чего требуется знать суммарное потребное число автомобилей?
6. Для чего выполняется сравнение выработки в тоннах одного автомобиля за смену с плановым объемом перевозок на маршруте?
7. Для чего требуется знать выработку в тоннах каждого автомобиля за время в наряде?
8. Для чего требуется знать выработку в т·км каждого автомобиля за время в наряде?
9. Для чего требуется знать общий пробег каждого автомобиля за время в наряде?
10. Для чего требуется знать время в наряде каждого автомобиля фактическое?



Необходимо отметить, что результаты табл. 12 представляют собой возможные величины работы автомобилей при организации централизованных перевозок груза по разработанным графикам (расписаниям). При самовывозе, как показывают результаты наблюдений, факт работы автомобилей кардинально, в разы, отличается от централизованных перевозок грузов. Так, по данным условного примера, опубликованного в работе автора «Автомобильные перевозки строительных грузов в городах» в журнале «Грузовое и пассажирское автохозяйство», (№2 – 2005 г. – С: 53 – 67) для перевозки плана самовывозом требуется 20 автомобилей. Для перевозки того же планового объема груза, но централизованным способом требуется 7 автомобилей.

При единовременном планировании перевозок грузов помашинными отправками для всех грузоотправителей можно применять топографический метод, метод сейфов и другие.

Тогда разработаем план перевозок груза, используя топографический метод и ранее изложенный математический аппарат расчета работы автомобилей на маршрутах. По условиям примера автомобили подаются во все пункты погрузки на маршрутах (2-й вариант подачи автомобилей).

Порядок разработки плана работы автомобилей на маршрутах следующий.

1. Определение исходных величин ТЭП.

2. Нахождение и расчет работы на маятниковых маршрутах, с обратным груженым пробегом.

2.1. Составляется схема маршрута и нулевых пробегов.

2.2. Проверка выполнения условия: время оборота должно быть меньше времени в наряде ( $t_o < T_n$ ). При невыполнении условия  $t_o < T_n$  маршрут не организуется; при выполнении условия  $t_o < T_n$  производится определение планового объема перевозок на маршруте.

2.3. Расчет работы одного автомобиля на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом.

2.4. Выработка одного автомобиля в тоннах за смену (сутки) работы сравнивается с плановым объемом перевозок на маршруте (заказами ГП). Если наблюдается равенство объемов, дальнейший расчет продолжают для случая работы одного автомобиля. Создается график работы автомобиля.

2.5. Если выработка одного автомобиля не позволяет выполнить объем перевозок, расчеты выполняются для случая применения группы автомобилей на маршруте.

Выработка в тоннах группы автомобилей за смену (сутки) работы сравнивается с плановым объемом перевозок на маршруте (заказ ГП). При

равенстве объемов расчеты продолжают для группы автомобилей. Строится график работы группы автомобилей.

Если суммарная выработка группы автомобилей не позволяет выполнить объем перевозок, невыполненные объемы передаются для дальнейшего планирования перевозок грузов.

**3. Нахождение и расчет работы на кольцевых маршрутах** (рассмотрение начинается с самой большой заявки ГО).

3.1. Составляется схема маршрута и нулевых пробегов.

3.2. Для организации кольцевого маршрута требуется выполнение условий:

**1-е условие** – сумма пробегов с грузом за оборот должна быть больше суммы холостых пробегов за этот же оборот на маршруте ( $l_{г1} + l_{г2} > l_{х1} + l_{х2}$ );

**2-е условие** – время оборота должно быть меньше времени в наряде ( $t_o < T_n$ ).

При невыполнении одного из условий маршрут не организуется.

При выполнении обоих условий производится определение планового объема перевозок на маршруте.

3.3. Проводится расчет работы одного автомобиля на кольцевом маршруте.

3.4. Выработка одного автомобиля в тоннах за смену (сутки) работы сравнивается с плановым объемом перевозок на маршруте (заказами ГП). Если наблюдается равенство объемов, дальнейшие расчеты продолжают для случая работы одного автомобиля. Создается график работы автомобиля.

3.5. Если выработка одного автомобиля не позволяет выполнить объем перевозок, расчеты выполняются для случая применения группы автомобилей на маршруте.

Выработка в тоннах группы автомобилей за смену (сутки) работы сравнивается с плановым объемом перевозок на маршруте. При равенстве объемов расчеты продолжают для группы автомобилей. Строится график работы группы автомобилей.

Если суммарная выработка группы автомобилей не позволяет выполнить объем перевозок, невыполненные объемы передаются для дальнейшего планирования перевозок грузов.

**4. Нахождение и расчет работы на маятниковых маршрутах, с обратным негруженым пробегом** (рассмотрение начинается с самой большой заявки ГО).

4.1. Составляется схема маршрута и нулевых пробегов.

4.2. Проводится расчет работы одного автомобиля.

4.3. Выработка одного автомобиля в тоннах за смену (сутки) работы сравнивается с плановым объемом перевозок на маршруте (заказами ГП). Если наблюдается равенство объемов, дальнейшие расчеты продолжаются для случая работы одного автомобиля. Создается график работы автомобиля.

Если выработка одного автомобиля не позволяет выполнить объем перевозок, расчеты выполняются для случая применения группы автомобилей на маршруте.

4.4. Выработка в тоннах группы автомобилей за смену (сутки) работы сравнивается с плановым объемом перевозок на маршруте (заказ ГП). При равенстве объемов расчеты продолжаются для группы автомобилей. Строится график работы группы автомобилей.

Если выработка группы автомобилей не позволяет выполнить объем перевозок, требуется принятие управленческого решения (см. ранее).

5. В случае равенства объемов выработки автомобиля (лей) и объема перевозок грузов (см. позиции 2.5, 3.5 и 4.4) производится оформление путевых листов, которые затем выдаются водителям.

#### **Контрольные вопросы**

1. Сформулируйте порядок разработки плана работы автомобилей на маршрутах при одновременном планировании перевозок грузов помашинными отправлениями.
2. Как осуществляется нахождение и расчет работы на маятниковых маршрутах, с обратным груженым пробегом при одновременном планировании перевозок грузов помашинными отправлениями?
3. Как осуществляется нахождение и расчет работы на кольцевых маршрутах при одновременном планировании перевозок грузов помашинными отправлениями?
4. Как осуществляется нахождение и расчет работы на маятниковых маршрутах, с обратным негруженым пробегом при одновременном планировании перевозок грузов помашинными отправлениями?
5. При невыполнении, какого условия маятниковый маршрут, с обратным груженым пробегом не организуется?
6. При невыполнении, каких условий кольцевой маршрут не организуется?
7. Для чего строится график работы группы автомобилей?
8. Что требуется выполнить, если выработка одного автомобиля не позволяет выполнить объем перевозок на маршруте?

Решение рассмотрим на примере.

**Шаг 1.** Определение исходных величин ТЭП (выполнено ранее).

**Шаг 2.** Нахождение и расчет работы на маятниковых маршрутах с обратным груженым пробегом.

Выполняется визуально по рис. 42, где представлены корреспонденции F3 E4 и E4 F3, которые позволяют предположить о возможности организации маятникового маршрута с обратным груженым пробегом.

2.1. Составление схемы маршрута и нулевых пробегов.

Схема маятникового маршрута F3E4E4F3, с обратным груженым пробегом и нулевых пробегов представлена на рис. 43.

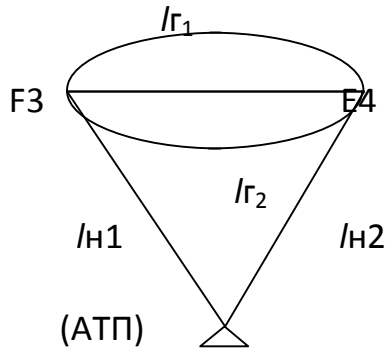


Рис. 43. Схема маятникового маршрута F3E4E4F3, с обратным груженым пробегом и нулевых пробегов

## 2.2. Проверка выполнения условия – время оборота должно быть меньше времени в наряде ( $t_0 < T_n$ )

Проверка условия: используя результаты расчетов, приведенные ниже, получаем, что  $2,6 < 8,0$ , поэтому данный маршрут организовать можно. Сравнивая величины заявок F3 E4 и E4 F3, 40 и 80 т, определяем, что на маятниковом маршруте с обратным груженым пробегом плановый объем перевозок  $Q_{план}$  составит 80 т (по величине меньшей заявки). Поэтому указанные заявки из табл. 11 уменьшаем на 40 т каждую. При этом заявка F3 E4 из дальнейшего рассмотрения исключается, как удовлетворенная, а заявка E4 F3 составит 40 т (см. табл. 13).

## 2.3. Расчет работы одного автомобиля

1. Длина маршрута  $l_m = l_{Г1} + l_{Г2} = 20 + 20 = 40$  км.
2. Время первой ездки  $te_1 = (l_{Г1}/V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3$  ч.
3. Время второй ездки  $te_2 = (l_{Г2}/V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3$  ч.
4. Время оборота  $t_0 = te_1 + te_2 = (l_m/V_T) + 2t_{пв} = 40/25 + 1 = 2,6$  ч.
5. Среднее время ездки  $te_{cp} = t_0/Z_{e0} = 2,6/2 = 1,3$  ч.
6. Выработка в тоннах за любую ездку  $Q_e = q \cdot \gamma = 5$  т.
7. Выработка в тоннах за оборот  $Q_0 = Q_{e1} + Q_{e2} = 2q \cdot \gamma = 10$  т.
8. Выработка в тонно-километрах за первую ездку  $Pe_1 = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} = 5 \cdot 20 = 100$  т·км.
9. Выработка в тонно-километрах за вторую ездку  $Pe_2 = q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 5 \cdot 20 = 100$  т·км.
10. Выработка в тонно-километрах за оборот  $P_0 = Pe_1 + Pe_2 = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 200$  т·км.
11. Число ездок автомобиля за время в наряде  $Ze = [T_n / te_{cp}] = 8 / 1,3 = 6,15 = ?$
12. Число оборотов автомобиля за время в наряде  $Z_0 = T_n / t_0 = 8 / 2,6 = 3,07 = ?$
13. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездов, составит  $\Delta T_n = T_n - [T_n / t_{e_{cp}}] \cdot t_e = 8 - 6 \cdot 1,3 = 0,2$  ч. Выполнив 6 ездов, автомобиль остановится в пункте F3. Следовательно, проверяем возможность исполнения ездки из пункта F3. Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $t_{en} = (l_{r_1} / V_T) + t_{пв} = 20/25 + 0,5 = 1,3$  ч. Поскольку  $0,2 < 1,3$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 6 ездов, или 3 оборота ( $Z_0 = 3$ ).

14. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде

$$Q_n = \sum_1^{Z_e} q\gamma = 30 \text{ т.}$$

#### 2.4. Проверка равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля

15. Сравнивая  $Q_{\text{план}}$  и  $Q_n$  одного автомобиля, получаем, что один автомобиль не может выполнить  $Q_{\text{план}}$ , следовательно дальнейшие расчеты проводим для случая применения группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом.

#### 2.5. Расчет работы группы автомобилей

16. Пропускная способность грузового пункта рассчитывается по формуле  $A_z' = t_{e_{cp}} / R_{\text{max}} = 1,3/0,25 = 5,2$  группы автомобилей. Поскольку автомобили подаются только в два пункта погрузки, то в группе два автомобиля. В нашем примере  $A_z'$  округлим в меньшую сторону, основания приведены ранее.

17. Расчет возможного времени работы для каждой группы автомобилей  $T_{mj} = T_n - R_{\text{max}} \cdot (j - 1)$ .

Тогда  $T_{m_1} = 8,0$  ч;  $T_{m_2} = 7,75$  ч;  $T_{m_3} = 7,5$  ч;  $T_{m_4} = 7,25$  ч;  $T_{m_5} = 7,0$  ч.

18. Число ездов каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде  $Z_{ej} = [T_{mj} / t_{e_{cp}}]$

Тогда  $Z_{e_1} = 6$ ;  $Z_{e_2} = 6$ ;  $Z_{e_3} = 6$ ;  $Z_{e_4} = 5$ ;  $Z_{e_5} = 5$ .

Поскольку  $Q_{\text{план}} = 80$  т или 16 ездов, то два автомобиля первой группы смогут сделать 12 ездов. Для выполнения 4 ездов достаточно первого автомобиля второй группы, поэтому остальные расчеты выполняем только для указанных трех автомобилей.

19. Число оборотов каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде  $Z_{oj} = T_{mj} / t_o$ .

Для каждого автомобиля первой группы  $Z_{o_1} = 3$ , для первого автомобиля второй группы  $Z_{o_2} = 2$ .

20. Выработка в тоннах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде  $Q_{nj} = \sum_1^{Z_e} q\gamma_j$ . Для каждого автомобиля первой группы  $Q_{n_1} = 30$  т, для первого автомобиля второй группы  $Q_{n_2} = 20$  т.

21. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля  $j$ -й группы  $P_{Hj}$   
 $= \sum_1^{Ze1} q \cdot \gamma \cdot l_{r1} + \sum_1^{Ze2} q \cdot \gamma \cdot l_{r2}$ . Для каждого автомобиля первой группы

$P_{H1} = 600$  т·км; для первого автомобиля второй группы  $P_{H2}^1 = 400$  т·км.

22. Общий пробег автомобиля за время в наряде:  
 для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт F3:

$$L_{общj} = l_{n1} + l_m \cdot Z_{oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{oj} \text{ целое, } \dots + l_{n1}, \\ \text{если } Z_{oj} \text{ не целое, } \dots + l_{n2}; \end{cases}$$

для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт E4

$$L_{общj} = l_{n2} + l_m \cdot Z_{oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{oj} \text{ целое, } \dots + l_{n2}, \\ \text{если } Z_{oj} \text{ не целое, } \dots + l_{n1}. \end{cases}$$

Для первого автомобиля первой группы, поданного на погрузку в пункт F3,  $L_{общ1}^1 = 200$  км, для второго автомобиля первой группы, поданного на погрузку в пункт E4,  $L_{общ2}^1 = 180$  км, для первого автомобиля второй группы, поданного на погрузку в пункт F3,  $L_{общ1}^2 = 160$  км.

23. Время в наряде автомобиля фактическое

$$T_{nj} \text{ факт} = (L_{общj} / V_T) + \sum_1^{Ze} t_{пвj}.$$

Для первого автомобиля первой группы, поданного на погрузку в пункт F3,  $T_{n1}^1 \text{ факт} = 11,0$  ч, для второго автомобиля первой группы, поданного на погрузку в пункт E4,  $T_{n2}^1 \text{ факт} = 10,2$  ч, для первого автомобиля второй группы, поданного на погрузку в пункт F3,  $T_{n1}^2 \text{ факт} = 8,4$  ч.

24. Суммарная выработка в тоннах  $Q_H = \sum_1^{A2} Q_{Hj} = 30+30+20 = 80$  т.

25. Суммарная выработка в тонно-километрах

$$P_H = \sum_1^{A2} P_{Hj} = 600+600+400 = 1600 \text{ т·км.}$$

26. Суммарный общий пробег  $L_{общ} = \sum_1^{A2} L_{общj} = 200+180+160=540$  км.

27. Суммарное отработанное время

$$T_H \text{ факт} = \sum_1^{A2} T_{H \text{ факт} j} = 11,0 + 10,2 + 8,4 = 29,6 \text{ ч.}$$

Поскольку на рис. 42 других маятниковых маршрутов, с обратным груженым пробегом нет, приступаем к нахождению кольцевых маршрутов.

**Контрольные вопросы**

1. Как выполняется нахождение маятниковых маршрутов, с обратным груженым пробегом?
2. Как на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом определить плановый объем перевозок?
3. Для чего выполняется проверка равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля?
4. Для чего рассчитывается пропускная способность грузового пункта?
5. Как рассчитывается пропускная способность грузового пункта на маятниковых маршрутах с обратным груженым пробегом?
6. В чем отличие расчета пропускной способности грузового пункта при различных вариантах подачи автомобилей?
7. Что является основанием для перехода к нахождению кольцевых маршрутов?
8. Назовите причину разной выработки автомобилей.
9. Назовите причину того, что автомобили с равной выработкой в тоннах работают в наряде разное время.
10. Почему при равной выработке в тоннах у автомобилей разный общий пробег?

### Шаг 3. Нахождение и расчет работы на кольцевых маршрутах.

#### 3.1. Составление схемы маршрута и нулевых пробегов

Начинаем решение задачи с самой большой заявки по величине,  $D5$   $D3 = 70$  т. Находим ближайший пункт погрузки к пункту  $D3$ , используя рис. 42. Это пункты  $C3$  и два пункта в  $E4$ , потому что расстояние до каждого составляет 20 км. Выбираем тот пункт, откуда заявка больше, это  $E4A3 = 60$  т. Схема кольцевого маршрута  $D5D3E4A3D5$  и нулевых пробегов представлена на рис. 44.

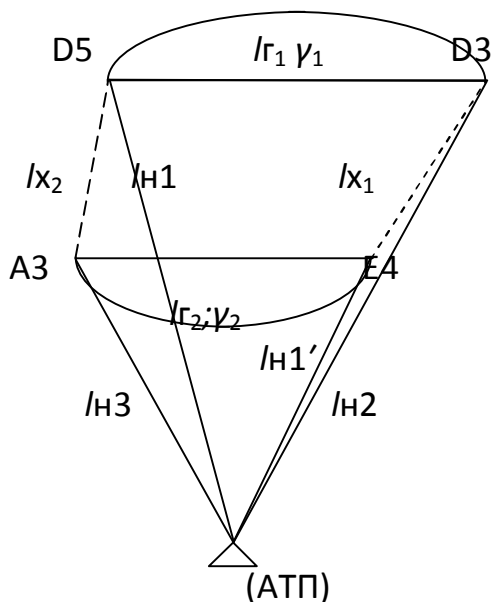


Рис. 44. Схема кольцевого маршрута  $D5D3E4A3D5$  и нулевых пробегов

#### 3.2. Проверка условий организации кольцевого маршрута

Проверка условия 1: по рис. 42 находим пробеги:  $l_{Г1} = 30$  км;  $l_{X1} = 20$  км;  $l_{Г2} = 50$  км;  $l_{X2} = 50$  км, поскольку  $30+50 > 20+50$ , условие 1 выполняется.

Проверка условия 2: используя результаты расчетов, приведенные ниже, получаем, что  $7,0 < 8,0$ , поэтому данный маршрут организовать можно. Сравнивая величины заявок D5D3 и E4A3, 70 и 60 т, полагаем, что на кольцевом маршруте плановый объем перевозок может составить 120 т (по величине меньшей заявки). Поэтому указанные заявки из табл. 11 уменьшаем на 60 т каждую. При этом заявка E4A3 из дальнейшего рассмотрения исключается, как удовлетворенная, а заявка D5D3 составит 10 т (см. табл. 13).

### 3.3. Расчет работы одного автомобиля

1. Длина маршрута  $l_m = l_{r_1} + l_{x_1} + l_{r_2} + l_{x_2} = 30 + 20 + 50 + 50 = 150$  км.
2. Время первой ездки  $te_1 = ((l_{r_1} + l_{x_1})/V_T) + t_{пв_1} = ((30+20)/25) + 0,5 = 2,5$  ч.
3. Время второй ездки  $te_2 = ((l_{r_2} + l_{x_2})/V_T) + t_{пв_2} = ((50+50)/25) + 0,5 = 4,5$  ч.
4. Время оборота  $to = te_1 + te_2 = (l_m/V_T) + 2t_{пв} = 150/25 + 1 = 7,0$  ч.
5. Среднее время ездки  $te_{cp} = to/Z_{e0} = 7,0/2 = 3,5$  ч.
6. Выработка в тоннах за первую ездку  $Qe_1 = q \cdot \gamma_1 = 5$  т.
7. Выработка в тоннах за вторую ездку  $Qe_2 = q \cdot \gamma_2 = 5$  т.
8. Выработка в тоннах за оборот  $Qo = Qe_1 + Qe_2 = q \cdot \gamma_1 + q \cdot \gamma_2 = 10$  т.
9. Выработка в тонно-километрах за первую ездку  
 $Pe_1 = q \cdot \gamma \cdot l_{r_1} = 5 \cdot 30 = 150$  т·км.
10. Выработка в тонно-километрах за вторую ездку  
 $Pe_2 = q \cdot \gamma \cdot l_{r_2} = 5 \cdot 50 = 250$  т·км.
11. Выработка в тонно-километрах за оборот  
 $Po = Pe_1 + Pe_2 = q \cdot \gamma \cdot l_{r_1} + q \cdot \gamma \cdot l_{r_2} = 400$  т·км.
12. Число ездок автомобиля за время в наряде  
 $Ze = [T_n / te_{cp}] = 8 / 3,5 = 2,28 = ?$
13. Число оборотов автомобиля за время в наряде  
 $Zo = T_n / to = 8 / 7 = 1,14 = ?$

14. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.

