

# АВТОТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ

## Применение системного подхода в описании транспортного процесса

Системный подход обладает некоторой методологической особенностью. Наряду со специально созданными для него достаточно детализированными процедурами в его рамках используются и совсем не строгие методы, основанные на интуиции и практическом опыте.

В качестве ориентира применения системного подхода можно использовать схему, включающую в себя следующие этапы:

- выявление и постановка проблемы, ее формулировка и структуризация;
- изучение специфики объекта, его внешних и внутренних связей во временном, структурном и других аспектах;
- анализ основных структурных элементов на качественном уровне;
- формирование целей решения проблемы, критериев, установление их иерархической взаимосвязи, возможности ранжирования и количественной оценки;
- определение альтернативных путей достижения целей, важнейших ограничений;
- сбор исходной информации, оценка ее полноты и достоверности;
- построение различного рода моделей, количественный анализ основных структурных элементов, определение связанных с альтернативами затрат и результатов;
- проведение расчетов по моделям, синтез результатов качественного и количественного анализа, внесение экспертных поправок и подготовка решений, в случае необходимости – корректировка моделей, исходной информации, повторное проведение расчетов и синтез результатов.

.Сложность рассматриваемой проблемы обуславливается тем, что теория транспортного процесса не может быть описана каким-то одним математическим выражением, ибо транспортная система автомобильных перевозок грузов состоит из множества подсистем различного вида и назначения, где, согласно складывающимся эксплуатационным условиям, и производственных ситуаций проявляются своеобразные закономерности. В связи с этим и решалась первостепенная задача – отработать классификацию транспортных систем, чтобы осуществить подход к выработке математических формулировок, позволяющих с достаточной степенью точности отобразить реальный транспортный процесс. Т.е. необходима декомпозиция рассматриваемой проблемы по иерархическим уровням от макро до микроструктур, причем последние, как будет видно из дальнейшего изложения, являются главными элементами, порождающими все структуры. Отсюда и определилось, что в первую очередь исследованиям необходимо подвергнуть те подсистемы (хотя они могут в определенных условиях рассматриваться как самостоятельные системы), где непосредственно осуществляется доставка грузов, формируются доходы и затраты на выполнение транспортного

процесса. Таким образом полагается, что идя от простого к сложному, т.е. поднимаясь от одного иерархического уровня к более высокому, можно выработать язык описания и отображения закономерностей протекания транспортного процесса. При этом естественно стремление получить простые модели и алгоритмы, поскольку практикой уже установлено, что по мере усложнения алгоритма и детализации связей затраты возрастают, а положительный эффект от этого отсутствует, или увеличивается незначительно.

Простые модели (алгоритмы), если они позволяют создать надежные вычислительные системы, более предпочтительны, чем сложные, и они могут быть легко поняты и освоены практикой в короткие сроки. Поэтому «ученый, подобно паломнику, должен идти прямой узкой тропой между западнями переупрощения и болотом переусложнения». В то же время математический аппарат должен дать возможность получать достоверные ответы на вопросы, что будет происходить в системе при изменении параметров А, В или С.

### Транспортный процесс как система с дискретным состоянием

В практической деятельности на каждый автомобиль выдается задание, в котором 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:

$$W_Q = (T_n \cdot \beta \cdot V_T \cdot q\gamma) / (l_{ge} + t_{пв} \cdot \beta \cdot V_T), \text{ т/ч} \quad (3.1)$$

$$W_P = (T_n \cdot l_{ge} \cdot \beta \cdot V_T \cdot q\gamma) / (l_{ge} + t_{пв} \cdot \beta \cdot V_T), \text{ ткм/ч} \quad (3.2)$$

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. 3.1 и 3.2). Заметим, что при анализе был использован метод цепных подстановок.