Остаток времени в наряде, после исполнения целого оборота, составит  $\Delta T_n = T_n - [T_n / to] \cdot to = 8 - 1 \cdot 7,0 = 1,0$  ч, выполнив 1 оборот автомобиль остановится в пункте D5. Следовательно, проверяем возможность исполнения ездки из пункта D5. Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $ten = (l_{r_1} / V_T) + t_{пв} = 30/25 + 0,5 = 1,7$  ч. Поскольку  $1,0 < 1,7$ , автомобиль может выполнить за время в наряде 2 ездки, или 1 оборот ( $Zo = 1$ ).

15. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде  $Q_n = \sum_1^{Z_e} q \gamma = 10$  т.

### 3.4. Проверка равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля



16. Сравнивая  $Q_{\text{план}}$  и  $Q_{\text{н}}$  одного автомобиля, получаем, что один автомобиль не может выполнить  $Q_{\text{план}}$ , следовательно дальнейшие расчеты проводим для случая применения группы автомобилей на кольцевом маршруте.

### 3.5. Расчет работы группы автомобилей

17. Пропускная способность грузового пункта  $Aэ' = te_{\text{ср}} / R_{\text{max}} = 3,5 / 0,25 = 14$  групп автомобилей. Поскольку автомобили подаются только в два пункта погрузки, то в группе два автомобиля.

18. Расчет возможного времени работы для каждой группы автомобилей  $T_{mj} = T_{\text{н}} - R_{\text{max}} \cdot (j - 1)$ , тогда  $T_{m1} = 8,0$  ч;  $T_{m2} = 7,75$  ч;  $T_{m3} = 7,5$  ч;  $T_{m4} = 7,25$  ч;  $T_{m5} = 7,0$  ч;  $T_{m6} = 6,75$  ч;  $T_{m7} = 6,5$  ч;  $T_{m8} = 6,25$  ч;  $T_{m9} = 6,0$  ч;  $T_{m10} = 5,75$  ч;  $T_{m11} = 5,5$  ч;  $T_{m12} = 5,25$  ч;  $T_{m13} = 5,0$  ч;  $T_{m14} = 4,75$  ч.

19. Число ездов каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде  $Ze_j = [T_{mj} / te_{\text{ср}}]$ .

Тогда  $Ze_1=2$ ;  $Ze_2=2$ ;  $Ze_3=2$ ;  $Ze_4=2$ ;  $Ze_5=2$ ;  $Ze_6=2$ ;  $Ze_7=2$ ;  $Ze_8=2$ ;  $Ze_9^1=2$ ;  $Ze_{10}^1=2$ ;  $Ze_{11}^1=2$ ;  $Ze_{12}^1=2$ ;  $Ze_{12}^2=2$ ;  $Ze_{14}^1=1$ ;  $Ze_9^2=1$ ;  $Ze_{10}^2=1$ ;  $Ze_{11}^2=1$ ;  $Ze_{12}^2=1$ ;  $Ze_{13}^2=1$ ;  $Ze_{14}^2=1$ .

20. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте (пример).

Для первого автомобиля любой группы, подающегося на погрузку в пункт D5, для исполнения двух ездов, требуется  $te_1 + te_2$  необходимое =  $(l_{r1} + l_{x1}) / V_{\text{т}} + t_{\text{пв}1} + (l_{r2} / V_{\text{т}}) + t_{\text{пв}2} = 2,5 + 2,5 = 5,0$  ч. Для второго автомобиля любой группы, подающегося на погрузку в пункт E4, для исполнения двух ездов требуется  $te_2 + te_1$  необходимое =  $(l_{r2} + l_{x2}) / V_{\text{т}} + t_{\text{пв}2} + (l_{r1} / V_{\text{т}}) + t_{\text{пв}1} = 4,5 + 1,7 = 6,2$  ч. Следовательно, первый автомобиль четырнадцатой группы сможет выполнить лишь одну ездку и вторые автомобили, начиная с девятой группы, также смогут сделать по одной ездке, что означает работу автомобилей на маятниковых маршрутах, с обратным не груженым пробегом.

Поэтому далее расчеты проводим для восьми групп автомобилей и первого автомобиля девятой группы.

21. Поскольку  $Q_{\text{план}} = 120$  т или 24 ездки, автомобили первых шести групп смогут сделать 24 ездки, поэтому остальные расчеты выполняем только для указанных шести групп автомобилей.

22. Число оборотов каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде  $Z_{oj} = T_{mj} / to$ ,  $Z_{o1-6} = 1$ .

23. Выработка в тоннах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде  $Q_{nj} = \sum_1^{Ze} q \gamma_j$ .  $Q_{\text{н}1-6} = 10$  т.

24. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде  $P_{Hj} = \sum_1^{Ze_1} q \cdot \gamma \cdot l_{r1} + \sum_1^{Ze_2} q \cdot \gamma \cdot l_{r2}$ ,  $P_{H1-6} = 400$  т·км.

где  $Ze_1, Ze_2$  – число ездов, выполненных соответственно на  $l_{r1}$  и  $l_{r2}$ ,  
 $Ze = Ze_1 + Ze_2$ .

25. Общий пробег автомобиля за время в наряде.

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт D5:

$$L_{общj} = l_{H1} + l_m \cdot Z_{oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{oj} \text{ целое, } \dots + l_{H3} - l_{X2}, \\ \text{если } Z_{oj} \text{ не целое, } \dots + l_{H2} - l_{X1}. \end{cases}$$

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт E4:

$$L_{общj} = l_{H1'} + l_m \cdot Z_{oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{oj} \text{ целое, } \dots + l_{H2} - l_{X1}, \\ \text{если } Z_{oj} \text{ не целое, } \dots + l_{H1'} - l_{X2}. \end{cases}$$

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт D5,  $L_{общj}^1_{1-6} = 150$  км.

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт E4,  $L_{общj}^2_{1-6} = 180$  км.

26. Время в наряде каждого автомобиля фактическое

$$T_{H \text{ факт}} = (L_{общj} / V_T) + \sum_1^{Ze_1} t_{ПВ1} + \sum_1^{Ze_2} t_{ПВ2}.$$

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт D5,  $T_{H1-6}^1 \text{ факт} = 7,0$  ч.

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт E4,  $T_{H1-6}^2 \text{ факт} = 8,2$ .

27. Суммарная выработка в тоннах

$$Q_H = \sum_1^{A_э} Q_{Hj} = 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 = 120 \text{ т.}$$

28. Суммарная выработка в тонно-километрах

$$P_H = \sum_1^{A_э} P_{Hj} = 400 + 400 + 400 + 400 + 400 + 400 + 400 + 400 + 400 + 400 + 400 + 400 + 400 = 4800 \text{ т·км.}$$

29. Суммарный общий пробег  $L_{общ} = \sum_1^{A_э} L_{общj} = 150 + 150 + 150 + 150 + 150 + 150 + 180 + 180 + 180 + 180 + 180 + 180 = 1980$  км.

30. Суммарное отработанное время  $T_{H \text{ факт}} = \sum_1^{A_э} T_{H \text{ факт}j} = 7,0 + 7,0 + 7,0 + 7,0 + 8,2 + 8,2 + 8,2 + 8,2 + 8,2 + 8,2 = 91,2$  ч.

#### **Контрольные вопросы**

1. Как выполняется нахождение кольцевых маршрутов?
2. Как на кольцевом маршруте определить плановый объем перевозок?
3. Для чего выполняется проверка равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля?
4. Для чего рассчитывается пропускная способность грузового пункта?

5. Как рассчитывается пропускная способность грузового пункта?
6. В чем отличие расчета пропускной способности грузового пункта при различных вариантах подачи автомобилей?
7. Что является основанием для перехода к нахождению других кольцевых маршрутов?
8. Назовите причину разной выработки автомобилей.
9. Назовите причину того, что автомобили с равной выработкой в тоннах работают в наряде разное время.
10. Почему при равной выработке в тоннах у автомобилей разный общий пробег?

Таблица 13

**Заявки на перевозку груза с изменениями**

Грузоотправитель (ГО)	Грузополучатель (ГП)	Объем заказа, т	Время работы ГО и ГП, ч
А6	В2	20	8
В2	Г1	30	8
С3	Д5	50	8
Д5	Д3	10	8
Е4	Г3	40	8

Продолжаем нахождение возможных кольцевых маршрутов.

**3.1. Составление схемы маршрута и нулевых пробегов.**

Наибольшая заявка по величине,  $C3D5 = 50$  т. Находим ближайший пункт погрузки к пункту  $D5$ , используя рис. 42. Это пункт в  $D5$ , заявка  $D5D3 = 10$  т.

Схема кольцевого маршрута  $C3D5D5D3C3$  и нулевых пробегов представлена на рис. 45.

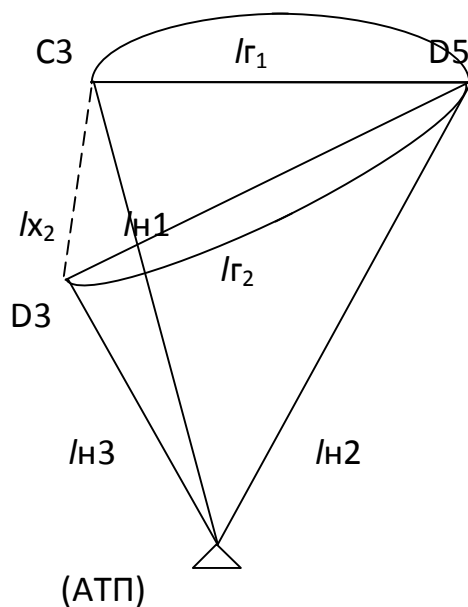


Рис. 45. Схема кольцевого маршрута  $C3D5D5D3C3$  и нулевых пробегов

**3.2. Проверка условий организации кольцевого маршрута**

Проверка условия 1: по рис. 42 находим пробеги:  $l_{Г1} = 30$  км;  $l_{Г2} = 30$  км;  $l_{Х2} = 20$  км, поскольку  $30+30 > 20$ , условие 1 выполняется.

Проверка условия 2: используя результаты расчетов, приведенные ниже, получаем, что  $4,2 < 8,0$ , поэтому данный маршрут организовать можно. Сравнивая величины заявок C3D5 и D5D3, 50 и 10 т, полагаем, что на кольцевом маршруте плановый объем перевозок может составить 20 т (по величине меньшей заявки). Поэтому указанные заявки из табл. 13 уменьшаем на 10 т каждую. При этом заявка D5D3 из дальнейшего рассмотрения исключается, как удовлетворенная, а заявка C3D5 составит 40 т (см. табл. 14).

### 3.3. Расчет работы одного автомобиля

1. Длина маршрута  $l_m = l_{r_1} + l_{r_2} + l_{x_2} = 30 + 30 + 20 = 80$  км.
2. Время первой ездки  $te_1 = l_{r_1}/V_T + t_{пв_1} = 30/25 + 0,5 = 1,7$  ч.
3. Время второй ездки  $te_2 = (l_{r_2} + l_{x_2})/V_T + t_{пв_2} = (30 + 20)/25 + 0,5 = 2,5$  ч.
4. Время оборота  $to = te_1 + te_2 = (l_m/V_T) + 2t_{пв} = 80/25 + 1 = 4,2$  ч.
5. Среднее время ездки  $te_{cp} = to/Z_{e_0} = 4,2/2 = 2,1$  ч.
6. Выработка в тоннах за первую ездку  $Qe_1 = q \cdot \gamma_1 = 5$  т.
7. Выработка в тоннах за вторую ездку  $Qe_2 = q \cdot \gamma_2 = 5$  т.
8. Выработка в тоннах за оборот  $Q_0 = Qe_1 + Qe_2 = q \cdot \gamma_1 + q \cdot \gamma_2 = 10$  т.
9. Выработка в тонно-километрах за первую ездку  $Pe_1 = q \cdot \gamma \cdot l_{r_1} = 5 \cdot 30 = 150$  т·км.
10. Выработка в тонно-километрах за вторую ездку  $Pe_2 = q \cdot \gamma \cdot l_{r_2} = 5 \cdot 30 = 150$  т·км.
11. Выработка в тонно-километрах за оборот  $P_0 = Pe_1 + Pe_2 = q \cdot \gamma \cdot l_{r_1} + q \cdot \gamma \cdot l_{r_2} = 300$  т·км.
12. Число ездок автомобиля за время в наряде  $Ze = [T_n / te_{cp}] = 8 / 2,1 = 3,809 = ?$
13. Число оборотов автомобиля за время в наряде  $Z_0 = T_n / to = 8 / 4,2 = 1,9 = ?$
14. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.  
Остаток времени в наряде, после исполнения целых оборотов, составит  $\Delta T_n = T_n - [T_n / to] \cdot to = 8 - 1 \cdot 4,2 = 3,8$  ч выполнив 1 оборот автомобиль остановится в пункте С3, следовательно, проверяем возможность исполнения ездки из пункта С3. Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $ten = (l_{r_1} / V_T) + t_{пв} = 30/25 + 0,5 = 1,7$  ч. Поскольку  $3,8 > 1,7$ , то ездка из С3 может быть исполнена. Остаток времени в наряде, после исполнения третьей ездки составит  $\Delta T_n = 3,8 - 1,7 = 2,1$  ч. Выполнив третью ездку, автомобиль остановится в пункте D5, следовательно, проверяем возможность исполнения ездки из пункта D5. Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $ten = (l_{r_2} / V_T) + t_{пв} = 30/25 + 0,5 = 1,7$  часа. Поскольку  $2,1 > 1,7$ , то ездка из D5 также может быть

исполнена. Поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 4 ездки, или 2 оборота ( $Z_0 = 2$ ).

15. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде  $Q_n = \sum_1^{Z_e} q\gamma = 20$  т.

### 3.4. Проверка равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля

16. Сравнивая  $Q_{\text{план}}$  и  $Q_n$  одного автомобиля, получаем, что один автомобиль может выполнить  $Q_{\text{план}}$ , следовательно, дальнейшие расчеты проводим для случая применения одного автомобиля на кольцевом маршруте. Выработка автомобиля за время в наряде

$$P_n = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma 1} + \sum_1^{Z_{e2}} q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma 2} = 600 \text{ т} \cdot \text{км},$$

где  $Z_{e1}, Z_{e2}$  – число ездки, выполненных соответственно на  $l_{\Gamma 1}$  и  $l_{\Gamma 2}$ ,  
 $Z_e = Z_{e1} + Z_{e2}$ ,

18. Общий пробег автомобиля за время в наряде:

$$L_{\text{общ}} = l_{n1} + l_m \cdot Z_0 + \begin{cases} \text{если } Z_0 \text{ целое, } \dots + l_{n3} - l_{x2}, \\ \text{если } Z_0 \text{ не целое, } \dots + l_{n2} - l_{x1}. \end{cases}$$

поскольку  $Z_0 = 2$ , то  $L_{\text{общ}} = l_{n1} + l_m \cdot Z_0 + l_{n3} - l_{x2} = 20 + 80 \cdot 2 + 20 - 20 = 180$  км.

19. Время в наряде автомобиля фактическое

$$T_n \text{ факт} = (L_{\text{общ}} / V_T) + \sum_1^{Z_{e1}} t_{\text{пв}1} + \sum_1^{Z_{e2}} t_{\text{пв}2} = 180 / 25 + 2 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,5 = 7,2 + 2,0 = 9,2 \text{ ч}$$

#### Контрольные вопросы

1. Почему в таблице заявок производится исключение объемов перевозок груза?
2. Почему при нахождении следующего кольцевого маршрута необходимо рассматривать большую заявку?
3. Для чего выполняется проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте?
4. Как выполняется проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте?
5. Какое решение требуется принять, если при проверке равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля выясняется, что один автомобиль может выполнить план?
6. От чего зависит величина общего пробега автомобиля за время в наряде?
7. Почему величины затрат времени на погрузку-выгрузку при расчете времени в наряде автомобиля фактического суммируются, а не перемножаются?
8. Как пронумеровать холостой пробег на кольцевом маршруте?
9. Какие затраты времени входят во время ездки необходимое?
10. Почему число ездки может быть только целым числом?

Продолжаем нахождение возможных кольцевых маршрутов.

### 3.1. Составление схемы маршрута и нулевых пробега (рис. 4б).

Наибольших заявок по величине две, выбираем  $E4F3 = 40$  т. Находим ближайший пункт погрузки к пункту  $F3$ , используя рис. 42. Это  $C3$ , заявка  $C3D5 = 40$  т.

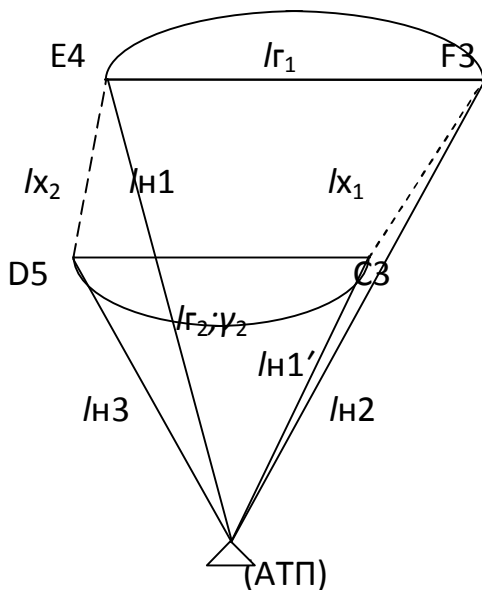


Рис. 46. Схема кольцевого маршрута  $E4F3C3D5E4$  и нулевых пробегов

### 3.2. Проверка условий организации кольцевого маршрута

Проверка условия 1: по рис. 42 находим пробеги:  $l_{Г1} = 20$  км;  $l_{Х1} = 40$  км;  $l_{Г2} = 30$  км;  $l_{Х2} = 20$  км, поскольку  $20+30 < 40+20$ , условие 1 не выполняется и кольцевой маршрут  $E4F3C3D5E4$  не организуется. Дальнейшие проверки по более удаленным пунктам погрузки не имеют смысла, тогда заявка  $E4F3=40$  т относится для планирования перевозок на маятниковом маршруте с обратным негруженным пробегом, что отражено в табл. 14.

Таблица 14

#### Исправленные заявки на перевозку груза

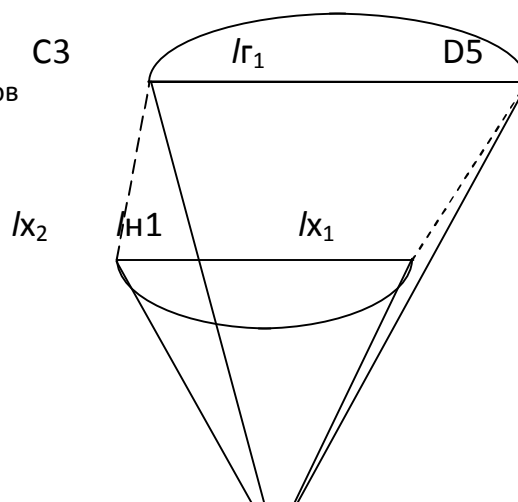
Грузоотправитель (ГО)	Грузополучатель (ГП)	Объем заказа, т	Время работы ГО и ГП, ч
A6	B2	20	8
B2	F1	30	8
C3	D5	40	8
E4маятник	F3	40	8

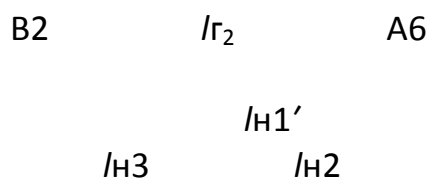
Продолжаем нахождение возможных кольцевых маршрутов.

### 3.1. Составление схемы маршрута и нулевых пробегов (рис. 47).

Наибольшая заявка по величине  $C3D5 = 40$  т. Находим ближайший пункт погрузки к пункту  $D5$ , используя рис. 42. Это  $A6$ , заявка  $A6B2 = 20$  т.