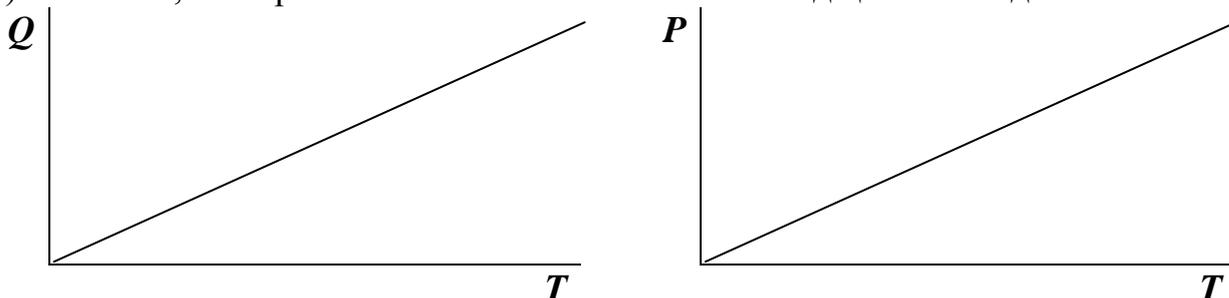


Рис.3.1 Изменение  $Q$  во времени

Рис.3.2. Изменение  $P$  во времени

Однако прежде чем утверждать о характере приращения продукции во времени, необходимо рассмотреть 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 нагруженным пробегом. Рассматривая такой маршрут и работающее там транспортное средство, как систему, можно утверждать, что такая система под влиянием выполнения работы автомобилем последовательно переходит из состояния  $S_0$ , когда не выполнено ни одной ездки, в состояние  $S_z$ , когда выполнено некоторое количество ездок.

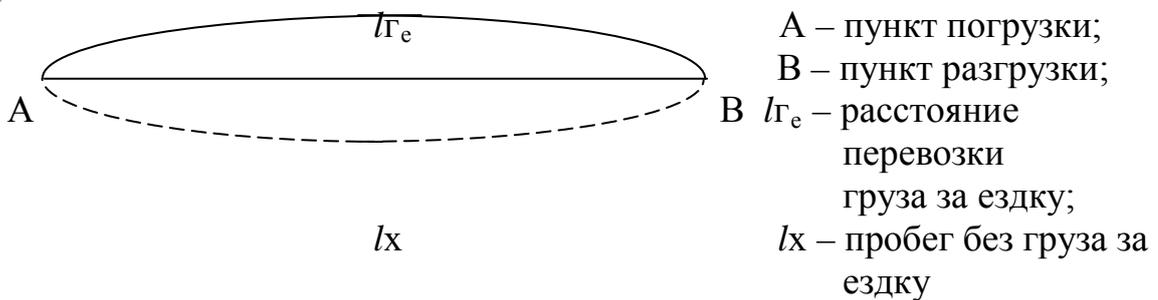


Рис. 3.3. Схема перевозки груза

В соответствии с представленной схемой (рис. 3.3) выработка транспортной продукции происходит в течении того времени, пока автомобиль движется с грузом из пункта погрузки в пункт разгрузки, но как только он встанет под разгрузку, выработка этой продукции прекращается и вновь возобновляется после очередного выхода автомобиля из пункта погрузки. Количество же доставленного груза может быть измерено только в пункте назначения после выполнения груженой ездки, а в процессе движения сколько груза бы не находилось, нет результата и говорить об одновременно получаемой продукции бессмысленно.

Графически изменение количества продукции во времени представлено на рис. 3.4. и 3.5.