Рис. 47. Схема кольцевого маршрута  $C3D5A6B2C3$  и нулевых пробегов





(АТП)

### 3.2. Проверка условий организации кольцевого маршрута

Проверка условия 1: по рис. 42 находим пробеги:  $l_{Г1} = 30$  км;  $l_{Х1} = 40$  км;  $l_{Г2} = 50$  км;  $l_{Х2} = 20$  км, поскольку  $30+50 > 40+20$ , условие 1 выполняется.

Проверка условия 2: используя результаты расчетов, приведенные ниже, получаем, что  $6,2 < 8,0$ , поэтому маршрут С3D5E4A3C3 организовать можно. Сравнивая величины заявок С3D5 и А6В2, 40 и 20 т, полагаем, что на кольцевом маршруте плановый объем перевозок может составить 40 т (по величине меньшей заявки). Поэтому указанные заявки из табл. 3 уменьшаем на 20 т каждую. При этом заявка А6В2 из дальнейшего рассмотрения исключается, как удовлетворенная, а заявка С3D5 составит 20 т (см. табл. 15).

### 3.3. Расчет работы одного автомобиля

1. Длина маршрута  $l_m = l_{Г1} + l_{Х1} + l_{Г2} + l_{Х2} = 30+40+50+20=140$  км.
2. Время первой ездки  $te_1 = ((l_{Г1}+l_{Х1})/V_T) + t_{пв1} = ((30+40)/25)+0,5=3,3$  ч.
3. Время второй ездки  $te_2 = ((l_{Г2} + l_{Х2})/V_T) + t_{пв2} = ((50+20)/25)+0,5=3,3$  ч.
4. Время оборота  $to = te_1 + te_2 = (l_m/V_T) + 2t_{пв} = 130/25+1=6,6$  ч.
5. Среднее время ездки  $te_{cp} = to/Z_{eo} = 6,2/2 = 3,3$  ч.
6. Выработка в тоннах за первую ездку  $Qe_1 = q \cdot \gamma_1 = 5$  т.
7. Выработка в тоннах за вторую ездку  $Qe_2 = q \cdot \gamma_2 = 5$  т.
8. Выработка в тоннах за оборот  $Qo = Qe_1 + Qe_2 = q \cdot \gamma_1 + q \cdot \gamma_2 = 10$  т.
9. Выработка в тонно-километрах за первую ездку  $Pe_1 = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} = 5 \cdot 30 = 150$  т·км.
10. Выработка в тонно-километрах за вторую ездку  $Pe_2 = q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 5 \cdot 50 = 250$  т·км.
11. Выработка в тонно-километрах за оборот  $Po = Pe_1 + Pe_2 = q \cdot \gamma \cdot l_{Г1} + q \cdot \gamma \cdot l_{Г2} = 400$  т·км.
12. Число ездок автомобиля за время в наряде  $Ze = [T_n/te_{cp}] = 8/3,3 = 2,42 = ?$
13. Число оборотов автомобиля за время в наряде  $Zo = T_n/to = 8/6,2 = 1,21 = ?$

14. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте  
 Остаток времени в наряде, после исполнения целого оборота,  $\Delta T_n = T_n - [T_n / t_o] \cdot t_o = 8 - 1 \cdot 6,6 = 1,4$  ч, выполнив 1 оборот, автомобиль остановится в пункте С3, следовательно, проверяем возможность исполнения ездки из пункта С3. Время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $t_{en} = (l_{r1} / V_T) + t_{пв} = 30/25 + 0,5 = 1,7$  ч. Поскольку  $1,4 < 1,7$ , автомобиль может выполнить за время в наряде 2 ездки, или 1,0 оборот ( $Z_o = 1,0$ ).

15. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде  $Q_n = \sum_1^{Z_e} q\gamma = 10$ т.

### 3.4. Проверка равенства

объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля

16. Сравнивая  $Q_{план}$  и  $Q_n$  одного автомобиля, получаем, что один автомобиль не может выполнить  $Q_{план}$ , следовательно, дальнейшие расчеты проводим для случая применения группы автомобилей на кольцевом маршруте.

#### *Контрольные вопросы*

1. Почему в таблице заявок производится исключение объемов перевозок груза?
2. Почему при нахождении следующего кольцевого маршрута необходимо рассматривать большую заявку?
3. Для чего выполняется проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте?
4. Как выполняется проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте?
5. Какое решение требуется принять, если при проверке равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля выясняется, что один автомобиль может выполнить план?
6. От чего зависит величина общего пробега автомобиля за время в наряде?
7. Почему величины затрат времени на погрузку-выгрузку при расчете времени в наряде автомобиля фактического суммируются, а не перемножаются?
8. Как пронумеровать холостой пробег на кольцевом маршруте?
9. Какие затраты времени входят во время ездки необходимое?
10. Почему число ездок может быть только целым числом?

### 3.5. Расчет работы группы автомобилей

17. Пропускная способность грузового пункта  $Aэ' = t_{e_{cp}} / R_{max} = 3,3/0,25 = 13$  групп автомобилей. Поскольку автомобили подаются только в два пункта погрузки, то в группе два автомобиля.

18. Расчет возможного времени работы для каждой группы автомобилей  $T_{mj} = T_n - R_{max} (j - 1)$ , тогда  $T_{m1} = 8,0$  ч;  $T_{m2} = 7,75$  ч;  $T_{m3} = 7,5$  ч;  $T_{m4} = 7,25$  ч;  $T_{m5} = 7,0$  ч;  $T_{m6} = 6,75$  ч;  $T_{m7} = 6,5$  ч;  $T_{m8} = 6,25$  ч;  $T_{m9} = 6,0$  ч;  $T_{m10} = 5,75$  ч;  $T_{m11} = 5,5$  ч;  $T_{m12} = 5,25$  ч.  $T_{m13} = 5,0$  ч.

19. Число ездок каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде  $Z_{ej} = [T_{mj} / t_{e_{cp}}]$ ,



тогда  $Z_{e_1}=2; Z_{e_2}=2; Z_{e_3}=2; Z_{e_4}=2; Z_{e_5}=2; Z_{e_6}=2. Z_{e_7}=2; Z_{e_8}=2; Z_{e_9}=1; Z_{e_{10}}=1; Z_{e_{11}}=1; Z_{e_{12}}=1.$

20. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте (пример).

Для первого автомобиля любой группы, подающегося на погрузку в пункт С3 для исполнения двух ездок требуется  $te_1 + te_2$  необходимое =  $((l_{r_1} + l_{x_1})/V\tau) + t_{пв_1} + (l_{r_2}/V\tau) + t_{пв_2} = 3,3 + 2,5 = 5,8$  ч. Для второго автомобиля любой группы, подающегося на погрузку в пункт А6, для исполнения двух ездок требуется  $te_2 + te_1$  необходимое =  $((l_{r_2} + l_{x_2})/V\tau) + t_{пв_2} + ((l_{r_1})/V\tau) + t_{пв_1} = 3,3 + 1,7 = 5,0$  ч. Следовательно, первые автомобили, начиная с десятой группы, смогут выполнить лишь одну ездку, что означает работу указанных автомобилей на маятниковых маршрутах, с обратным не груженным пробегом.

21. Поскольку  $Q_{план} = 40$  т или 8 ездок, автомобили первой и второй групп могут сделать 8 ездок, поэтому остальные расчеты выполняем для указанных двух групп автомобилей.

22. Выработка в тоннах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде  $Q_{нj} = \sum_1^{Z_e} q \gamma j$ .  $Q_{н1-2} = 10$  т.

23. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля  $j$ -й группы за время в наряде  $P_{нj} = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma \cdot l_{r1} + \sum_1^{Z_{e2}} q \cdot \gamma \cdot l_{r2}$ ,  $P_{н1-2} = 400$  т·км.

где  $Z_{e_1}, Z_{e_2}$  – число ездок, выполненных, соответственно, на  $l_{r_1}$  и  $l_{r_2}$ ,  $Z_e = Z_{e_1} + Z_{e_2}$

24. Общий пробег автомобиля за время в наряде. Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт С3:

$$L_{общj} = l_{н1} + l_{м} \cdot Z_{oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{oj} \text{ целое, } \dots + l_{н3} - l_{x_2}, \\ \text{если } Z_{oj} \text{ не целое, } \dots + l_{н2} - l_{x_1}. \end{cases}$$

Для автомобилей, подающихся на погрузку в пункт А6:

$$L_{общj} = l_{н1'} + l_{м} \cdot Z_{oj} + \begin{cases} \text{если } Z_{oj} \text{ целое } \dots + l_{н2} - l_{x_1}, \\ \text{если } Z_{oj} \text{ не целое } \dots + l_{н1'} - l_{x_2}. \end{cases}$$

Для автомобиля, подающегося на погрузку в пункт С3,  $L_{общj_1} = 170$  км.

Для автомобиля, подающегося на погрузку в пункт А6,  $L_{общj_1} = 160$  км.

25. Время в наряде каждого автомобиля фактическое

$$T_{\text{н факт}} = (L_{\text{общ}}/V_{\text{т}}) + \sum_1^{Ze1} t_{\text{пв1}} + \sum_1^{Ze2} t_{\text{пв2}}.$$

Для автомобиля, подающегося на погрузку в пункт С3,  $T_{\text{н}}^1$  факт=8,2 ч.

Для автомобилей, подающегося на погрузку в пункт А6,  $T_{\text{н}}^2$  факт=7,4 ч.

26. Суммарная выработка в тоннах  $Q_{\text{н}} = \sum_1^{A_3} Q_{\text{н}j} = 40 \text{ т.}$

27. Суммарная выработка в тонно-километрах  $P_{\text{н}} = \sum_1^{A_3} P_{\text{н}j} = 1600 \text{ т}\cdot\text{км.}$

28. Суммарный общий пробег  $L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_3} L_{\text{общ}j} = 340 + 320 = 660 \text{ км.}$

29. Суммарное отработанное время  $T_{\text{н факт}} = \sum_1^{A_3} T_{\text{н факт}j} = 8,2 + 8,2 + 7,4 + 7,4 = 44,0 \text{ ч.}$

Продолжаем нахождение возможных кольцевых маршрутов.

### 3.1. Составление схемы маршрута и нулевых пробегов.

Наибольшая заявка по величине,  $B2F1 = 30 \text{ т.}$  Ближайший пункт погрузки к пункту F1 пункт С3, заявка  $C3D5 = 20 \text{ т.}$  Схема кольцевого маршрута  $B2F1C3D5B2$  и нулевых пробегов представлена на рис. 48.

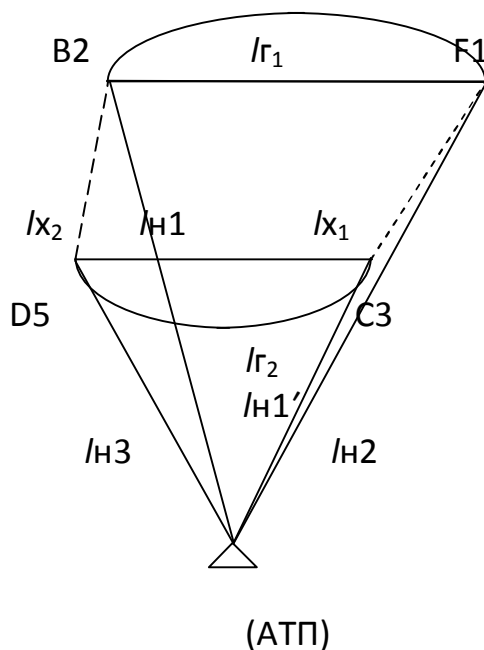


Рис. 48. Схема кольцевого маршрута  $B2F1C3D5B2$  и нулевых пробегов

### 3.2. Проверка условий организации кольцевого маршрута

Проверка условия 1: по рис. 42 находим пробеги:  $l_{\Gamma_1} = 50 \text{ км; } l_{\chi_1} = 50 \text{ км; } l_{\Gamma_2} = 30 \text{ км; } l_{\chi_2} = 50 \text{ км,}$  поскольку  $50 + 30 < 50 + 50$ , условие 1 не выполняется и кольцевой маршрут  $B2F1C3D5B2$  не организуется. Заявки  $B2F1 = 30 \text{ т}$  и  $C3D5 = 20$  относятся для планирования перевозок на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом, что отражено в табл. 15.

**Заявки для перевозки груза на маятниковом маршруте,  
с обратным негруженным пробегом**

Грузоотправитель (ГО)	Грузополучатель (ГП)	Объем заказа, т	Время работы ГО и ГП, ч
В2 маятник	F1	30	8
С3 маятник	D5	20	8
Е4 маятник	F3	40	8

**Контрольные вопросы**

1. Почему в таблице заявок производится исключение объемов перевозок груза?
2. Почему при нахождении следующего кольцевого маршрута необходимо рассматривать большую заявку?
3. Для чего выполняется проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте?
4. Как выполняется проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте?
5. Какое решение требуется принять, если при проверке равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля выясняется, что один автомобиль может выполнить план?
6. От чего зависит величина общего пробега автомобиля за время в наряде?
7. Почему величины затрат времени на погрузку-выгрузку при расчете времени в наряде автомобиля фактического суммируются, а не перемножаются?
8. Как пронумеровать холостой пробег на кольцевом маршруте?
9. Какие затраты времени входят во время ездки необходимое?
10. Почему число ездок может быть только целым числом?

**Шаг 4.** Нахождение и расчет работы на маятниковых маршрутах, с обратным негруженным пробегом

Наибольшая заявка по таблице 15  $E4F3 = 40$  т, поэтому первым начинаем рассмотрение маятникового маршрута  $E4F3F3E4$ , с обратным негруженным пробегом.

**4.1.** Составление схемы маршрута и нулевых пробегов.

Схема маятникового маршрута  $E4F3F3E4$ , с обратным негруженным пробегом и нулевых пробегов представлена на рис. 49. По рис. 42 находим пробеги:  $l_2 = 20$  км;  $l_x = 20$  км;  $l_{n1} = 30$  км;  $l_{n2} = 40$  км.

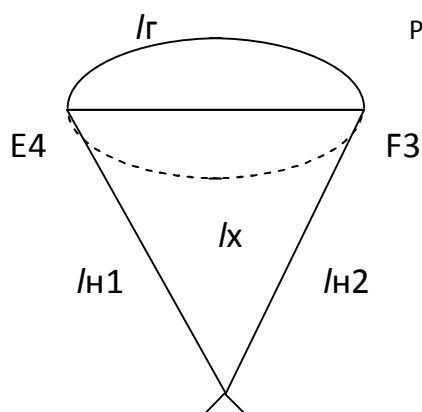


Рис. 49. Схема маятникового маршрута  $E4F3F3E4$ , с обратным негруженным пробегом и нулевых пробегов

(АТП)

#### 4.2. Расчет работы одного автомобиля

1. Длина маршрута  $l_m = l_r + l_x = 20 + 20 = 40$  км.
2. Время ездки (оборота)  $t_{e,o} = (l_m / V_T) + t_{пв} = 40 / 25 + 0,5 = 2,1$  ч.
3. Выработка в тоннах за ездку (оборот)  $Q_{e,o} = q \cdot \gamma = 5$  т.
4. Выработка в тонно-километрах за ездку (оборот)  $P_{e,o} = q \cdot \gamma \cdot l_z = 5 \cdot 20 = 100$  т·км.
5. Число ездок автомобиля за время в наряде  $Z_e = [T_n / t_{e,o}] = 8 / 2,1 = 3,8$ , где  $[X]$  – целая часть числа  $X$ .
6. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте. Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездок составит  $\Delta T_n = T_n - [T_n / t_{e,o}] \cdot t_{e,o} = 8 - 3 \cdot 2,1 = 1,7$  ч, время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $t_{en} = (l_r / V_T) + t_{пв} = 0,8 + 0,5 = 1,3$  ч,  $1,7 \geq 1,3$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 4 ездки.
7. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде  $Q_n = \sum_1^{Z_e} q \gamma = 20$  т.

#### 4.3. Проверка равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля

8. Сравнивая  $Q_{план}$  и  $Q_n$  одного автомобиля, получаем, что один автомобиль не может выполнить  $Q_{план}$ , следовательно дальнейшие расчеты проводим для случая применения группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом.

#### 4.4. Расчет работы группы автомобилей

9. Пропускная способность грузового пункта  $A_z' = t_{e,o} / R_{max} = 2,1 / 0,25 = 8,4$  автомобиля. Поскольку автомобили дробными быть не могут, округляем в меньшую сторону.
10. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля  $T_{M_i} = T_n - R_{max} \cdot (i - 1)$ . Тогда  $T_{M_1} = 8,0$  ч;  $T_{M_2} = 7,75$  ч;  $T_{M_3} = 7,5$  ч;  $T_{M_4} = 7,25$  ч;  $T_{M_5} = 7,0$  ч;  $T_{M_6} = 6,75$  ч;  $T_{M_7} = 6,5$  ч;  $T_{M_8} = 6,25$  ч.
11. Число ездок каждого автомобиля за время в наряде  $Z_{e_i} = [T_{M_i} / t_{e,o}]$ . Тогда  $Z_{e_1} = 4$ ;  $Z_{e_2} = 4$ ;  $Z_{e_3} = 3$ ;  $Z_{e_4} = 3$ ;  $Z_{e_5} = 3$ ;  $Z_{e_6} = 3$ ;  $Z_{e_7} = 3$ ;  $Z_{e_8} = 3$ .
12. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте (пример).

Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездов, составит  $\Delta T_n = T_{m3} - [T_{m3} / t_e] \cdot t_e = 7,5 - 3 \cdot 2,1 = 1,2$  ч, время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $t_{en} = (l_r / V_r) + t_{пв} = 0,8 + 0,5 = 1,3$  ч;  $1,2 < 1,3$ , поэтому третий автомобиль может выполнить за время в наряде 3 ездки.

13. Поскольку  $Q_{\text{план}} = 40$  т или 8 ездов, первый и второй автомобили могут сделать 8 ездов, поэтому остальные расчеты выполняем для указанных двух автомобилей.

14. Выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде  $Q_{n_i} = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma_i$ ,  $Q_{n_{1-2}} = 20$  т.

15. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде  $P_{n_i} = \sum_1^{Z_{e1}} q \cdot \gamma_i \cdot l_r$ ,  $P_{n_{1-2}} = 400$  т·км.

16. Общий пробег каждого автомобиля за время в наряде  $L_{\text{общ}_i} = l_{n1} + l_m \cdot Z_{e_i} + l_{n2} - l_x$ ,  $L_{\text{общ}_{1-2}} = 190$  км.

17. Время в наряде каждого автомобиля фактическое  $T_{n_i} \text{ факт} = (L_{\text{общ}_i} / V_m) + \sum_1^{Z_{e1}} t_{пв} = 190/25 + 4 \cdot 0,5 = 9,6$  ч.

18. Суммарная выработка в тоннах  $Q_n = \sum_1^{A_{э1}} Q_i = 20 + 20 = 40$  т.

19. Суммарная выработка в тонно-километрах  $P_n = \sum_1^{A_{э1}} P_i = 400 + 400 = 800$  т·км.

20. Суммарный общий пробег  $L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_{э1}} L_{\text{общ}_i} = 210 + 210 = 380$  км.

21. Суммарное отработанное время  $T_n \text{ факт} = \sum_1^{A_{э1}} T_{n \text{ факт}_i} = 9,6 + 9,6 = 19,2$  ч.

### **Контрольные вопросы**

1. Как выполняется нахождение маятниковых маршрутов, с обратным не груженым пробегом?
2. Как на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом определить плановый объем перевозок?
3. Для чего выполняется проверка равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля?
4. Для чего рассчитывается пропускная способность грузового пункта?
5. Как рассчитывается пропускная способность грузового пункта?
6. Как рассчитать число оборотов на маятниковых маршрутах, с обратным не груженым пробегом?
7. Что является основанием для перехода к нахождению маятниковых маршрутов, с обратным не груженым пробегом?

8. Назовите причину разной выработки автомобилей.
9. Назовите причину вычитания одного холостого пробега при расчете общего пробега каждого автомобиля за время в наряде на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом.
10. Как рассчитываются результаты работы группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?

Продолжаем нахождение возможных маятниковых маршрутов, с обратным не груженым пробегом.

Наибольшая заявка по табл. 15  $B2F1=30$  т, поэтому рассмотрим маятниковый маршрут  $B2F1F1B2$ , с обратным не груженым пробегом.

#### 4.1. Составление схемы маршрута и нулевых пробегов.

Схема маятникового маршрута  $B2F1F1B2$  с обратным негруженым пробегом и нулевых пробегов представлена на рис. 50. По рис. 42 находим пробеги:  $l_{\Gamma} = 50$  км;  $l_x = 50$  км;  $l_{H1} = 30$  км;  $l_{H2} = 60$  км.

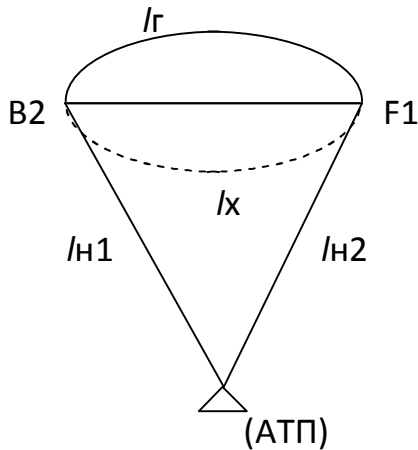


Рис. 50. Схема маятникового маршрута  $B2F1F1B2$ , с обратным не груженым пробегом и нулевых пробегов

#### 4.2. Расчет работы одного автомобиля

1. Длина маршрута  $l_m = l_{\Gamma} + l_x = 50 + 50 = 100$  км.
2. Время ездки (оборота)  $t_{e,o} = (l_m / V_{\Gamma}) + t_{пв} = 100 / 25 + 0,5 = 4,5$  ч.
3. Выработка в тоннах за ездку (оборот)  $Q_{e,o} = q \cdot \gamma = 5$  т.
4. Выработка в тонно-километрах за ездку (оборот)  $P_{e,o} = q \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma} = 5 \cdot 50 = 250$  т·км.
5. Число ездок автомобиля за время в наряде  $Z_e = [T_n / t_{e,o}] = 8 / 4,5 = 1,77 = ?$  где  $[X]$  – целая часть числа  $X$ .
6. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте. Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездок, составит  $\Delta T_n = T_n - [T_n / t_{e,o}] \cdot t_{e,o} = 8 - 1,77 \cdot 4,5 = 3,5$  ч, время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $t_{ен} = (l_{\Gamma} / V_{\Gamma}) + t_{пв} = 2,0 + 0,5 = 2,5$  ч,  $3,5 \geq 2,5$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 2 ездки.
7. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде  $Q_n = \sum_1^{Z_e} q \gamma = 10$  т.

#### 4.3. Проверка равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля

8. Сравнивая  $Q_{\text{план}}$  и  $Q_{\text{н}}$  одного автомобиля, получаем, что один автомобиль не может выполнить  $Q_{\text{план}}$ , следовательно, дальнейшие расчеты проводим для случая применения группы автомобилей на кольцевом маршруте.

#### 4.4. Расчет работы группы автомобилей

9. Пропускная способность грузового пункта  $A_{\text{э}}' = te_o / R_{\text{max}} = 4,5 / 0,25 = 18$  автомобилей.

10. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля  $T_{\text{M}_i} = T_{\text{н}} - R_{\text{max}} \cdot (i - 1)$ .

Тогда  $T_{\text{M}_1} = 8,0$  ч;  $T_{\text{M}_2} = 7,75$  ч;  $T_{\text{M}_3} = 7,5$  ч;  $T_{\text{M}_4} = 7,25$  ч;  $T_{\text{M}_5} = 7,0$  ч;  $T_{\text{M}_6} = 6,75$  ч;  $T_{\text{M}_7} = 6,5$  ч;  $T_{\text{M}_8} = 6,25$  ч.  $T_{\text{M}_9} = 6,0$  ч;  $T_{\text{M}_{10}} = 5,75$  ч;  $T_{\text{M}_{11}} = 5,5$  ч;  $T_{\text{M}_{12}} = 5,25$  ч;  $T_{\text{M}_{13}} = 5,0$  ч;  $T_{\text{M}_{14}} = 4,75$  ч;  $T_{\text{M}_{15}} = 4,5$  ч;  $T_{\text{M}_{16}} = 4,25$  ч;  $T_{\text{M}_{17}} = 4,0$  ч;  $T_{\text{M}_{18}} = 3,75$  ч.

11. Число ездов каждого автомобиля за время в наряде  $Ze_i = [T_{\text{M}_i} / te]$   
Тогда  $Ze_1 = 2$ ;  $Ze_2 = 2$ ;  $Ze_3 = 2$ ;  $Ze_4 = 2$ ;  $Ze_5 = 2$ ;  $Ze_6 = 1$ ;  $Ze_7 = 1$ ;  $Ze_8 = 1$ ;  $Ze_9 = 1$ ;  $Ze_{10} = 1$ ;  $Ze_{11} = 1$ ;  $Ze_{12} = 1$ ;  $Ze_{13} = 1$ ;  $Ze_{14} = 1$ ;  $Ze_{15} = 1$ ;  $Ze_{16} = 1$ ;  $Ze_{17} = 1$ ;  $Ze_{18} = 1$ .

12. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте (пример).

Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездов, составит  $\Delta T_{\text{н}} = T_{\text{M}_3} - [T_{\text{M}_3} / te] \cdot te = 7,5 - 1 \cdot 4,5 = 3,0$  ч, время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $t_{\text{ен}} = (l_{\text{г}} / V_{\text{т}}) + t_{\text{пв}} = 2,5$  ч;  $2,5 < 3,0$ , поэтому третий автомобиль может выполнить за время в наряде 2 ездки.

13. Поскольку  $Q_{\text{план}} = 30$  т или 6 ездов, первый, второй и третий автомобили могут сделать 6 ездов, поэтому остальные расчеты выполняем для указанных трех автомобилей.

14. Выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде  $Q_{\text{н}_i} = \sum_1^{Ze_i} q \cdot \gamma_i$ ,  $Q_{\text{н}_{1-3}} = 10$  т.

15. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде  $P_{\text{н}_i} = \sum_1^{Ze_i} q \cdot \gamma_i \cdot l_{\text{г}}$ ,  $P_{\text{н}_{1-3}} = 500$  т·км.

16. Общий пробег каждого автомобиля за время в наряде  $L_{\text{общ}_i} = l_{\text{н}1} + l_{\text{м}} \cdot Ze_i + l_{\text{н}2} - l_{\text{х}}$ ,  $L_{\text{общ}_{1-3}} = 150$  км.

17. Время в наряде каждого автомобиля фактическое  $T_{\text{н}_i \text{ факт}} = (L_{\text{общ}_i} / V_{\text{т}}) + \sum_1^{Ze_i} t_{\text{пв}} = 150 / 25 + 2 \cdot 0,5 = 7,0$  ч.

18. Суммарная выработка в тоннах  $Q_{\text{н}} = \sum_1^{A_{\text{э}i}} Q_i = 30$  т.

19. Суммарная выработка в тонно-километрах  $P_n = \sum_1^{A_{эi}} P_i = 500+500+500 = 1500$  т·км.

20. Суммарный общий пробег  $L_{общ} = \sum_1^{A_{эi}} L_{общi} = 150+150+150=450$  км.

21. Суммарное отработанное время  $T_{нфакт} = \sum_1^{A_{эi}} T_{нфакти} = 7+7+7=21,0$  ч.

### Контрольные вопросы

1. Как выполняется нахождение маятниковых маршрутов, с обратным не груженым пробегом?
2. Как на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом определить плановый объем перевозок?
3. Для чего выполняется проверка равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля?
4. Для чего рассчитывается пропускная способность грузового пункта?
5. Как рассчитывается пропускная способность грузового пункта?
6. Как рассчитать число оборотов на маятниковых маршрутах, с обратным не груженым пробегом?
7. Что является основанием для перехода к нахождению маятниковых маршрутов, с обратным не груженым пробегом?
8. Назовите причину разной выработки автомобилей.
9. Назовите причину вычитания одного холостого пробега при расчете общего пробега каждого автомобиля за время в наряде на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом.
10. Как рассчитываются результаты работы группы автомобилей на маятниковом маршруте, с обратным не груженым пробегом?

Продолжаем нахождение возможных маятниковых маршрутов, с обратным не груженым пробегом.

Осталась заявка по табл. 15  $C3D5=20$  т, поэтому рассмотрим маятниковый маршрут  $C3D5D5C3$ , с обратным не груженым пробегом.

#### 4.1. Составление схемы маршрута и нулевых пробегов

Схема маятникового маршрута  $C3D5D5C3$ , с обратным не груженым пробегом и нулевых пробегов представлена на рис. 51. По рис. 42 находим пробеги:  $l_{\Gamma} = 30$  км;  $l_{\chi} = 30$  км;  $l_{H1} = 20$  км;  $l_{H2} = 20$  км.

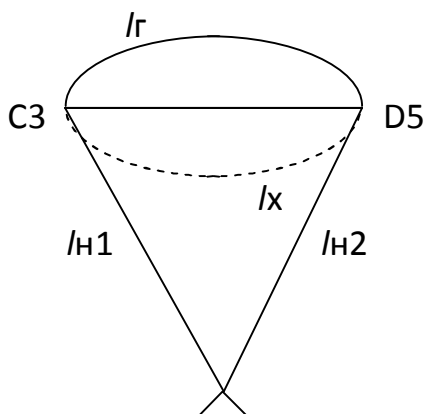


Рис. 51. Схема маятникового маршрута, с обратным не груженым пробегом  $C3D5D5C3$  и нулевых пробегов



(АТП)

#### 4.2. Расчет работы одного автомобиля

1. Длина маршрута  $l_m = l_r + l_x = 30 + 30 = 60$  км.
2. Время ездки (оборота)  $t_{e,o} = (l_m / V_T) + t_{пв} = 60 / 25 + 0,5 = 2,9$  ч.
3. Выработка в тоннах за ездку (оборот)  $Q_{e,o} = q \cdot \gamma = 5$  т.
4. Выработка в тонно-километрах за ездку (оборот)  $P_{e,o} = q \cdot \gamma \cdot l_r = 5 \cdot 30 = 150$  т·км.
5. Число ездок автомобиля за время в наряде  $Z_e = [T_n / t_{e,o}] = 8 / 2,9 = 2,75 = ?$   
где  $[X]$  – целая часть числа  $X$ .
6. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте.  
Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездок, составит  $\Delta T_n = T_n - [T_n / t_{e,o}] \cdot t_{e,o} = 8 - 5 \cdot 2,9 = 2,2$  ч, время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $t_{ен} = (l_r / V_T) + t_{пв} = 1,2 + 0,5 = 1,7$  ч,  $1,7 < 2,2$ , поэтому автомобиль может выполнить за время в наряде 3 ездки.
7. Выработка в тоннах автомобиля за время в наряде  $Q_n = \sum_1^{Z_e} q \gamma = 15$  т.

#### 4.3. Проверка равенства объема перевозок и сменной выработки одного автомобиля

8. Сравнивая  $Q_{план}$  и  $Q_n$  одного автомобиля, получаем, что один автомобиль не может выполнить  $Q_{план}$ , следовательно, дальнейшие расчеты проводим для случая применения группы автомобилей на кольцевом маршруте.

#### 4.4. Расчет работы группы автомобилей

9. Пропускная способность грузового пункта  $A_z' = t_{e,o} / R_{max} = 2,9 / 0,25 = 11$  автомобилей.
10. Расчет возможного времени работы каждого автомобиля  $T_{M_i} = T_n - R_{max} \cdot (i - 1)$   
Тогда  $T_{M_1} = 8,0$  ч;  $T_{M_2} = 7,75$  ч;  $T_{M_3} = 7,5$  ч;  $T_{M_4} = 7,25$  ч;  $T_{M_5} = 7,0$  ч;  $T_{M_6} = 6,75$  ч;  $T_{M_7} = 6,5$  ч;  $T_{M_8} = 6,25$  ч;  $T_{M_9} = 6,0$  ч;  $T_{M_{10}} = 5,75$  ч;  $T_{M_{11}} = 5,5$  ч.
11. Число ездок каждого автомобиля за время в наряде  $Z_{e_i} = [T_{M_i} / t_{e,o}]$ .  
Тогда  $Z_{e_1} = 3$ ;  $Z_{e_2} = 3$ ;  $Z_{e_3} = 3$ ;  $Z_{e_4} = 2$ ;  $Z_{e_5} = 2$ ;  $Z_{e_6} = 1$ ;  $Z_{e_7} = 1$ ;  $Z_{e_8} = 1$ ;  $Z_{e_9} = 1$ ;  $Z_{e_{10}} = 1$ ;  $Z_{e_{11}} = 1$ ;  $Z_{e_{12}} = 1$ ;  $Z_{e_{13}} = 1$ ;  $Z_{e_{14}} = 1$ ;  $Z_{e_{15}} = 1$ ;  $Z_{e_{16}} = 1$ ;  $Z_{e_{17}} = 1$ ;  $Z_{e_{18}} = 1$ .
12. Проверка возможности исполнения ездки на последнем обороте (пример).

Остаток времени в наряде, после исполнения целых ездок, составит  $\Delta T_n = T_{M_3} - [T_{M_3} / t_{e,o}] \cdot t_{e,o} = 7,5 - 2 \cdot 2,9 = 1,7$  ч, время ездки необходимое (погрузка + перевозка груза + разгрузка)  $t_{ен} = (l_r / V_T) + t_{пв} = 1,7$  ч;  $1,7 = 1,7$ , поэтому третий автомобиль может выполнить за время в наряде также 3 ездки.

13. Поскольку  $Q_{\text{план}} = 20$  т, или 4 ездки, первый автомобиль выполнит 3 ездки, второй – одну ездку, поэтому остальные расчеты выполняем для указанных автомобилей.

14. Выработка в тоннах каждого автомобиля за время в наряде

$$Q_{H_i} = \sum_1^{Z_{ei}} q \cdot \gamma_i . Q_{H_1} = 15 \text{ т}; Q_{H_2} = 5 \text{ т}.$$

15. Выработка в тонно-километрах каждого автомобиля за время в наряде  $P_{H_i} = \sum_1^{Z_{ei}} q \cdot \gamma_i \cdot l_{\Gamma}$ ,  $P_{H_1} = 450$  т·км;  $P_{H_2} = 150$  т·км.

16. Общий пробег каждого автомобиля за время в наряде  $L_{\text{общ}_i} = l_{H1} + l_{M \cdot Z_{ei}} + l_{H2} - l_x$ ,  $L_{\text{общ}_1} = 190$  км;  $L_{\text{общ}_2} = 70$  км.

17. Время в наряде каждого автомобиля фактическое  $T_{H_i} \text{ факт} = (L_{\text{общ}_i} / V_{\Gamma}) + \sum_1^{Z_{ei}} t_{\text{пв}}$ .  $T_{H_1} \text{ факт} = 190/25 + 3 \cdot 0,5 = 9,1$  ч ;  $T_{H_2} \text{ факт} = 70/25 + 1 \cdot 0,5 = 3,3$  ч.

18. Суммарная выработка в тоннах  $Q_{\Sigma} = \sum_1^{A_{\Sigma i}} Q_i = 20$  т.

19. Суммарная выработка в тонно-километрах  $P_{\Sigma} = \sum_1^{A_{\Sigma i}} P_i = 600$  т·км.

20. Суммарный общий пробег  $L_{\text{общ}} = \sum_1^{A_{\Sigma i}} L_{\text{общ}_i} = 260$  км.

21. Суммарное отработанное время  $T_{\Sigma} \text{ факт} = \sum_1^{A_{\Sigma i}} T_{\text{факт}_i} = 12,4$  ч.

Результаты расчетов плана работы автомобилей с использованием топографического метода сведем в табл. 16.

Уточнение параметров расчетного плана перевозок груза требуется в обязательном порядке посредством построения графиков (расписаний работы автомобилей).

Сопоставление результатов работы автомобилей представленных в табл. 12 и 16, позволяет установить, что организация централизованных перевозок при использовании топографического метода позволяет уменьшить общий пробег автомобилей на 860 км в смену, суммарное время исполнения работы снизить на 11,8 ч в смену и снизить потребность в транспортных средствах на 1 автомобиль. Необходимо отметить, что сравнению подвергались планы работ при централизованных перевозках, но при разных способах планирования работы автомобилей.

Таблица 16

**План работы автомобилей грузоподъемностью 5 т**

Маршрут	$Q_{\text{пл}}$ , т	$P_{\text{д}}$ , т·км	$L_{\text{общ}}$ , км	$\Sigma T_{\text{факт}}$ , ч	$A_{\text{пл}}$ , ед.
---------	---------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------------	-----------------------

<i>F3E4E4F3</i> , в т.ч.:	80	1600	540	29,6	3,0
1 авто 1 группа	30	600	200	11,0	
2 авто 1 группа	30	600	180	10,2	
1 авто 2 группа	20	400	160	8,4	

Продолжение таблицы 16

Маршрут	<i>Q<sub>пл</sub></i> , т	<i>P<sub>д</sub></i> , т·км	<i>Лобц</i> , км	<i>ΣT<sub>нфакт</sub></i> , ч	<i>Апл</i> , ед.
<i>D5D3E4A3D5</i> в т.ч.:	120	4800	1980	91,2	12,0
1 авто 1 группа	10	400	150	7,0	
2 авто 1 группа	10	400	180	8,2	
1 авто 2 группа	10	400	150	7,0	
2 авто 2 группа	10	400	180	8,2	
1 авто 3 группа	10	400	150	7,0	
2 авто 3 группа	10	400	180	8,2	
1 авто 4 группа	10	400	150	7,0	
2 авто 4 группа	10	400	180	8,2	
1 авто 5 группа	10	400	150	7,0	
2 авто 5 группа	10	400	180	8,2	
1 авто 6 группа	10	400	150	7,0	
2 авто 6 группа	10	400	180	8,2	
<i>C3D5D5D3C3</i> в т.ч.:	20	600	180	9,2	1,0
1 авто	20	600	180	9,2	
<i>C3D5A6B2C3</i> в т.ч.:	40	1600	660	44,0	4,0
1 авто 1 группы	10	400	170	8,2	
2 авто 1 группы	10	400	160	7,2	
1 авто 2 группы	10	400	170	8,2	
2 авто 2 группы	10	400	160	7,2	
<i>E4F3F3E4</i> в т.ч.:	40	800	380	19,2	2,0
1 авто	20	400	190	9,6	
2 авто	20	400	190	9,6	
<i>B2F1F1B2</i> в т.ч.:	30	1500	450	21,0	3,0
1 авто	10	500	150	7,0	
2 авто	10	500	150	7,0	
3 авто	10	500	150	7,0	
<i>C3D5D5C3</i> в т.ч.:	20	600	260	12,4	2,0
1 авто 1 группы	15	450	190	9,1	
2 авто 1 группы	5	150	70	3,3	
ИТОГО	350	11500	4450	226,6	27,0

## 5.2. Проектирование перевозок грузов мелкими отправлениями

Задача проектирования развозочных (сборных) маршрутов возникает при организации перевозок товаров народного потребления, продуктов питания и других грузов, когда, загрузив транспортное средство у одного поставщика, необходимо доставить этот груз нескольким потребителям или наоборот.

Целью решения такой задачи является определение самого короткого маршрута объезда заданных пунктов, при условии, что каждый пункт посещается только один раз и конечный пункт совпадает с начальным.

Такая задача может быть решена как «задача о коммивояжере», которая формулируется следующим образом. Известна матрица кратчайших расстояний между  $n$  пунктами

$$D = \begin{vmatrix} 0 & l_{0-1} & l_{0-2} & \dots & l_{0-n} \\ l_{1-0} & 0 & l_{1-2} & \dots & l_{1-n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_{n-0} & l_{n-1} & l_{n-2} & \dots & 0 \end{vmatrix} \quad D = [l_{ij}] n.$$

Требуется построить кольцевой маршрут  $K = \{i_1; i_2; \dots; i_n; i_1\}$  такой, чтобы его длина  $L(K)$  была минимальной из всех возможных маршрутов, включающих данные пункты.

$$L(K) = \min l(K), \quad (5.6)$$

$\{K\}$

В этом случае никакого значения не имеют объемы завоза груза получателям, так как любой кольцевой маршрут обеспечивает удовлетворение спроса.

При разработке сборных маршрутов с одним получателем задача имеет аналогичную постановку.

### 5.2.1. Маршрутизация перебором вариантов маршрута

Рассмотрим решение задачи на примере.