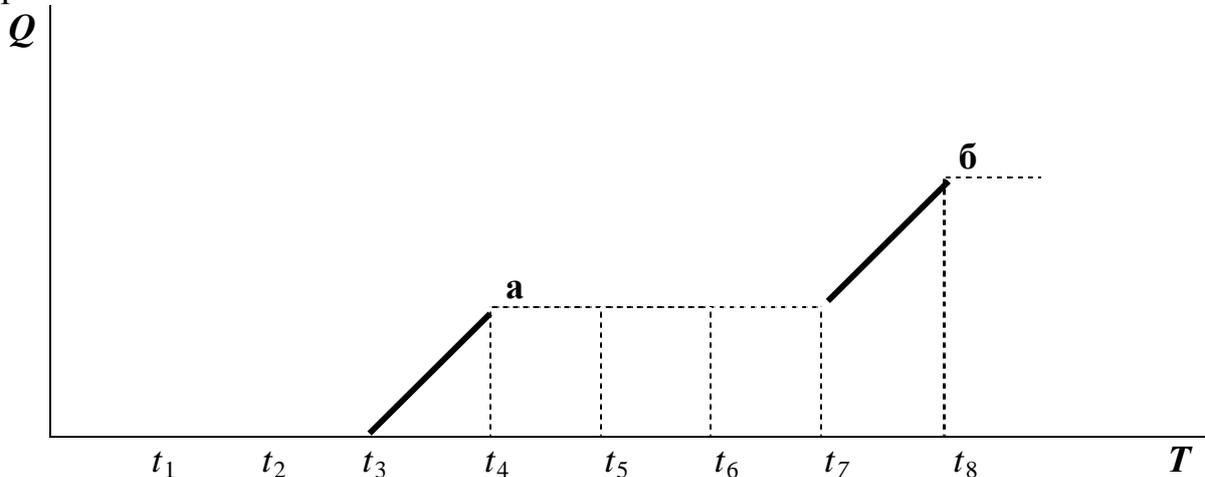


Рис. 3.4. Фактическое изменение количества перевезенного груза во времени

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  $t_4$ ), а количество груза показано в точке **а** (см. рис. 3.4). Затем автомобиль выходит под следующую погрузку и прибывает в пункт погрузки в момент времени  $t_5$ . Далее операции транспортного процесса повторяются и момент времени  $t_8$  соответствует выполнению очередной 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. 3.5.), 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 транспортной продукции происходит после выхода из пункта погрузки и за время движения с грузом ее величина растет пропорционально пробегу с грузом, т.е.  $t_{др}$  – времени движения с грузом, и фактической загрузки автомобиля.

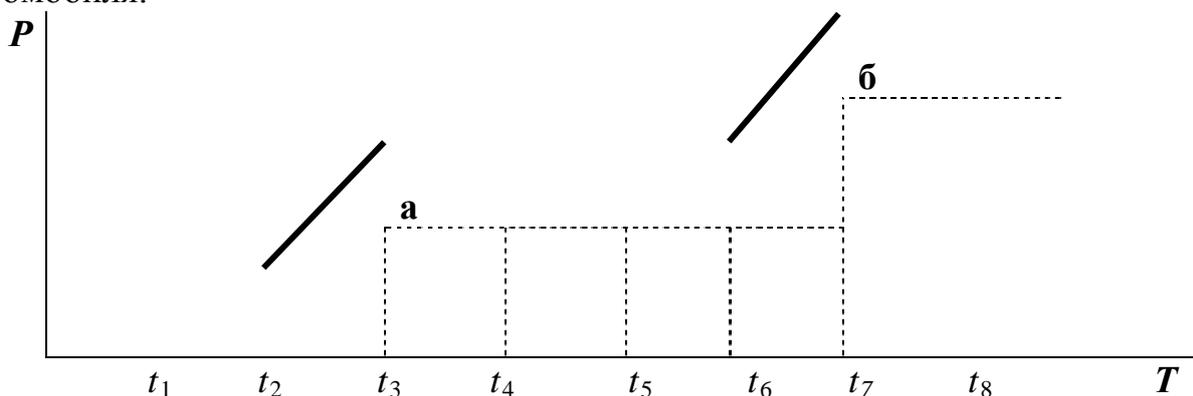


Рис. 3.5. Фактическая выработка транспортной продукции во времени

Как следует из представленных графиков (рис. 3.4. и 3.5) фазы времени получения той или иной транспортной продукции не совпадают и не имеют непрерывного характера, а соответствуют разрывным линейным зависимостям.