*Этап 1. Исходная информация.*

Имеется заявка на перевозку груза с условиями:

1. Необходимо доставить груз нескольким потребителям; в рассматриваемом примере равные эксплуатационные условия в районе перевозки груза, тогда в качестве критерия решения задачи допустимо принять расстояние перевозки груза, что будет соответствовать минимальной стоимости для потребителя.

2. Потребность в грузе первого пункта  $q_1 = 2$  т; второго пункта –  $q_2 = 1$  т; третьего пункта –  $q_3 = 1$  т.

3. Известны адреса клиентов, поставщика и их взаимное расположение; грузы транспортно однородны; затраты времени на погрузку - выгрузку 1 т груза  $\tau_{пв} = 0,1$  т/ч; среднее время на нахождение в пункте маршрута  $t_3 = 0,1$  ч; условия эксплуатации – город,  $V_T = 25$  км/ч. Взаимное расположение поставщика и потребителей представлено на рис. 52.

*Этап 2. Определение расстояний между пунктами.*

Результаты замера расстояний представлены на рис. 52.

Рис. 52. Схема транспортной сети,	$q_1 = 2$ т		$q_2 = 1$ т
взаимное расположение пунктов,	$B_1$	4	$B_2$
длины звеньев, потребность			
в грузе на развозочном маршруте,		9	
$\delta$ – длина звена А- $B_1$ , км	8		6

Этап 3. Маршрутизация (составление маршрутов).

Число перестановок из  $w$  пунктов завоза (вывоза), включаемых в маршрут по  $w$  пунктам:

$$P_w = w!, \quad (5.7)$$

где  $w!$  – факториал целого положительного числа  $w$ , который равен произведению:  $w! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot w$ . При трех пунктах завоза груза количество возможных маршрутов  $M = w! = 3! = 1 \cdot 2 \cdot 3 = 6$ , таким образом, возможны шесть маршрутов доставки груза из пункта  $A$  (табл. 17). Выбор маршрута осуществляется по критерию «минимум затрат», чему соответствует минимум пробега. При наличии двух и более маршрутов одинаковой протяженности цели системы соответствует минимум грузооборота на маршруте. Результаты расчета пробега (формула (4.41)) и выработки в т·км (формула (4.45)) представлены в табл. 17.

Принимаем для дальнейшего проектирования маршрут № 1 –  $A-B_1-B_2-B_3-A$ , поскольку ему соответствует минимальный пробег и выработка в тонно-километрах. Расчет результатов работы автомобиля выполним, используя формулы (4.41) – (4.45), результаты представлены в табл. 18.

Таб-

лица 17

**Результаты расчета пробега и грузооборота на развозочном маршруте**

Номер маршрута	Маршрут	Пробег, км	Выработка, т·км
1	$A-B_1-B_2-B_3-A$	29,0	46,0
2	$A-B_3-B_2-B_1-A$	29,0	70,0
3	$A-B_1-B_3-B_2-A$	33,0	56,0
4	$A-B_2-B_3-B_1-A$	33,0	76,0
5	$A-B_2-B_1-B_3-A$	34,0	61,0
6	$A-B_3-B_1-B_2-A$	34,0	75,0

Таблица 18

**Результаты функционирования автомобиля**

Маршрут	$Q$ , т	$L_c$ , км	$t_{рм}$ , ч	$P$ , т·км
$A-B_1-B_2-B_3-A$	4,0	29,0	1,76	46,0

В случае если перевозимый груз относится к грузам первого класса, для перевозки груза на спроектированном маршруте достаточно автомобиля с грузоподъемностью 4 т. Если нет автомобиля требуемой грузоподъемности или груз не первого класса, то требуется другой автомобиль большей грузоподъемности.

Рассмотренный пример – с числом пунктов завоза  $w = 3$ . Что будет, если потребителей 4, или 5, или 10? Согласно формуле (5.2) число вариантов маршрутов, которые необходимо будет рассмотреть, обсчитать и т.д., будет равно соответственно 24; 120; 3628800. Решение задачи с числом пунктов завоза более четырех рассмотренным способом в оперативном режиме не рационально.

### Контрольные вопросы

1. Назовите условия необходимости решения задачи проектирования развозочных (сборных) маршрутов.

2. Назовите цель решения задачи проектирования развозочных (сборных) маршрутов.
3. Назовите способы получения заявки на перевозку груза.
4. Чему соответствует критерий «минимум пробега»?
5. Назовите критерий решения задачи маршрутизации при наличии двух и более маршрутов одинаковой протяженности.
6. Какой грузоподъемности требуется автомобиль, если на развозочном маршруте необходимо перевезти 4 т груза первого класса?
7. Какой грузоподъемности требуется автомобиль, если на развозочном маршруте необходимо перевезти 4 т груза не первого класса?
8. Почему решение задачи с числом пунктов завоза более четырех способом полного перебора в оперативном режиме нерационально?

### 5.2.2. Маршрутизация методом сумм

Решение задачи маршрутизации с большим, чем 4, количеством пунктов рассмотрим с использованием метода сумм. Рассмотрим решение задачи на следующем примере.

*Этап 1. Исходная информация.*

Имеется заявка на перевозку груза с условиями: необходимо доставить груз шести потребителям; потребность в грузе  $q_{ж} = 600$  кг;  $q_3 = 200$  кг;  $q_{и} = 400$  кг;  $q_{к} = 500$  кг;  $q_{л} = 400$  кг;  $q_{м} = 400$  кг. Критерий решения задачи – аналогично п. 5.2.1, этап 1.

Известны адреса клиентов, поставщика и их взаимное расположение; грузы транспортно однородны; затраты времени на погрузку - выгрузку 1 т груза  $t_{пв} = 0,1$  т/ч; среднее время на нахождение в пункте маршрута  $t_3 = 0,1$  ч; условия эксплуатации – город,  $V_{т} = 25$  км/ч. Взаимное расположение поставщика и потребителей представлено на рис. 53.

*Этап 2. Нахождение кратчайшей связывающей сети.*

Пусть все пункты, указанные на рис. 53, называются вершинами сети, а линия, соединяющая две соседние вершины, – звеном. Незамкнутая сеть, связывающая две и более вершины с минимальной суммарной длиной всех соединяющих их звеньев, называется кратчайшей связывающей сетью. Данная сеть находится следующим образом. На транспортной сети (см. рис. 53) находят наименьшее звено. В данном случае звено  $K-L = 2$  км. Затем рассматривают все звенья, связанные с одной из своих вершин с выбранным звеном, т.е. звенья  $K-M = 5$ ;  $K-И = 2$ ;  $K-3 = 6$ ;  $K-Ж = 7$ ;  $Л-Ж = 6$ ;  $Л-И = 3$ ;  $Л-3 = 7$ . Из них выбирают звено с наименьшим расстоянием:  $K-И = 2$ . Далее рассматриваются звенья, связанные с вершинами полученной линии  $И-K-L$ , и из них выбирается наименьшее. При этом нельзя выбирать звено, соединяющее две ранее включенные в сеть вершины. Таким звеном является  $И-Л$ ; несмотря на то, что оно наименьшее из всех, связанных с выбранной сетью  $И-K-L$  одной из вершин, его нельзя включить в кратчайшую связывающую сеть. Другими звеньями, связанными своими вершинами с уже выбранной сетью, являются звенья  $M-K$ ,  $3-K$ ,  $И-3$ ,  $И-Ж$ ,  $И-А$ ,  $И-М$ ,  $Л-Ж$ ,  $Л-3$ , звено  $И-3$  имеет наименьшее расстояние, равное 4, и в этом случае получим сеть  $3-И-K-L$ .

Далее опять рассматривают все звенья, связанные с вершинами полученной сети  $3-И-K-L$ . Звенья  $И-Ж$  и  $K-M$  имеют одинаковую длину, равную 5, берем любое, например  $K-M$ . Получаем сеть  $3-И-K-M$  ( $K-L$ ). Далее опять рассматривают все звенья, связанные с вершинами полученной сети, и из них выбирают наименьшее, и так далее до тех пор, пока не будет выбрана сеть. На рис. 53 представлена кратчайшая связывающая сеть рассматриваемого примера, где также проставлена потребность пунктов в грузе (+).

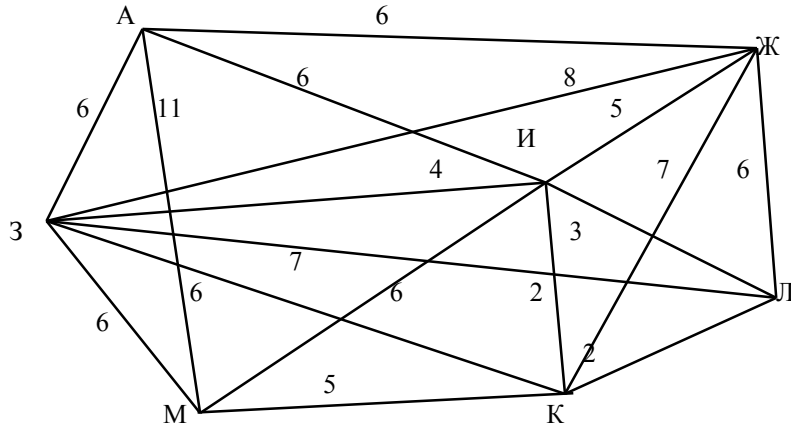


Рис. 53. Схема транспортной сети, взаимное расположение пунктов, длины звеньев: 8 – длина звена З-Ж, км

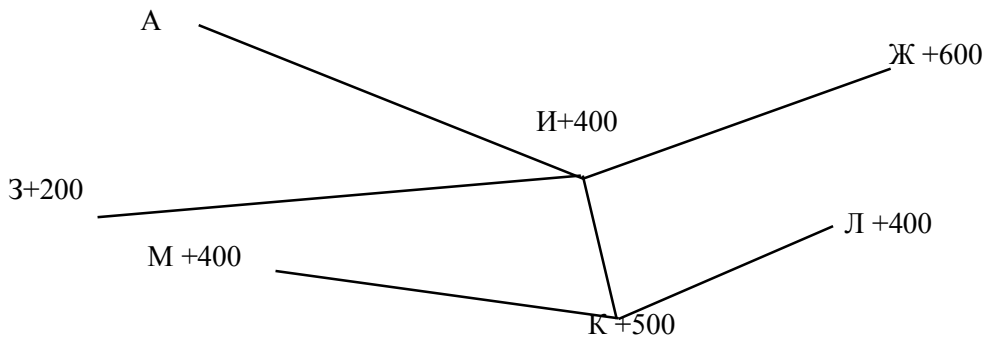


Рис. 54. Кратчайшая связывающая сеть и потребность пунктов в грузе (+)

По условию рассматриваемого примера плановый объем перевозок не превышает возможностей одного автомобиля за езду, поэтому этап группировки пунктов в маршрут не рассматривался.

*Этап 3. Определение очередности объезда пунктов маршрута.*

На этом этапе все пункты маршрута, начиная с А, связываются такой замкнутой линией, которая соответствует кратчайшему пути объезда этих пунктов. Первоначально, при использовании метода сумм, строится таблица, называемая симметричной матрицей. Для маршрута АЖЗИКЛМ она приведена в табл. 19.

По главной диагонали в ней расположены пункты, включаемые в маршрут. Цифры в табл. 19 показывают расстояния между этими пунктами. Дополнительно в этой матрице имеется итоговая строка – строка сумм. В ней проставляют сумму расстояния по каждому столбцу. Затем строят начальный маршрут из трех пунктов, имеющих максимальную сумму по

Таблица 19

**Симметричная матрица для маршрута АЖЗИКЛМ**

А	6	6	5	7	8	11
6	<b>Ж</b>	8	5	7	6	11
6	8	3	4	6	7	6

5	5	4	И	2	3	6
7	7	6	2	К	2	5
8	6	7	3	2	Л	7
11	11	6	6	5	7	М
43	43	37	21	27	33	46

своему столбцу. В табл. 19 максимальные суммы имеют столбцы *A, Ж, М*. Принимаем маршрут *AЖМА*. В него включают следующий пункт с максимальной суммой, т.е. пункт *З*. Чтобы определить, между какими пунктами его следует вставить, надо поочередно включать этот пункт между каждой соседней парой *AЖ, ЖМ, МА*. При этом для каждой пары этих пунктов находят величину прироста пробега автомобиля на маршруте при включении в начальный маршрут вновь выбранного пункта. Величину этого прироста  $\Delta_{кр}$  находят по формуле

$$\Delta_{кр} = L_{13} + L_{23} - L_{12}, \quad (5.8)$$

где  $L$  – расстояние; 1 – первый соседний пункт; 2 – второй соседний пункт; 3 – включаемый пункт.

В рассматриваемом примере в начальном маршруте ( $1 = A, 2 = Ж, 3 = З$ ) для первых двух соседних пунктов *AЖ*:  $\Delta_{AЖ} = L_{A3} + L_{ЗЖ} - L_{AЖ}$ . Соответствующие расстояния между пунктами берем из табл. 19;  $\Delta_{AЖ} = 6+8-6=8$ ;  $\Delta_{ЖМ} = 8+6-11=3$ ;  $\Delta_{МА} = 6+6-11=1$ . Из всех полученных  $\Delta$  выбирают минимальное значение и между соответствующими пунктами вставляют данный пункт. В данном случае минимальный  $\Delta_{МА}$ , поэтому получаем маршрут *AЖМЗА*. Вновь в табл. 19 находят не принимавшийся в расчет пункт с максимальной суммой по столбцу: это пункт *Л*. Все дальнейшие расчеты производятся так же, как было указано выше:  $\Delta_{AЖ} = 8+6-6 = 8$ ;  $\Delta_{ЖМ} = 6+7-11 = 2$ ;  $\Delta_{МЗ} = 7+7-6 = 8$ ;  $\Delta_{ЗА} = 7+8-6 = 9$ . Как видно из расчетов, наименьшее расстояние  $\Delta_{ЖМ}$ , поэтому пункт *Л* включается между *ЖМ* и получается маршрут *AЖЛМЗА*.

Выполнив аналогичные расчеты для пунктов *К* и *И*, получаем маршрут объезда *AЖИЛКМЗА*, протяженность которого составляет 33 км. Можно утверждать, что полученная последовательность объезда пунктов маршрута дает меньший или весьма близкий к наименьшему путь движения. На рис. 55 представлены схемы движения автомобилей по маршрутам *AЖИЛКМЗА* и *AЖМЛКМЗА*.

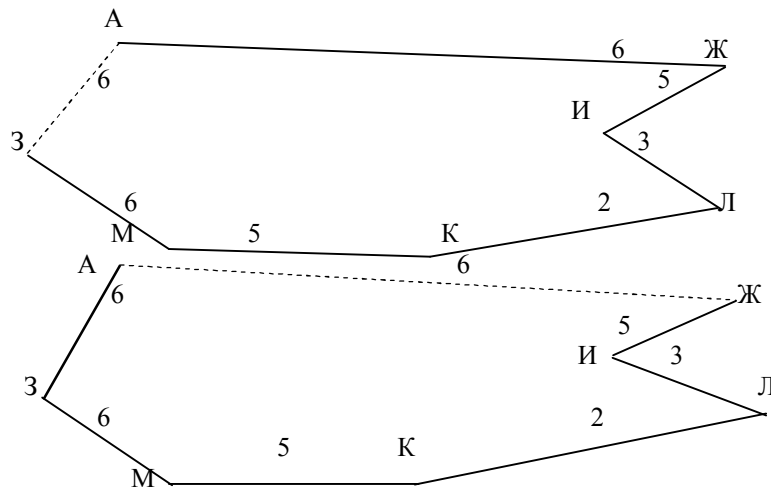


Рис. 55. Схемы движения автомобилей по маршрутам

#### Этап 4. Проверка на минимум транспортной работы.

Критерий решения задачи – аналогичный.

Результаты расчета выработки в т·км представлены в табл. 20.

Таблица 20



### Результаты расчета

Номер маршрута	Порядок объезда	Выработка, т·км
1	<i>АЖИЛКМЗА</i>	33,4
2	<i>АЗМКЛИЖА</i>	45,10

Принимаем для дальнейшего проектирования маршрут №1 – *АЖИЛКМЗА*, поскольку ему соответствует минимальная выработка в тонно-километрах. Расчет результатов функционирования автомобиля выполним, используя формулы (4.41) – (4.45). Результаты представлены в табл.21.

Таблица 21

### Результаты функционирования автомобиля

Маршрут	$Q$ , т	$L_c$ , км	$t_{рм}$ , ч	$P$ , т·км
<i>АЖИЛКМЗА</i>	2,5	33,0	2,07	33,4

В случае если перевозимый груз относится к грузам первого класса, для перевозки груза на спроектированном маршруте достаточно автомобиля с грузоподъемностью 2,5 т. Если нет автомобиля требуемой грузоподъемности или груз не первого класса, то требуется другой автомобиль, большей грузоподъемности.

### Контрольные вопросы

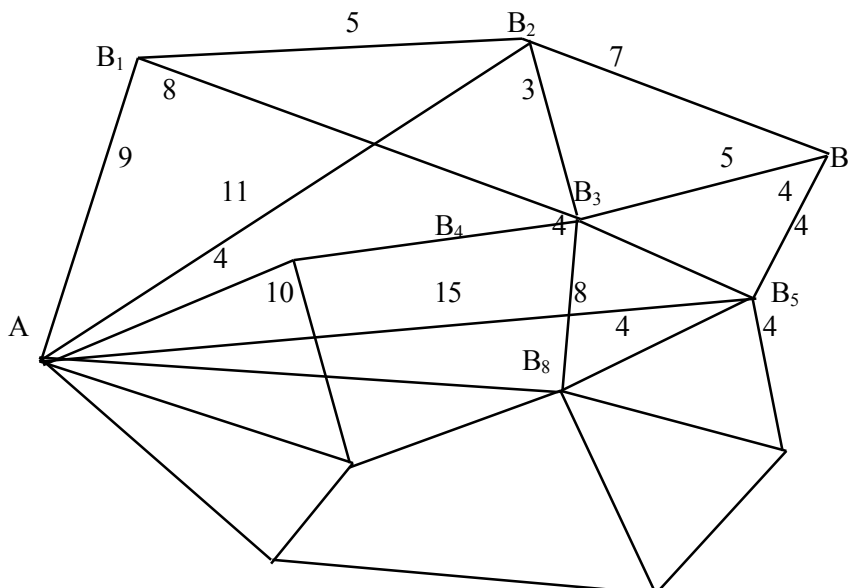
1. Что называется звеном транспортной сети?
2. Что называется кратчайшей связывающей сетью?
3. Перечислите этапы нахождения кратчайшей связывающей сети.
4. Назовите условие, которое требуется соблюдать при нахождении кратчайшей связывающей сети.
5. Перечислите этапы метода сумм.
6. Как производится проверка на минимум транспортной работы?

### 5.2.3. Маршрутизация методом Кларка-Райта

Решение задачи маршрутизации методом Кларка-Райта выполним на примере с большим, чем 6, количеством клиентов. Рассмотрим решение задачи на следующем примере.

*Этап 1. Исходная информация.*

Имеется заявка на перевозку груза с условиями: необходимо доставить груз одиннадцати потребителям, критерий решения задачи – аналогичный. Для упрощения расчетов примем, что потребность в грузе каждого клиента равна 1 т; известны адреса клиентов, поставщика и их взаимное расположение; грузы транспортно однородны; затраты времени на погрузку - выгрузку 1 т груза  $\tau_{пв} = 0,2$ ч; среднее время на нахождение в пункте маршрута  $t_3 = 0,2$  ч; класс груза – первый;  $V_T = 25$  км/ч. Взаимное расположение поставщика и потребителей представлено на рис. 56. Предельное время доставки груза – 3 ч.



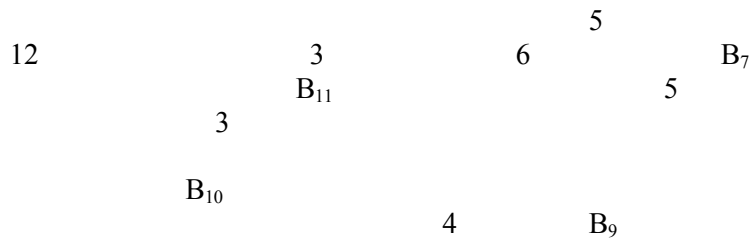


Рис. 56. Схема транспортной сети, взаимное расположение пунктов, длины звеньев

Этап 2. Маршрутизация.