Если маршрут маятниковый, где в обратном направлении перевозится груз на всем расстоянии, частота выполнения ездок, за одно и то же время, при сохранении других условий эксплуатации, увеличивается, но все равно имеются промежутки времени, когда транспортная продукция не производится (рис. 3.6).

На других маршрутах, где одновременно работают несколько транспортных средств и выполняется одновременно несколько ездок, 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. 3.7, 3.8).

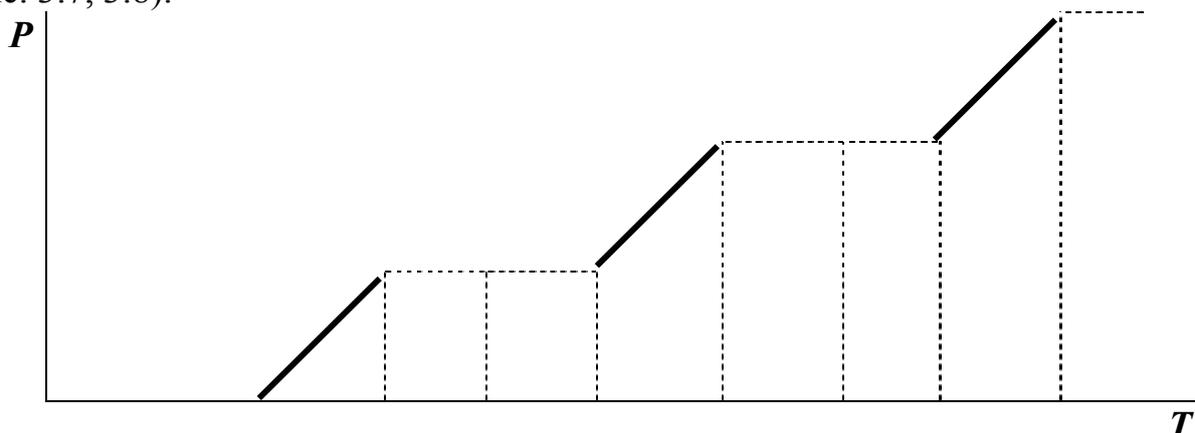


Рис. 3.6. Выработка транспортной продукции на маятниковом маршруте с обратным груженым пробегом во времени



Рис. 3.7. Изменение количества перевезенного груза на маятниковом маршруте при работе нескольких автомобилей

Линия, обозначенная цифрой 1 (рис. 3.7) – суммарное количество груза, доставленное группой автомобилей. Как показано на рис. (3.7.), 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.