Расстояния между пунктами определены и представлены в табл. 22. Матрица расстояний симметрична, поэтому достаточно привести половину таблицы.

Таблица 22

**Расстояния между парой пунктов**

A												
9	B <sub>1</sub>											
11	5	B <sub>2</sub>										
8	8	3	B <sub>3</sub>									
4	12	7	4	B <sub>4</sub>								
12	12	7	4	8	B <sub>5</sub>							
13	12	7	5	9	4	B <sub>6</sub>						
15	16	11	8	12	4	8	B <sub>7</sub>					
10	16	11	8	12	4	8	5	B <sub>8</sub>				
16	22	17	13	17	9	13	5	6	B <sub>9</sub>			
12	21	17	14	13	10	14	9	6	4	B <sub>10</sub>		
7	16	14	11	10	7	11	8	3	4	3	B <sub>11</sub>	

Первоначально строят план, состоящий из маятниковых маршрутов, на каждом из которых предполагается обслуживать одного потребителя (табл. 23).

Условно полагаем, что имеется автомобиль грузоподъемностью 1 т. Таким образом, для исполнения плана требуется одиннадцать ездов. В действительности первоначальный план есть не что иное, как радиальный маршрут, схема которого представлена на рис. 57.

Таблица 23

**План маятниковых маршрутов, с обратным не груженым пробегом**

Маршрут	Длина маршрута, км	Время оборота, ч
A-B <sub>1</sub> -A	18	0,92
A-B <sub>2</sub> -A	22	1,08
A-B <sub>3</sub> -A	16	0,84
A-B <sub>4</sub> -A	8	0,52
A-B <sub>5</sub> -A	24	1,16
A-B <sub>6</sub> -A	26	1,24
A-B <sub>7</sub> -A	30	1,4
A-B <sub>8</sub> -A	20	1,0
A-B <sub>9</sub> -A	32	1,48

<i>A-B<sub>10</sub>-A</i>	24	1,16
<i>A-B<sub>11</sub>-A</i>	14	0,76
Итого	234,0	11,56

Количество автомобилей может быть определено посредством построения графика работы автомобилей. Для этого условимся, что в примере односменный режим работы, обеденный перерыв в *A* с 12.00 до 13.00. Для построения графика работы расположим времена оборотов по убыванию (табл. 24). Построим график работы автомобилей, результат

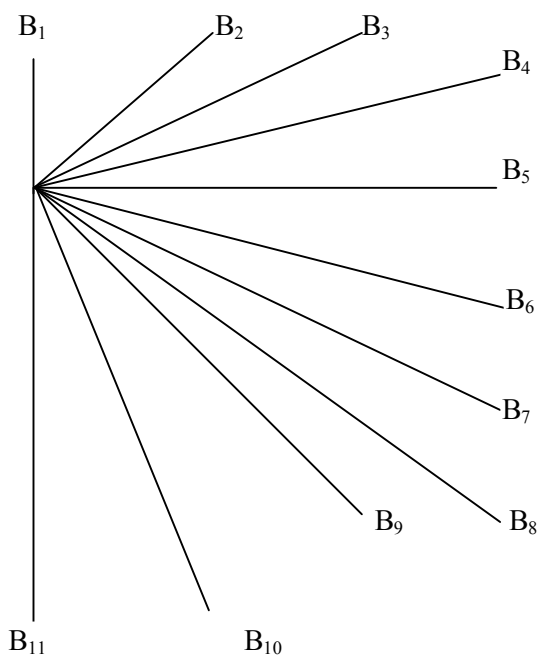


Рис. 57. Радиальная транспортная схема (маршрут)

представлен на рис. 58.

Таким образом, показано (см. рис. 58), что для перевозок груза требуется два автомобиля, первый работает с 8,00 до 17,00 ч, второй автомобиль работает с 8,10 до 11,78 ч. Суммируя длины маршрутов и время на исполнение ездки, получаем, что для исполнения плана работы (11,0 т и 117,0 т·км) требуется 11,68 ч (а не 11,56 ч) и 234,0 км пробега (см. табл. 23).

Таблица 24

### Группировка времен оборотов

№ п/п	Маршрут	Время оборота, ч
1	<i>A-B<sub>9</sub>-A</i>	1,48
2	<i>A-B<sub>7</sub>-A</i>	1,4
3	<i>A-B<sub>6</sub>-A</i>	1,24
4	<i>A-B<sub>5</sub>-A</i>	1,16
5	<i>A-B<sub>10</sub>-A</i>	1,16
6	<i>A-B<sub>2</sub>-A</i>	1,08
7	<i>A-B<sub>8</sub>-A</i>	1,0
8	<i>A-B<sub>1</sub>-A</i>	0,92
9	<i>A-B<sub>3</sub>-A</i>	0,84
10	<i>A-B<sub>11</sub>-A</i>	0,76
11	<i>A-B<sub>4</sub>-A</i>	0,52

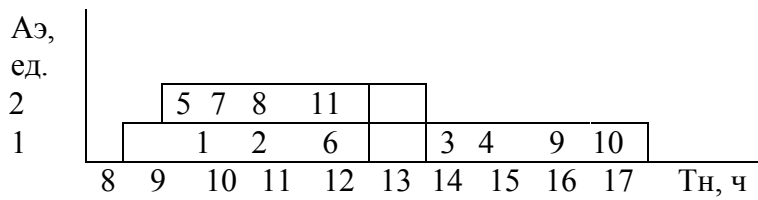


Рис. 58. График работы автомобилей:  
1, 2, ..., 11 – порядковые номера маршрутов (табл. 24)

**Контрольные вопросы**

1. Что определяется на первом этапе при использовании метода Кларка-Райта?
2. Какая задача решается на втором этапе метода Кларка-Райта?
3. План, каких маршрутов получается первоначально при использовании метода Кларка-Райта?
4. Как определяется количество автомобилей на радиальном маршруте?
5. Для задач, какой размерности применим метод Кларка-Райта?

Далее рассматривают возможность объединения двух маршрутов в один. В результате объединения двух маятниковых маршрутов получаем один развозочный. Затем из маятниковых и полученных развозочных маршрутов выбирают такие два, которые после объединения обеспечивают наибольшее сокращение суммарных затрат времени на выполнение работы. Процесс заканчивается, когда не остается ни одной пары маршрутов, которые целесообразно объединить в один, при условии не превышения предельного времени доставки груза (если время позволяет, то причиной отказа от объединения является отсутствие уменьшения суммарного показателя или отсутствие автомобиля для исполнения объединенного маршрута). Для осуществления объединения маршрутов строят матрицу проезда и выигрышей (табл. 25). В столбцах табл. 25 (с  $B_1$  до  $B_{11}$ ) в правой колонке указано время проезда от данного пункта до любого другого, а в левой колонке столбца указаны величины выигрыша времени, которые можно получить в результате объединения соответствующих маятниковых маршрутов в один развозочный маршрут.

Таблица 25

**Матрица проезда и выигрышей**

Q, т	A												
1,0	0,36	B <sub>1</sub>											
1,0	0,44	0,6	0,2	B <sub>2</sub>									
1,0	0,32	<b>0,36</b>	0,32	0,64	0,12	B <sub>3</sub>							
1,0	0,16	0,04	0,48	0,48	0,28	0,32	0,16	B <sub>4</sub>					
1,0	0,48	0,36	0,48	0,48	0,28	0,6	0,16	0,32	0,32	B <sub>5</sub>			
1,0	0,52	0,4	0,48	0,48	0,28	0,12	0,2	0,0	0,36	0,84	0,16		
1,0	0,6	0,32	0,64	0,4	0,44	0,0	0,32	0,0	0,48	0,64	0,16		
1,0	0,4	0,12	0,64	0,4	0,44	0,0	0,32	0,0	0,48	0,64	0,16		
1,0	0,64	0,12	0,88	0,4	0,64	0,28	0,52	0,0	0,68	0,64	0,36		
1,0	0,48	0,00	0,84	0,36	0,68	0,24	0,56	0,2	0,52	0,44	0,4		

1,0	0,28	0,00	0,64	0,28	0,56	0,24	0,44	0,2	0,4	0,44	0,28
-----	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	------	------

Окончание табл. 25

Q, т	A											
1,0	0,52	B <sub>6</sub>										
1,0	0,6	0,8	0,32	B <sub>7</sub>								
1,0	0,4	0,0	0,32	0,8	0,2	B <sub>8</sub>						
1,0	0,64	0,0	0,52	0,64	0,2	0,8	0,24	B <sub>9</sub>				
1,0	0,48	0,0	0,56	0,52	0,36	0,32	0,24	0,32	0,16	B <sub>10</sub>		
1,0	0,28	0,0	0,44	0,44	0,32	0,4	0,12	0,2	0,28	0,2	0,12	B <sub>11</sub>

Примечание. Q – плановый объем завоза груза.

Расчет выигрыша времени рассмотрим на примере элемента, стоящего в левой колонке столбца 1 и строке 3. Этот элемент соответствует объединению маршрутов  $A-B_1-A$  и  $A-B_3-A$ , в результате получается маршрут  $A-B_1-B_3-A$ . В новом маршруте вместо проезда от  $B_1$  к  $A$  и от  $A$  к  $B_3$  ( $0,36+0,32=0,68$  ч) время на проезд от пункта  $B_1$  к пункту  $B_3$  составит  $0,32$  ч. Выигрыш от объединения маршрутов в один составит  $0,68 - 0,32 = 0,36$  ч, что указано в рассматриваемой клетке табл. 25. Поскольку для дальнейших расчетов требуются только величины выигрышей, представим их отдельно (табл. 26).

Таблица 26

### Матрица выигрышей

Q, т	I											
1,0	2	B1										
1,0	2	0,6	B2									
1,0	2	0,36	0,64	B3								
1,0	2	0,04	0,48	0,32	B4							
1,0	1	0,36	0,48	0,6	0,32	B5						
1,0	1	0,4	0,48	0,12	0,0	<b>0,84</b>	B6					
1,0	2	0,32	0,4	0,0	0,0	0,64	<b>0,8</b>	B7				
1,0	2	0,12	0,4	0,0	0,0	0,64	0,0	<b>0,8</b>	B8			
1,0	2	0,12	0,4	0,28	0,0	0,64	0,0	0,64	<b>0,8</b>	B9		
1,0	2	0,00	0,36	0,24	0,2	0,44	0,0	0,52	0,32	0,32	B10	
1,0	2	0,00	0,28	0,24	0,2	0,44	0,0	0,44	0,4	0,2	0,2	B11

Присоединим к матрице выигрышей дополнительный столбец индикатора (I). Значения индикатора строки указывают, что пункт является внутренним (0) (табл. 30), первым или последним пунктом развозочного маршрута (1) (табл. 28), или он включен в маятниковый маршрут (2). В табл. 26 показано, что наибольший выигрыш (0,64) достигается при объединении маятниковых маршрутов  $A-B_5-A$  и  $A-B_6-A$  в развозочный маршрут  $A-B_5-B_6-A$ .

Результаты работы, рассчитанные по формулам (4.41) – (4.45), представлены в табл. 27.

Таблица 27

### Результаты работы

№ п/п	Маршрут	Длина, км	Время оборота, ч	Выработка в тоннах
1	<i>A-B<sub>5</sub>-B<sub>6</sub>-A</i>	29,0	1,76	2,0

После объединения в соответствующих строках меняются элементы первого и второго столбцов (табл. 28). Вместо использованного выигрыша (столбец  $B_5$  и строка  $B_6$  табл. 26) проставляем нуль в табл. 28, где представлена матрица выигрышей после первого объединения маршрутов. В табл. 28 показано, что далее наибольший выигрыш достигается при объединении маршрутов  $A-B_7-A$  и  $A-B_5-B_6-A$  в  $A-B_6-B_5-B_7-A$ ;  $A-B_8-A$  и  $A-B_9-A$  в  $A-B_8-B_9-A$ ;  $A-B_7-A$  и  $A-B_8-A$  в  $A-B_8-B_7-A$ . Наибольший выигрыш отыскивают в строках, которые соответствуют пунктам с индикаторами не равными нулю.

Таблица 28

### Матрица выигрышей после первого объединения маршрутов

Q, т	I											
1,0	2	$B_1$										
1,0	2	0,6	$B_2$									
1,0	2	0,36	0,64	$B_3$								
1,0	2	0,04	0,48	0,32	$B_4$							
	1	0,36	0,48	0,6	0,32	$B_5$						
2,0	1	0,4	0,48	0,12	0,0	0	$B_6$					
1,0	2	0,32	0,4	0,0	0,0	0,64	0,8	$B_7$				
1,0	2	0,12	0,4	0,0	0,0	0,64	0,0	0,8	$B_8$			
1,0	2	0,12	0,4	0,28	0,0	0,64	0,0	0,64	0,8	$B_9$		
1,0	2	0,00	0,36	0,24	0,2	0,44	0,0	0,52	0,32	0,32	$B_{10}$	
1,0	2	0,00	0,28	0,24	0,2	0,44	0,0	0,44	0,4	0,2	0,2	$B_{11}$

Таблица 29

### Результаты работы

№ п/п	Маршрут	Длина, км	Время оборота, ч	Выработка в тоннах
1	<i>A-B<sub>6</sub>-B<sub>5</sub>-B<sub>7</sub>-A</i>	36,0	2,04	3,0
2	<i>A-B<sub>6</sub>-B<sub>5</sub>-B<sub>7</sub>-B<sub>8</sub>-A</i>	43	3,12	4,0
3	<i>A-B<sub>8</sub>-B<sub>9</sub>-A</i>	32,0	1,88	2,0
4	<i>A-B<sub>8</sub>-B<sub>7</sub>-A</i>	37,0	2,08	2,0

Из последних двух маршрутов (см. табл. 27) выбираем № 3, т.к. для доставки того же объема груза требуется меньшее время. Маршрут №2 организовать нельзя, т.к. время оборота превышает 3 ч.

### Контрольные вопросы

1. Каким образом получается развозочный маршрут при использовании метода Кларка-Райта?
2. Каким критерием руководствуются при объединении маятниковых и развозочных маршрутов при использовании метода Кларка-Райта?
3. Перечислите критерии отказа в объединении маршрутов при использовании метода Кларка-Райта.
4. Какую матрицу строят для объединения маршрутов при использовании метода Кларка-Райта?

5. Для чего в матрицу проезда и выигрышей добавляют столбец индикатора?
6. Чему равно значение индикатора строки, чтобы в ней отыскивать наибольший выигрыш?

Пункт  $B_5$  (маршрут №1, табл. 29) стал внутренним пунктом развозочного маршрута (т.к. находится между пунктами  $B_7$  и  $B_6$ ), поэтому вместо использованных выигрышей строки и столбца  $B_5$  и тех, которые не удалось использовать, поскольку выбрали маршрут №2 (табл. 29), проставляем нули в табл. 30, где представлена матрица выигрышей после второго объединения маршрутов.

В табл. 30 представлено, что наибольший выигрыш достигается при объединении маршрутов  $A-B_2-A$  и  $A-B_3-A$  в  $A-B_2-B_3-A$ ;  $A-B_1-A$  и  $A-B_2-B_3-A$  в  $A-B_1-B_2-B_3-A$ ;  $A-B_4-A$  и  $A-B_1-B_2-B_3-A$  в  $A-B_1-B_2-B_3-B_4-A$ ;  $A-B_8-B_9-A$  и  $A-B_{10}-A$  в  $A-B_8-B_9-B_{10}-A$ ;  $A-B_8-B_9-A$  и  $A-B_{11}-A$  в  $A-B_8-B_9-B_{11}-A$ ;  $A-B_{10}-A$  и  $A-B_8-B_9-B_{11}-A$  в  $A-B_{11}-B_{10}-B_9-B_8-A$ .

Таблица 30

**Матрица выигрышей после второго объединения маршрутов**

Q, т	I											
1,0	2	$B_1$										
1,0	2	<b>0,6</b>	$B_2$									
1,0	2	0,36	<b>0,64</b>	$B_3$								
1,0	2	0,04	0,48	0,32	$B_4$							
	0	0,36	0,48	0,6	0,32	$B_5$						
	1	0,4	0,48	0,12	0,0	<b>0</b>	$B_6$					
3,0	1	0,32	0,4	0,0	0,0	0	<b>0</b>	$B_7$				
	1	0,12	0,4	0,0	0,0	0	0,0	<b>0</b>	$B_8$			
2,0	1	0,12	0,4	0,28	0,0	0	0,0	0	<b>0</b>	$B_9$		
1,0	2	0,00	0,36	0,24	0,2	0,44	0,0	0,52	0,32	0,32	$B_{10}$	
1,0	2	0,00	0,28	0,24	0,2	0,44	0,0	0,44	0,4	0,2	0,2	$B_{11}$

Показатели работы на маршрутах представлены в табл. 31. Вносим соответствующие изменения в 1-й и 2-й столбцы в табл. 32, где представлена матрица выигрышей после третьего объединения маршрутов.

Таблица 31

**Результаты расчета**

№ п/п	Маршрут	Длина, км	Время оборота, ч	Выработка, т
1	$A-B_1-B_2-B_3-B_4-A$	25,0	2,4	4,0
2	$A-B_{11}-B_{10}-B_9-B_8-A$	30,0	2,6	4,0
3	$A-B_8-B_9-B_{10}-A$	32,0	2,28	3,0
4	$A-B_8-B_9-B_{11}-A$	31,0	2,24	3,0

Из последних двух маршрутов (табл. 31) выбираем № 4, т.к. для доставки того же объема груза требуется меньшее время.

Таблица 32

**Матрица выигрышей после третьего объединения маршрутов**

Q, т	I				
	1	$B_1$			
	0	<b>0,6</b>	$B_2$		
	0	0,36	<b>0,64</b>	$B_3$	
4,0	1	0,04	0,48	0,32	$B_4$

	0	0,36	0,48	0,6	0,32	$B_5$						
	1	0,4	0,48	0,12	0,0	0	$B_6$					
3,0	1	0,32	0,4	0,0	0,0	0	0	$B_7$				
	1	0,12	0,4	0,0	0,0	0	0,0	0	$B_8$			
	0	0,12	0,4	0,28	0,0	0	0,0	0	0	$B_9$		
	0	0,00	0,36	0,24	0,2	0,44	0,0	0,52	0,32	0,32	$B_{10}$	
4,0	1	0,00	0,28	0,24	0,2	0,44	0,0	0,44	0,4	0,2	0,2	$B_{11}$

Выполним проверку порядка включения пунктов в маршрут методом сумм на примере маршрута  $A-B_{11}-B_{10}-B_9-B_8-A$ .

Этап 3. Определение порядка включения пунктов в маршрут.

Таблица 33

**Симметричная матрица для маршрута  $A-B_{11}-B_{10}-B_9-B_8-A$**

A	10	16	12	7
10	$B_8$	6	6	3
16	6	$B_9$	6	4
12	6	6	$B_{10}$	3
7	3	4	3	$B_{11}$
45	25	32	27	17

Проведение дальнейших расчетов показало, что приемлемая последовательность объезда пунктов  $A-B_8-B_9-B_{10}-B_{11}-A$ . Проверка порядка объезда маршрутов выполнена аналогично примеру с использованием метода сумм. Расчет результатов функционирования автомобиля выполнен по формулам (4.41) – (4.45) (табл. 34).

Таблица 34

**Результаты функционирования автомобиля на развозочных маршрутах**

№ п/п	Маршрут	Q, т	L <sub>m</sub> , км	t <sub>рм</sub> , ч	P, т·км
1	$A-B_4-B_3-B_2-B_1-A$	4,0	25,0	2,4	39,0
2	$A-B_6-B_5-B_7-A$	3,0	36,0	2,04	51,0
3	$A-B_{11}-B_{10}-B_9-B_8-A$	4,0	30,0	2,6	59,0
Итого		11,0	91,0	7,04	149,0

Для доставки груза в рассматриваемом примере требуется выполнить 3 ездки на развозочных маршрутах (см. табл. 34). Построим график исполнения работы на полученных развозочных маршрутах. На рис. 59 показано, что работу на спланированных маршрутах выполнит один автомобиль, а не два.

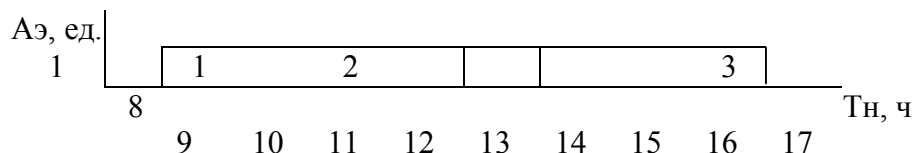


Рис. 59. График работы автомобиля

В случае, если перевозимый груз относится к грузам первого класса, то для перевозки груза достаточно автомобиля с грузоподъемностью 4 т. Если нет автомобиля требуемой грузоподъемности или груз не первого класса, то нужен другой автомобиль, большей грузоподъемности.