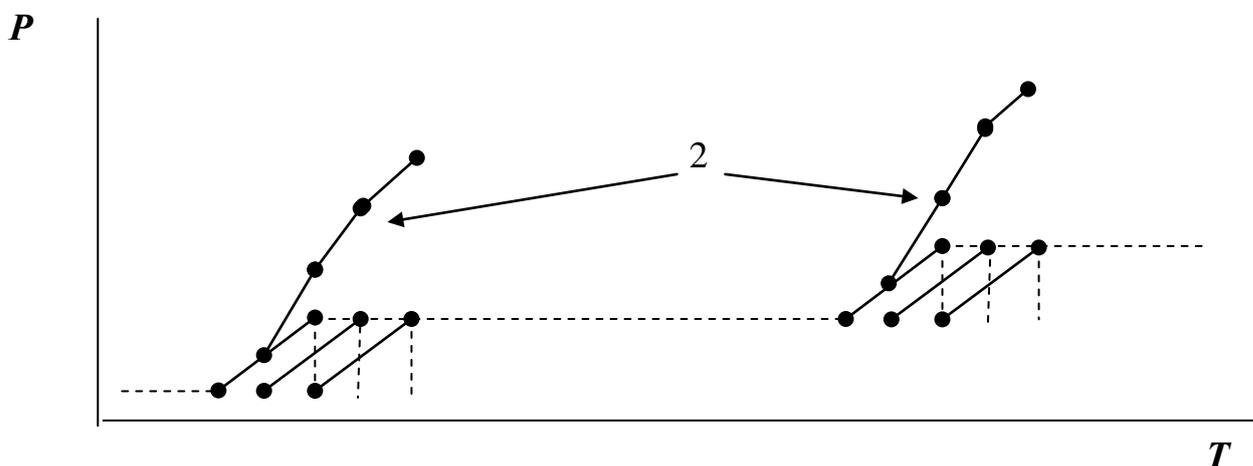


Рис. 3.8. Изменение выполнения транспортной работы на маятниковом маршруте при работе нескольких автомобилей

Линии 2 на графике (рис. 3.8) 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 виде 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  $S_0$  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, ход и 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. 3.9).

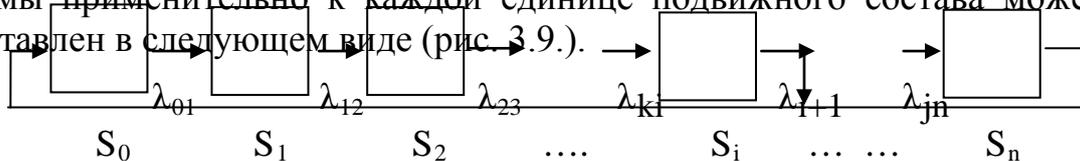


Рис. 3.9. Граф состояния протекания транспортного процесса

Согласно построенному графу система из состояния односторонне переходит в следующее состояние:

-  $S_1$  – выполнена одна ездка;

....

-  $S_i$  – выполнено  $i$  ездов;

...

$S_n$  – выполнено  $n$  ездов.

Но ежесменно (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. Следовательно, транспортный процесс является также циклическим случайным процессом с дискретным состоянием, который характеризуется количеством выполненных ездов за любой промежуток времени.

### **. Классификация автотранспортных систем доставки грузов**

При разработке классификации термин «система» употребляется в своем обычном значении, которое можно найти в любом словаре, т.е. он относится к множеству предметов (атрибутов, переменных, объектов, компонентов, явлений и т.д.), связанных некоторым образом и, благодаря этой взаимосвязи, образующих некоторое целое.

Названные два аспекта системы – множество предметов и множество отношений с некоторыми характерными признаками – являются двумя очевидными основаниями для классификации систем.

Согласно представленному выше понятию «система», в общем случае под системой на грузовом автомобильном транспорте следует понимать совокупность реальных объектов, включая связи между ними, которые используются на определенной территории для выполнения перевозок грузов. В дальнейшем рассматриваются именно реальные системы, где элементы функционально связаны друг с другом.

Рассматривая системы доставки грузов с позиций организации и управления грузовыми автомобильными перевозками, можно заметить, что любая транспортная система, каких бы она не была размеров, представляет собой совокупность средств и путей сообщения, а также погрузочных и разгрузочных пунктов, подразделений анализа, планирования и управления процессами подготовки и доставки грузов.

В целом автомобильный транспорт представляет собой совокупность большого количества автотранспортных систем различного вида, которые в отрасли расположены в определенном порядке (иерархии) по отношению друг к другу.

Для успешности анализа необходимо, чтобы рассматриваемое явление было в достаточной степени изолированным.... Для каждого уровня можно указать подходящие понятия взаимодействия, определяющие элемент, который можно выделить для анализа. Из изложенного следует, что, разрабатывая классификацию, необходимо учитывать свойства иерархии систем.