### **Контрольные вопросы**

1. Чему равно значение индикатора строки для внутреннего пункта разгрузки развозочного маршрута?
2. По какому критерию отдается предпочтение в организации развозочного маршрута при равной выработке в тоннах?
3. При использовании метода сумм какие пункты входят в первоначальный маршрут?
4. Что дает проверка порядка объезда пунктов маршрута?

Проектирование сборных маршрутов, по мнению многих ученых не отличается от вышерассмотренного.

#### **5.2.4. Проектирование развозочно-сборного маршрута**

Методика проектирования развозочно-сборного маршрута (при маршрутизации перебором вариантов маршрута) отличается от ранее рассмотренных методик использованием формул расчета выработки для развозочно-сборного маршрута, например, (4.49) – (4.55). Проектирование развозочно-сборного маршрута (при маршрутизации методом сумм) имеет отличия от ранее рассмотренной методики. Покажем отличия на следующем примере. Так, по итогам решения получена кратчайшая связывающая сеть настоящего примера, представленная на рис. 60, где также проставлены объемы завозимого (+) и вывозимого (-) грузов. По условиям примера имеется автомобиль грузоподъемностью 2500 кг.

##### *Этап 3. Набор пунктов в маршруты.*

По каждой ветви сети, начиная с той, которая имеет наибольшее число звеньев, группируют пункты в маршруты с учетом количества ввозимого и вывозимого груза и вместимости подвижного состава. Если все пункты данной ветви не могут быть включены в один маршрут, то ближайшие к другой ветви пункты группируются вместе с пунктами этой ветви.

В рассматриваемом примере грузоподъемность автомобиля составляет 2500 кг груза. Исходя из этого пункты можно сгруппировать так, как это показано в табл. 35.

Таблица 35

#### **Группировка пунктов в маршруты**

Пункты	Маршрут № 1		Пункты	Маршрут № 2	
	Количество груза, ед.			Количество груза, ед.	
	Ввоз	Вывоз		Ввоз	Вывоз
<i>В</i>	300	800	<i>Ж</i>	600	1000
<i>Г</i>	100	200	<i>И</i>	400	400
<i>Б</i>	600	600	<i>З</i>	200	100
<i>Е</i>	1000	-	<i>К</i>	300	300
<i>Д</i>	500	700	<i>Л</i>	400	-
			<i>М</i>	400	700
Итого	2500	2300	Итого	2300	2500

При этом пункт *Ж* не вошел в маршрут №1, автомобиль не смог бы принять его груз, и он расположен ближе остальных к другой ветви сети.

##### *Этап 4. Определение очередности объезда пунктов маршрута.*

Выполняется аналогично методу сумм, что привело к получению маршрутов, представленных в табл. 36.

##### *Этап 5. Проверка на минимум транспортной работы.*

Производят расчет грузооборота. В общем случае расчеты должны производиться для случаев прохождения пунктов маршрутов по часовой стрелке и против нее. Направление объезда маршрута определяется меньшей величиной грузооборота (см. табл. 36).

Таблица 36

**Результаты расчета**

Номер маршрута	Порядок объезда	Выработка в т·км
1	<i>АЕБГВДА</i>	49,60
2	<i>АЗМКЛИЖА</i>	71,60

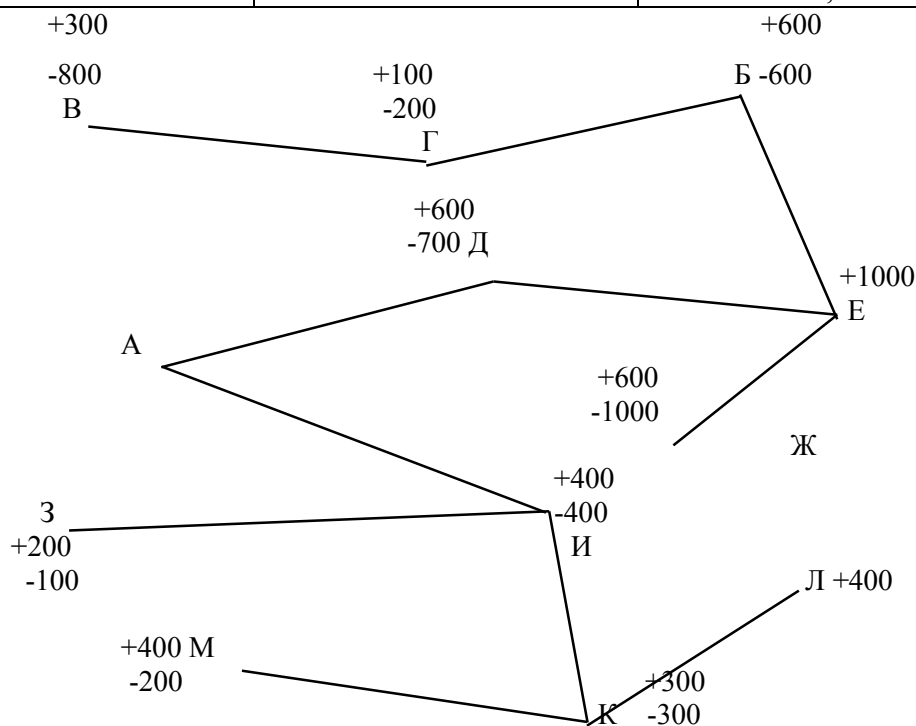


Рис. 60. Кратчайшая связывающая сеть и объемы завоза и вывоза грузов

Объезд обоих маршрутов в обратном направлении невозможен вследствие превышения на одном из звеньев маршрута грузопместимости автомобиля, в результате чего не выполняется запланированный объем перевозок на каждом маршруте. Однако, возможно, это частный случай, характерный для данного примера.

Поэтому проверку на минимум транспортной работы необходимо проводить в обязательном порядке для случаев прохождения пунктов маршрутов по часовой стрелке и против нее. Расчет результатов функционирования автомобиля осуществляется с использованием формул расчета выработки (4.49) – (4.55).

Отразим особенности решения задачи маршрутизации при использовании метода Кларка-Райта (данные – см. предыдущую задачу маршрутизации методом Кларка-Райта).

Таблица 37

**План маятниковых маршрутов, с обратным груженым**

**пробегом, но с разной загрузкой**

Маршрут	Длина маршрута, км	Время оборота, ч
<i>A-B<sub>1</sub>-A</i>	18	0,94
<i>A-B<sub>2</sub>-A</i>	22	1,1
<i>A-B<sub>3</sub>-A</i>	16	0,86
<i>A-B<sub>4</sub>-A</i>	8	0,54
<i>A-B<sub>5</sub>-A</i>	24	1,18
<i>A-B<sub>6</sub>-A</i>	26	1,26

окончание табл. 37

<i>A-B<sub>7</sub>-A</i>	30	1,42
<i>A-B<sub>8</sub>-A</i>	20	1,02
<i>A-B<sub>9</sub>-A</i>	32	1,5
<i>A-B<sub>10</sub>-A</i>	24	1,18
<i>A-B<sub>11</sub>-A</i>	14	0,78
Итого	234,0	11,78/11,83

Дополнительно из пунктов  $B_1-B_{11}$  в направлении  $A$  запланирована доставка груза (например, тары) в размере 10 % от завозимого в них груза. Первоначальный план, состоящий из маятниковых маршрутов с обратным груженым пробегом, но с меньшей загрузкой в обратном направлении, представлен в табл. 37.

Условно полагаем, что у нас есть автомобиль грузоподъемностью 1 т. В отличие от ранее рассмотренной схемы (см. рис. 56), в направлении п.  $A$  перевозится тара, т.е. холостой пробег отсутствует. Количество автомобилей определится также посредством построения графика работы автомобилей. Для этого условимся, что в примере односменный режим работы, обеденный перерыв в  $A$  с 12.00 до 13.00. Для построения графика работы расположим времена оборотов по убыванию (табл. 38).

Таблица 38

**Группировка времен оборотов**

№ п/п	Время оборота, ч
1	1,5
2	1,42
3	1,26
4	1,18
5	1,18
6	1,1
7	1,02
8	0,94
9	0,86
10	0,78
11	0,54

Аналогично ранее рассмотренному примеру построим график исполнения работы автомобилей, представленный на (рис. 61).

Аэ,  
ед.

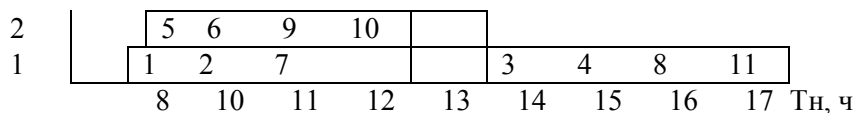


Рис. 61. График работы автомобилей

Первый автомобиль работает с 8,00 до 16,92 ч, второй автомобиль – с 8,10 до 12,01 ч. Фактическое время исполнения работы составит двумя автомобилями 11,83 ч (см. табл. 37, цифра после / в столбце «Итого»). Таким образом, для исполнения плана требуется двадцать две ездки. Суммируя длины маршрутов и время на исполнение работ (см. рис. 61), получаем, что для исполнения плана работы (12,1 т и 128,7 т·км) требуется 11,83 (а не 11,78 ч) и 234,0 км пробега (см. табл. 37).

В результате последующего объединения маятниковых маршрутов получаются развозочно-сборные маршруты. Дальнейшие процедуры по объединению маршрутов выполнены аналогично. Расчет результатов работы выполнен согласно формул (4.49) – (4.55), итоги представлены в табл. 39.

Таблица 39

**Результаты расчетов**

№ п/п	Маршрут	Длина, км	Время оборота, ч
1	<i>A-B<sub>10</sub>-B<sub>7</sub>-B<sub>9</sub>-A</i>	36,0	2,74
2	<i>A-B<sub>3</sub>-B<sub>5</sub>-B<sub>8</sub>-B<sub>11</sub>-A</i>	26,0	2,52
3	<i>A-B<sub>1</sub>-B<sub>2</sub>-B<sub>4</sub>-B<sub>6</sub>-A</i>	43,0	3,2

Выполним проверку целесообразности перестановок пунктов, входящих в маршруты методом сумм. Расчет результатов работы автомобиля выполним по формулам (4.49) – (4.55).

Таблица 40

**Результаты функционирования автомобиля на развозочно-сборных маршрутах**

№ п/п	Маршрут	<i>Q</i> , т	<i>L<sub>м</sub></i> , км	<i>t<sub>рм</sub></i> , ч	<i>P</i> , т·км
1	<i>A-B<sub>10</sub>-B<sub>9</sub>-B<sub>7</sub>-A</i>	3,3	36,0	2,5	54,9
2	<i>A-B<sub>11</sub>-B<sub>8</sub>-B<sub>5</sub>-B<sub>3</sub>-A</i>	4,4	26,0	2,52	54,5
3	<i>A-B<sub>4</sub>-B<sub>6</sub>-B<sub>2</sub>-B<sub>1</sub>-A</i>	4,4	34,0	2,84	69,4
Итого		12,1	96,0	7,86	178,8

Построим график работы во времени (рис. 62). Для осуществления доставки груза достаточно одного автомобиля, а не двух. Если перевозимый груз относится к грузам первого класса, то для работы на развозочно-сборных маршрутах достаточно автомобиля с грузоподъемностью 4,4 т. Если нет автомобиля требуемой грузоподъемности или груз не первого класса, то нужен иной автомобиль большей грузоподъемности.

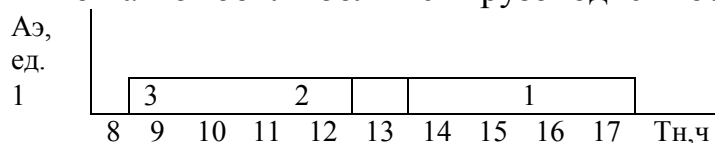


Рис. 62. График исполнения работы

В случае, когда загрузка автомобиля в направлении  $B-A$  равна загрузке в направлении  $A-B$  ( $\gamma_1 = \gamma_2$ ), первоначальный план будет состоять из маятниковых маршрутов, с обратным груженым пробегом (табл. 41). В настоящем примере также воспользуемся данными предыдущей задачи.

Условно полагаем, что у нас есть автомобиль грузоподъемностью 1 т. Количество автомобилей также определяется посредством построения графика работы автомобилей. В рассматриваемом примере односменный режим работы, обеденный перерыв в  $A$  с 12.00 до 13.00.

Таблица 41

**План маятниковых маршрутов, с обратным груженым пробегом**

Маршрут	Длина маршрута, км	Время оборота, ч
$A-B_1-A$	18	1,12
$A-B_2-A$	22	1,28
$A-B_3-A$	16	1,04
$A-B_4-A$	8	0,72
$A-B_5-A$	24	1,36
$A-B_6-A$	26	1,44
$A-B_7-A$	30	1,6
$A-B_8-A$	20	1,2
$A-B_9-A$	32	1,68
$A-B_{10}-A$	24	1,36
$A-B_{11}-A$	14	0,96
Итого	234,0	13,76/13,8

Для построения расписания расположим времена оборотов по убыванию (табл. 42).

Аналогично ранее рассмотренному примеру построим график исполнения работы, представленный (рис. 63).

Таблица 42

**Группировка времен оборотов**

№ п/п	Маршрут	Время оборота, ч
1	$A-B_9-A$	1,68
2	$A-B_7-A$	1,6
3	$A-B_6-A$	1,44
4	$A-B_5-A$	1,36
5	$A-B_{10}-A$	1,36
6	$A-B_2-A$	1,28
7	$A-B_8-A$	1,2
8	$A-B_1-A$	1,12
9	$A-B_3-A$	1,04
10	$A-B_{11}-A$	0,96
11	$A-B_4-A$	0,72

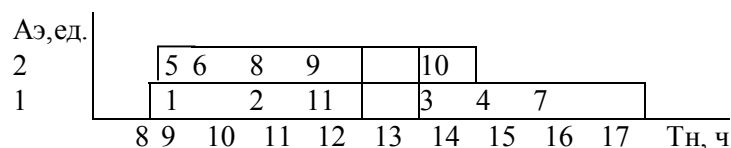


Рис. 63. График работы автомобилей

Первый автомобиль работает с 8.00 до 17.00 ч, второй автомобиль – с 8,1 ч и закончит работу в 14,9 ч (обед с 12.00 до 13.00). Фактическое время исполнения работы двумя автомобилями составит 13,8 ч. Для исполнения плана требуется двадцать две ездки. Суммируя длины маршрутов и время на исполнение работ (см. рис. 63), получаем, что для исполнения плана работы (22,0 т и 234,0 т·км) требуется 13,8 ч и 234,0 км пробега (см. табл. 41).

Дальнейшие процедуры по объединению маршрутов выполнены аналогично. В результате объединения вышеназванных маятниковых маршрутов получены развозочно-сборные маршруты, а также один маятниковый маршрут, с обратным не грузеным пробегом. Расчет результатов выполнен с использованием формул (4.49) – (4.55).

Таблица 43

**Результаты расчетов**

№ п/п	Маршрут	Длина, км	Время оборота, ч
1	<i>A-B<sub>7</sub>-B<sub>9</sub>-A</i>	36,0	2,44
2	<i>A-B<sub>3</sub>-B<sub>5</sub>-B<sub>8</sub>-A</i>	26,0	2,64
3	<i>A-B<sub>1</sub>-B<sub>2</sub>-B<sub>4</sub>-A</i>	25,0	2,6
4	<i>A-B<sub>6</sub>-A</i>	26,0	1,44
5	<i>A-B<sub>10</sub>-B<sub>11</sub>-A</i>	22,0	1,48

Выполним проверку целесообразности перестановок пунктов, входящих в развозочно-сборные маршруты методом сумм. Расчет результатов работы выполним с использованием формул, например, (4.49) – (4.55).

Таблица 44

**Результаты функционирования автомобиля**

№ п/п	Маршрут	$Q$ , т	$L_m$ , км	$t_{pm}$ , ч	$P$ , т·км
1	<i>A-B<sub>7</sub>-B<sub>9</sub>-A</i>	4,0	36,0	2,44	72,0
2	<i>A-B<sub>3</sub>-B<sub>5</sub>-B<sub>8</sub>-A</i>	6,0	26,0	2,64	78,0
3	<i>A-B<sub>1</sub>-B<sub>2</sub>-B<sub>4</sub>-A</i>	6,0	25,0	2,6	75,0
4	<i>A-B<sub>6</sub>-A</i>	2,0	26,0	1,44	52,0
5	<i>A-B<sub>10</sub>-B<sub>11</sub>-A</i>	4,0	22,0	1,48	44,0
Итого		22,0	135,0	10,6	321,0

Построим график исполнения работы во времени (рис. 64). Первый автомобиль работает с 8,00 до 16,68 ч. Второй автомобиль работает с 8,30 до 11,22 ч. Если перевозимый груз относится к грузам первого класса, то достаточно двух автомобилей с грузоподъемностью, соответственно равной 6 и 4 т.

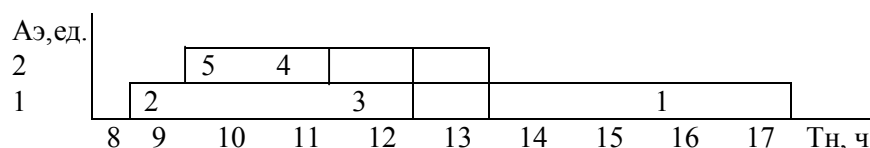


Рис. 64. График исполнения работы

Если нет автомобилей требуемой грузоподъемности или груз не первого класса, то необходимы другие два автомобиля большей грузоподъемности.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите отличия методики проектирования развозочно-сборного маршрута от ранее рассмотренных.
2. Отличается ли определение очередности включения пунктов в развозочно-сборный маршрут от такого же этапа проектирования развозочного маршрута?
3. Как производится проверка на минимум транспортной работы при проектировании развозочно-сборного маршрута?
4. Что может являться препятствием в выполнении проверки на минимум транспортной работы при проектировании развозочно-сборного маршрута?

#### **5.2.5. Проектирование сбора и вывоза твердых бытовых отходов группой транспортных средств**

Рассмотрим методику проектирования на примере сбора и вывоза твердых бытовых отходов на асполя в одном из районов г. Омска с использованием контейнеров (тарный вывоз).

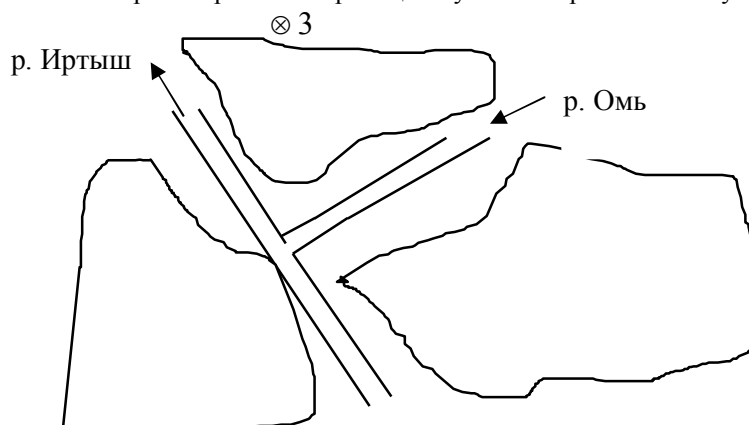
*Этап 1. Исходная информация.*

Известна заявка на перевозку груза с условиями: адреса клиентов, асполей и их взаимное расположение (условная схема расположения территории сбора и мест утилизации ТБО представлена на рис. 65).

Необходимо развезти порожние контейнеры и собрать загруженные у некоторого множества клиентов; известно также количество контейнеров в каждом пункте обмена; грузы транспортно-однородны; по условиям эксплуатации (возможность проезда, ширина внутриквартальных проездов и т.д.) требуется использование автомобиля М-30 на базе ГАЗ-53; время погрузки одного контейнера равно 1 мин; время разгрузки автомобиля равно 5 мин;  $V_T = 25$  км/ч; грузоподъемность автомобиля равна 8 контейнеров; вес брутто контейнера равен 500 кг, нетто – 400кг; время в наряде равно 10 часов, время заезда примем за 0.

*Этап 2. Закрепление потребителей за поставщиками.*

Выполним районирование. Границами условных районов обслуживания являются берега рек.



⊗ 1

⊗ 2

Рис 65. Условная схема расположения территории сбора и мест утилизации ТБО:

- территория обслуживания; ⊗ 1,2,3 – соответственно местонахождение ас-  
сполей №1, 2, 3; – направление течения рек

В результате вывоз груза в конкретном районе должен осуществляться на ближайшее ассполе (см. рис. 65).

### Этап 3. Решение задачи маршрутизации.

Решение задачи маршрутизации может производиться для каждого района самостоятельно. Решение данной задачи маршрутизации на примере одного из условных районов выполнено методом сумм. В результате получена совокупность развозочно-сборных маршрутов. Результаты функционирования автомобилей на развозочно-сборных маршрутах и расстояния от автопредприятия (АТП) до первого пункта каждого маршрута представлены в табл. 45. Второй нулевой (от ассполя до АТП) пробег равен 30 км.

Таблица 45

### Результаты функционирования автомобиля На развозочно-сборных маршрутах (первый нулевой пробег)

номер маршрута	, Т	, Т·км	, км	$t_0$ , ч	$L_{н1}$ , км
				5	6
1	4,8	52,0	115,6	2,29	10,0
2	4,8	51,0	112,4	2,28	9,5
3	4,8	54,0	120,4	2,315	10,0
4	4,8	56,0	126,0	2,42	10,5
5	4,8	52,0	115,2	2,22	10,0

окончание табл. 45

				5	6
6	4,8	59,0	131,6	2,51	10,6
7	4,8	52,0	115,6	2,29	11,0
8	4,8	51,0	112,8	2,25	11,5
9	4,8	57,0	119,6	2,42	11,4
10	4,8	55,0	135,6	2,41	12,0
11	4,8	52,0	116,0	2,29	12,4
12	4,8	62,0	140,4	2,62	12,0
13	4,8	52,0	116,0	2,29	13,0
14	4,8	56,0	126,8	2,42	14,0
15	4,8	52,0	114,8	2,29	13,4
16	4,8	57,0	119,6	2,42	17,0
17	4,8	58,0	122,4	2,51	15,1
18	4,8	61,0	136,8	2,61	16,0
19	4,8	54,0	124,4	2,32	18,0
20	4,8	53,0	128,1	2,3	20,0

### Контрольные вопросы

1. Что является границами условных районов при районировании?



2. Почему решение задачи маршрутизации может производиться по отдельным районам?
3. Для чего при проектировании маршрутов рассматривают нулевые пробеги?

*Этап 4. Набор плановых заданий.*

Расположим величины времен оборотов по убыванию (табл. 46).

Таблица 46

**Группировка времен оборотов**

№ маршрута	$t_0$ , ч	№ маршрута	$t_0$ , ч
1	2	3	4
12	2,62	3	2,315
18	2,61	20	2,3
6	2,51	1	2,29
17	2,51	7	2,29
4	2,42	11	2,29
9	2,42	13	2,29
14	2,42	15	2,29
16	2,42	15	2,29
10	2,41	8	2,25
19	2,32	5	2,22

В первое плановое задание берем самые продолжительные маршруты, т.е. 12, 18, 6. Сложим время оборотов по данным маршрутам ( $T_{H1} = 2,62 + 2,61 + 2,51 = 7,74$  ч), за остаток времени ( $10,0 - 7,74 = 2,26$  ч) автомобиль может исполнить оборот на 8 – м маршруте ( $t_0 = 2,25$  ч). Первое плановое задание включает 12-й, 18-й, 6-й, 8-й маршруты,  $T_{H1} = 9,99$  ч.

Во второе задание назначаем маршруты 17, 4 и 9 ( $T_{H2} = 2,51 + 2,42 + 2,42 = 7,35$  ч), за остаток времени ( $10,0 - 7,35 = 2,65$  ч) автомобиль может выполнить оборот на маршруте № 14 (2,42 ч). Второе плановое задание имеет продолжительность  $T_{H2} = 9,77$  ч.

В третье задание включаем маршруты 16, 10, 19 ( $T_{H3} = 2,42 + 2,41 + 2,32 = 7,15$  ч), за остаток времени ( $10,0 - 7,15 = 2,85$  ч) автомобиль может выполнить оборот на маршруте № 3 (2,315 ч).  $T_{H3} = 9,465$  ч.

В четвертое задание назначаем маршруты 20, 1, 7 ( $T_{H4} = 2,3 + 2,29 + 2,29 = 6,88$  ч), за остаток времени ( $10,0 - 6,88 = 3,12$  ч) автомобиль выполнит оборот на маршруте № 2 (2,29 ч).  $T_{H4} = 9,17$  ч.

Пятым заданием планируем исполнить обороты на оставшихся маршрутах № 13, 15 и 5 ( $T_{H5} = 2,29 + 2,29 + 2,22 = 6,8$  ч).

Для выполнения 5 плановых заданий требуется 5 автомобилей, график работы которых представлен на рис. 66.

Аэ, ед				
5	13	15	5	
4	20	1	7	11
3	16	10	19	3

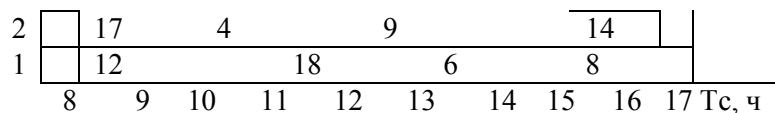


Рис. 66. График работы автомобилей

Результаты функционирования группы автомобилей рассчитаны с использованием формул (4.49) – (4.55) и представлены в табл. 47.

Таблица 47

**Результаты функционирования группы автомобилей**

№ автомобиля	$Q$ , т	$P$ , т·км	$L_{\text{общ}}$ , км	$T_{\text{н план}}$ , ч
1	19,2	521,6	275,0	11,84
2	19,2	494,8	272,1	11,72
3	19,2	500,0	267,0	11,52
4	19,2	474,7	259,0	11,2
5	14,4	345,6	199,0	8,59
$\Sigma$	91,2	2336,7	1272,1	54,87

Выполним проверку правильности начала работы каждого автомобиля (минимизация первого нулевого пробега). Представим величины первых нулевых пробегов (табл. 48).

Таблица 48

**Величины первых нулевых пробегов**

№ п/з	Значения нулевого пробега, км			
5	13	13,4	10	-
4	20	10	11	12,4

окончание табл. 48

3	17	12	18	10
2	15,1	10,5	11,4	14
1	12	16	10,6	11,5

№ п/з – номер планового задания автомобиля (см. рис. 66).

Сравнение цифр первого столбца табл. 48, соответствующих первому нулевому пробегу автомобилей, с цифрами других столбцов этой же таблицы позволяет сформулировать изменения в плане работы каждого из автомобилей, представленных на рис. 67.

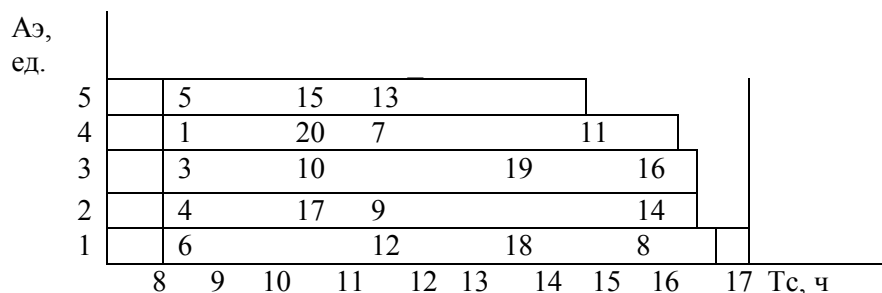


Рис. 67. Скорректированный план работы автомобилей

Результаты функционирования группы автомобилей согласно скорректированному плану работы (см. рис. 67), представлены в табл. 49.

Таблица 49

**Результаты функционирования группы автомобилей**

№ автомоби- ля	Q, т	P, т·км	Лобщ, км	Тн план, ч
1	19,2	521,6	272,0	11,72
2	19,2	494,8	262,1	11,32
3	19,2	500,0	262,0	11,32
4	19,2	474,7	254,4	11,01
5	14,4	345,6	197,6	8,53
Σ	91,2	2336,7	1248,1	53,97

Изложен теоретический и методический материал по проектированию маршрутов перевозок грузов мелкими отправлениями. Использование методик в практической деятельности АТП позволяет обеспечить достоверность и требуемую точность оперативного планирования, определить направления и возможности повышения эффективности транспортных средств.

Применение вышеизложенных методик в научных исследованиях позволяет более адекватно отражать механизмы процесса доставки груза, происходящего на практике, повышает уровень объективности знаний инженеров (менеджеров, логистиков) и научных работников, тем самым появляется возможность дальнейшего совершенствования науки и практики.

**Контрольные вопросы**

1. Как производится набор плановых заданий на сборе и вывозе твердых бытовых отходов на полигон?
2. Почему вначале набора плановых заданий в первое задание берутся самые продолжительные по времени маршруты?
3. К чему должна стремиться сумма времен оборотов на маршруте?
4. Почему на графике работы автомобиля начинают работу одновременно?
5. Каким образом при проектировании вывоза твердых бытовых отходов определили потребное количество транспортных средств?
6. Для чего выполняется проверка правильности начала работы каждого автомобиля?
7. Почему после проверки правильности начала работы каждого автомобиля изменяется общий пробег и общее отработанное время?
8. Почему после проверки правильности начала работы каждого автомобиля не изменяются выработка в тоннах и тонно-километрах?

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Афанасьев Л.Л., Островский Н.Б., Цукерберг С.М. Единая транспортная система и автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1984.
2. Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов. – 2-е изд., стереотип.- М.: Горячая линия – Телеком, 2007 – 560 с.
3. Дегтярев Г.Н. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте – М.:Транспорт,1980.

4. Бондаренко В.А., Якунин Н.Н. и др. Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте: учеб. пособие. 2-е изд.- М.: Машиностроение, 2004.-496 с.
5. Николин В.И., Витвицкий Е.Е., Мочалин С.М. Грузовые автомобильные перевозки. – Омск: Изд-во «вариант-Сибирь», 2004. – 480 с.
6. Тихомиров Н.Н. Техничко-экономические изыскания и проектирование автотранспортных предприятий – М.: Транспорт,1977.
7. Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, N 1 (ч. I), ст. 3.
8. Ходош М.С. Грузовые автомобильные перевозки: учебник для автотрансп. техникумов.- 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1986. – 208 с.
9. Олещенко Е.М. Основы грузоведения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Е.М. Олещенко, А.Э Горев. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 288 с.
10. Горев А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учеб.пособие для студ.высш.учеб. заведений / А.Э Горев, Е.М. Олещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 256 с.
- 11.11.Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: учеб.пособие для студ.высш.учеб. заведений / Андрей Эдливич Горев. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 288 с.
12. Падня В.А. «Погрузочно-разгрузочные машины»: Справочник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981. – 448 с.
13. Батищев И.И. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте: учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983.- 264с.
14. Управление перевозками [энциклопедия].- СПб.: Деловой Петербург, 2006-2008, Т1-Т3 – 797 с.

## Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Введение</b> .....	5
<b>Глава 1. Автотранспортный процесс и маршруты перевозок грузов</b>	9
1.1.Общие понятия о транспортном процессе при перевозке грузов	9 12
1.2. Грузы, грузооборот и объем перевозок.....	33
1.3. Виды грузовых автомобильных перевозок .....	34

1. 4. Виды маршрутов перевозок грузов.....	
1.5. Основные эксплуатационные требования, предъявляемые к подвижному составу.....	44
<b>Глава 2. Система технико-эксплуатационных показателей (измерителей) и работа подвижного состава.....</b>	<b>56</b>
2.1. Парк подвижного состава.....	56
2.2. Измерители времени на автомобильном транспорте.....	57
2.3. Коэффициенты готовности и использования парка.....	60
2.4. Измерители скорости.....	66
2.5. Измерители пробега.....	68
2.6. Грузоподъемность подвижного состава и ее использование.....	72
2.7. Работа и производительность грузовых автотранспортных средств.....	74
<b>Глава 3. Транспортный процесс как система с дискретным состоянием.....</b>	<b>78</b>
<b>Глава 4. Определение технико-эксплуатационных показателей и выработки подвижного состава.....</b>	<b>84</b>
4.1. Расчет результатов работы одного автомобиля на маршруте.....	84
4.2. Расчет результатов работы группы автомобилей на маршруте.....	106
<b>Глава 5. Разработка плана перевозок грузов.....</b>	<b>141</b>
5.1. Проектирование перевозок грузов помашинными отправлениями.....	141
5.2. Проектирование перевозок грузов мелкими отправлениями.....	176
5.2.1. Маршрутизация перебором вариантов маршрута.....	176
5.2.2. Маршрутизация методом сумм.....	179
5.2.3. Маршрутизация методом Кларка-Райта.....	183
5.2.4. Проектирование развозочно-сборного маршрута.....	191
5.2.5. Проектирование сбора и вывоза твердых бытовых отходов группой транспортных средств.....	
Библиографический список.....	198
Оглавление.....	204
	205

*Учебное издание*

Евгений Евгеньевич Витвицкий

ТЕОРИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ  
(Грузовые автомобильные перевозки)

Учебное пособие

Набор, иллюстрации и макет автора

Подписано к печати

Формат 60x90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага писчая

Гарнитура Таймс. Оперативный способ печати

Усл.п.л. , уч.-изд. л. .

Тираж 200 экз. Заказ .

Цена договорная

Издательство Сибирской государственной  
автомобильно-дорожной академии

Отпечатано в подразделении издательства СибАДИ

644099, Омск, ул. П. Некрасова, 10

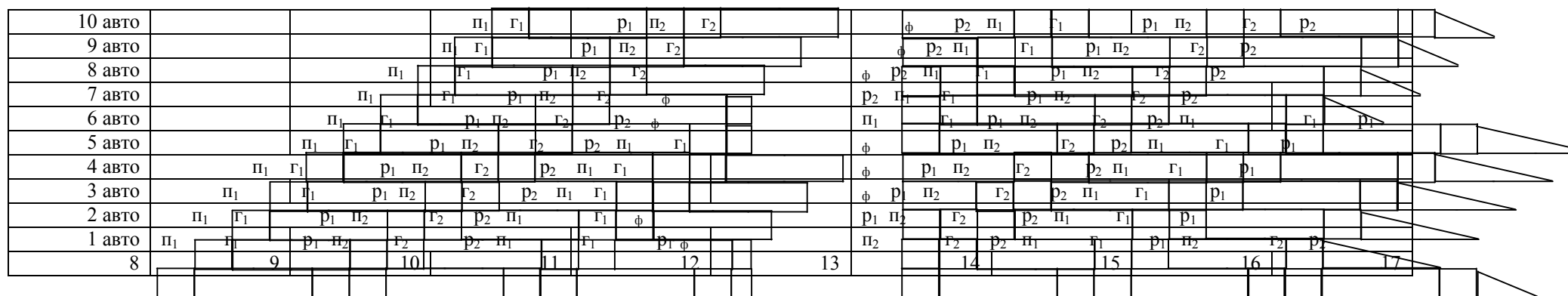


Рис. 33. Расписание работы автомобилей при подаче только в пункт погрузки  $\Pi_1$   
(маятниковый маршрут, с обратным груженым пробегом)

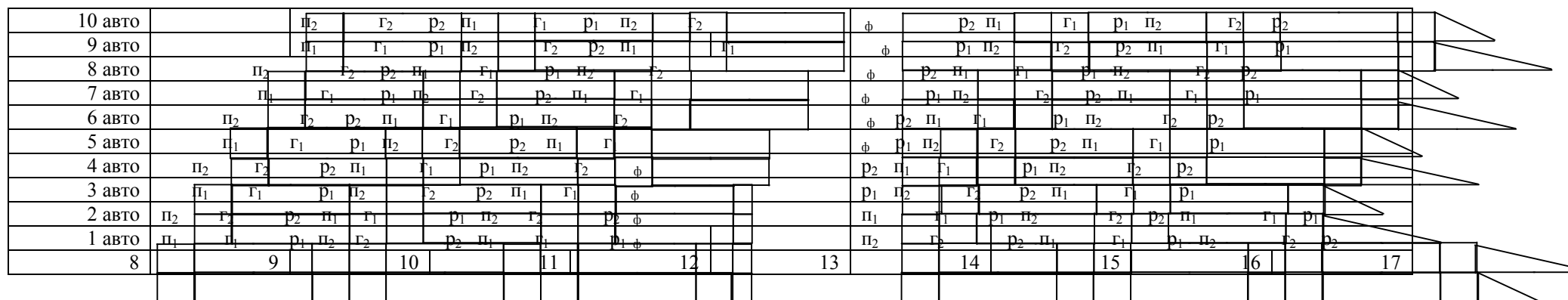


Рис. 34. Расписание работы автомобилей при одновременной подаче в пункты погрузки  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ ,  
(маятниковый маршрут, с обратным груженым пробегом)

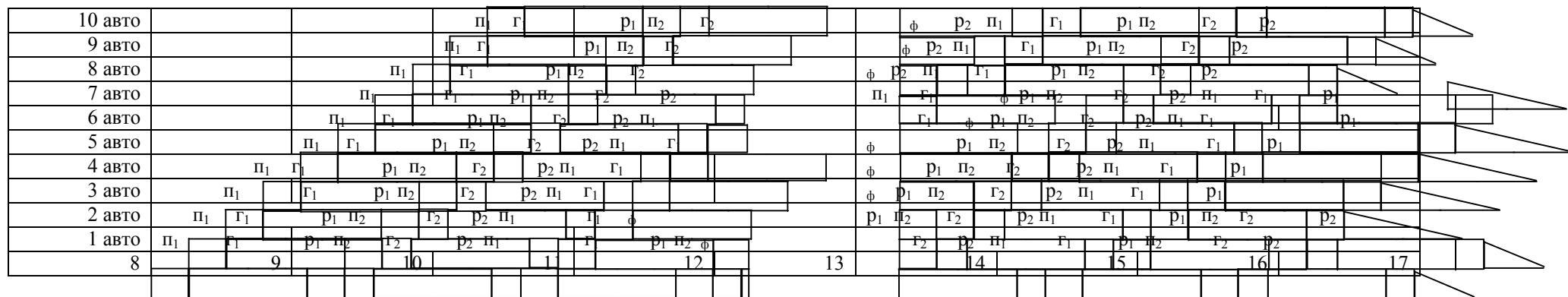


Рис. 35. Расписание работы автомобилей при подаче только в пункт погрузки П<sub>1</sub>  
(маятниковый маршрут, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой)

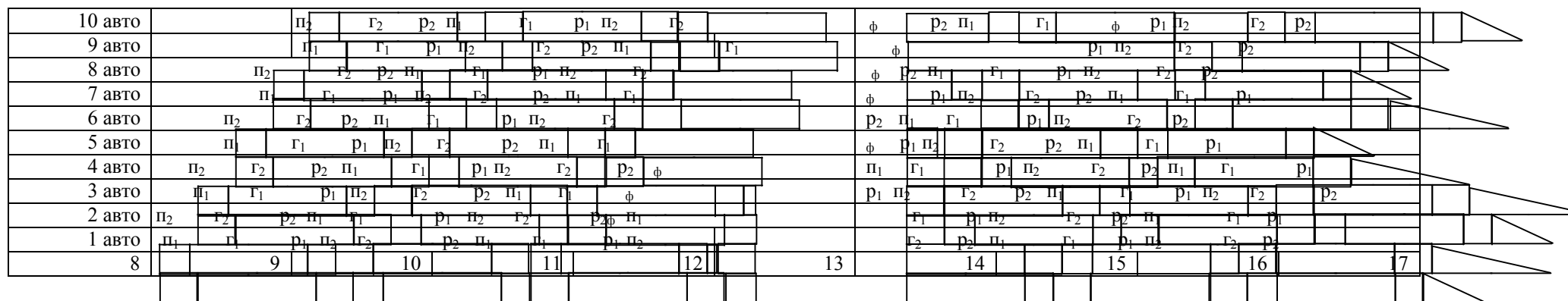


Рис. 36. Расписание работы автомобилей при одновременной подаче в пункты погрузки П<sub>1</sub> и П<sub>2</sub>,  
(маятниковый маршрут, с обратным груженым пробегом, но разной загрузкой)