Системы могут быть разделены на классы по различным признакам, и, в зависимости от решаемой задачи, можно выбирать разные принципы классификации. В качестве примеров можно указать классификацию по сложности поведения К. Боулдинга, Г.Н. Поварова и классификацию по сложности поведения, предложенную Б.С. Флейшманом. В этих классификациях, как правило, каждый последующий класс включает в себя предыдущий, и при этом указывается, что однотипные свойства проявляются у более сложных систем в качественно новой форме. Это в полной мере относится к автомобильному транспорту. Например, возьмем коэффициент использования пробега. На маршруте его величина оценивает соотношение груженого и общего пробега, и может определять тип маршрута. На уровне АТП и выше это оценка качества спроектированной системы маршрутов или общая характеристика направлений грузопотоков.

Качественное изменение присуще многим показателям и поэтому на каждом уровне возникают новые свойства, которые не могут быть выведены как сумма свойств элементов.

В данном случае, цель рассматриваемой ниже классификации состоит в том, чтобы ограничить выбор подходов к отображению систем, выработать язык описания, наиболее подходящий, для рассматриваемых далее систем.

В зависимости от таких признаков как: мощность осваиваемых грузовых потоков; конфигурации маршрутов; количества грузовых пунктов на маршруте; закономерностей влияния технико-эксплуатационных показателей на эффективность системы и работы транспортных средств; необходимость расчета порядка вхождения автомобилей в систему; возможности применения различного математического аппарата для описания систем и решения задач управления процессами; и в соответствии с их иерархическим расположением все транспортные системы можно подразделить на: микросистемы, особо малые системы, малые системы, средние системы, большие системы, особо большие системы, суперсистемы.

Микросистемы – маятниковые маршруты с обратным не груженым пробегом, на которых согласно потребности в перевозках, необходимо иметь не более одного автомобиля. Особенностью таких систем является то, что понятия «ездка» и «оборот» на них совпадают, так как за каждый оборот выполняется одна груженная ездка и только половину пробега за оборот транспортные средства проходят с грузом.

Для описания такой системы была разработана аналитическая модель, позволяющая, с позиции непрерывности протекания транспортного процесса, рассчитывать выработку автомобиля, измеряемую в тоннах и тонно-километрах, а так как эффективность автомобиля в такой системе определяет

эффективность системы, то и самой системы в оперативном режиме (см. модели 3.1 и 3.2).

Такие аналитические модели (3.1 и 3.2) широко использовались при планировании и анализе работы подвижного состава, а полученные результаты распространялись в целом и на системы другого вида без учета того факта, что проф. Лейдерман С.Р. в своих трудах указывал, что зависимости (3.1 и 3.2) разработаны на примере маятникового маршрута с обратным не груженым пробегом и не учитывают особенностей эксплуатации на других типах маршрутов. К этому следует добавить, что методологической основой разработок явилось представление о том, что транспортный процесс является монотонно изменяющимся, что не соответствует реальной эксплуатации подвижного состава в микросистемах, т.к. процесс является дискретным. Кроме того, в п. 2.7, приведены еще ряд существенных недостатков, свойственных моделям (3.1 и 3.2). Поэтому ранее разработанные модели не могут быть рекомендованы для использования на современном этапе.

Особо малые системы – кольцевые и маятниковые маршруты, на которых в обратном направлении перевозится груз, с частичной или полной загрузкой автомобиля. Общим для особо малых и микросистем является то, что здесь также, согласно объему перевозок, должно работать не более одного транспортного средства. Особо малые системы (маятниковые маршруты), в свою очередь, могут быть различных видов:

- маятниковый маршрут с груженым пробегом в обоих направления;
- маятниковый маршрут, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок;
- маятниковый маршрут, когда в обратном направлении перевозится меньшее количество груза.

В отличие от микросистем в особо малых системах за каждый оборот выполняется несколько ездов, что никоим образом не учитывается в широко распространенных в литературе моделях производительности (2. 85 и 2. 86) и выработки (3.1 и 3.2). Поэтому такие модели тем более не соответствуют – особо малым системам. Далее, на транспортных схемах (маршрутах) особо малых систем может находиться несколько грузовых пунктов ( $n > 2$ ), но это не вызывает необходимости построения графика совместной работы автомобиля и погрузочно-разгрузочных механизмов (грузового поста).

К особенностям функционирования микро и особо малых систем относится то, что время пребывания транспортного средства в наряде отождествляется с временем функционирования системы, что имеет принципиальное различие в других системах. Здесь также выработка автомобиля определяет эффективность всей системы. Но однако по признаку сложности особо малые системы относятся к следующему иерархическому уровню (более высокому).

Малые системы – согласно схеме выполнения перевозок такие системы представляют собой маятниковые всех типов и кольцевые маршруты. В отличие от особо малых систем здесь осваиваются более мощные грузовые потоки, а поэтому используется несколько единиц и даже десятков

транспортных средств. Но на каждом маршруте транспортные средства выполняют работу независимо от работы на других маршрутах, т.е. можно сказать, что системы изолированы друг от друга, и характер протекания процесса в одной из них не оказывает влияния на остальные и наоборот.

Для таких систем характерна необходимость учета последовательности выхода транспортных средств в линию. Требуется составление графиков выпуска и прибытия под первую погрузку с целью исключения первоначального образования очереди в местах погрузки. Расчет работы каждой транспортной единицы должен производиться с учетом пропускной способности пунктов погрузки-выгрузки и согласованного времени движения подвижного состава

Если для микро и особо малых систем понятие производительности подвижного состава (в течение смены или суток совпадают с производительностью системы), то в малых системах они имеют различия. Причем производительность автомобиля может возрасти, а производительность в целом системы – нет, а отсюда закономерности, свойственные транспортным средствам, подчас не вызывают эквивалентной реакции системы. Поэтому для описания функционирования малой системы невозможно использовать модели, созданные для более простых систем.

Малые системы различаются на: ненасыщенные, насыщенные и перенасыщенные. Для ненасыщенных систем интервал прибытия транспортных средств в грузовые пункты больше ритма исполнения погрузочных или разгрузочных работ, что вызывает простои постов погрузки (разгрузки). В насыщенной системе интервал равен ритму, а в перенасыщенной интервал меньше ритма. Поэтому обязательно образуется очередь автомобилей в грузовом пункте, там, где наибольшая величина ритма, даже если автомобили будут прибывать строго регулярно.

Малые и средние системы, согласно формулировке, предложенной Месаровичем М и др., относятся к категории системно-ориентированных связанных систем. Это означает наличие жесткого влияния элементов транспортного процесса друг на друга. Например изменение времени простоя в одном из грузовых пунктов транспортной схемы (системы), неизбежно вызывает изменение во времени прибытия автомобилей в грузовые пункты или времени работы грузовых постов, чего не могут учесть модели (3.1 и 3.20, и что не свойственно системам более низкого уровня (микро и особо малым).

Средние системы представляют собой по конфигурации радиальные маршруты (транспортные схемы) (рис. 1.8). Здесь осваиваются мощные грузовые потоки, а потому используются десятки транспортных средств, деятельность которых подчинена общей цели и технологический процесс доставки грузов подчиняет единому ритму все элементы системы.

Таким образом, под средней системой доставки грузов следует понимать совокупность одного центрального и множества периферийных пунктов, соединенные между собой транспортной сетью, на которой функционируют десятки автомобилей, а перевозка грузов осуществляется по

радиальному маршруту, ветви которого по конфигурации соответствуют маятниковым и кольцевым маршрутам.

В зависимости от мощности осваиваемых грузопотоков и вида ветвей средние системы следует разделять на **простые, сложные и комбинированные средние системы доставки грузов (ССДГ)**.

**Простые ССДГ** представляют собой радиальный маршрут, где перевозки осуществляются помашинными отправлениями, ветви которого соответствуют по конфигурации маятниковым маршрутам различного вида.

В свою очередь простые средние системы доставки грузов по функциональному назначению подразделяют на три типа:

1 тип - средние системы, в которых осуществляется вывоз груза из центрального пункта на периферию;

2 тип - средние системы, в которых осуществляется завоз груза с периферии в центральный пункт;

3 тип - средние системы, в которых осуществляется завоз и вывоз груза.

Простую ССДГ 1-го типа можно охарактеризовать как систему, каждая ветвь которой по конфигурации соответствует маятниковому маршруту с обратным не груженым пробегом, работу в ней выполняют несколько (даже десятки) автомобилей. Примером подобной системы может служить система вывоза таких грузов, как темные и светлые нефтепродукты с нефтебазы, массовые навалочные и др.

Аналогично можно охарактеризовать простую ССДГ, в которой осуществляется завоз грузов с периферии в центр. На практике примером такой системы может служить система завоза сельхозпродукции с токов на элеватор.

Простую ССДГ, в которой осуществляется как завоз, так и вывоз грузов из центра, можно охарактеризовать как систему, каждая ветвь которой по конфигурации соответствует маятниковому маршруту различного вида: а) в обратном направлении груз перевозится не по всей длине ветви; б) в обратном направлении груз перевозится по всей длине ветви; в) ветви типа "а" и "б", но груз перевозится в обратном направлении меньшего объема; г) с обратным не груженым пробегом.

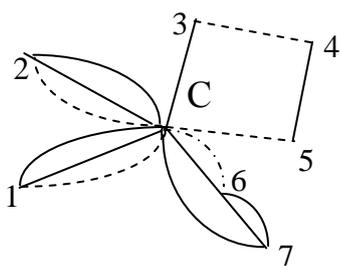
Если в этих системах технологически разделены грузопотоки ввоза и вывоза, то данную систему можно рассмотреть как две простые системы, осуществляющие отдельно завоз и вывоз. Примером данной системы может служить система доставки контейнеров.

В свою очередь в зависимости от типа перевозимого груза, который требует соблюдения специальных условий хранения, транспортировки, погрузки, выгрузки, и т.п., следует различать простые системы, в которых осуществляется доставка однородного груза, по выше перечисленным условиям, или неоднородного груза. Можно также выделить системы с однотипным и разнотипным применяемым подвижным составом.

Центральный и периферийные пункты, в силу сложившихся обстоятельств (планировки, механизации, режима работы и др.), имеют свой ритм работы, который может отличаться от ритма работы других участников транспортного процесса. В связи с этим появляются отдельные элементы

системы, определяющие пропускную способность, и, соответственно, ритм работы системы. Поэтому при описании ССДГ следует учитывать, что они могут быть насыщенными или ненасыщенными. Насыщение системы может произойти по двум факторам: по занятости постов погрузки-выгрузки; по соответствию интервалов движения автомобилей по каждой ветви и ритму работы системы.

**Комбинированные ССДГ** по конфигурации представляют собой радиальный маршрут, где перевозки осуществляются помашинными отправлениями, ветви которого соответствуют по конфигурации маятниковому и кольцевому маршруту (см.рис.3.10.).



где ветвь с-3-4-5-с – соответствует  
кольцевому маршруту;  
С – центральный пункт системы.

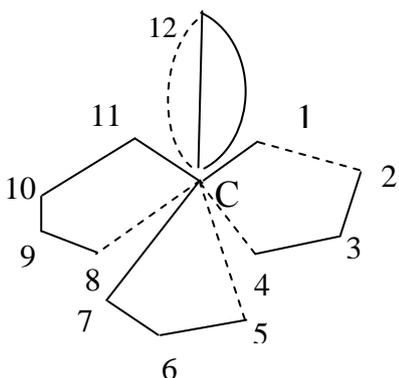
Рис. 3.10.Схема комбинированной системы доставки грузов

Другими словами ветви маршрута данного вида средних систем представляют собой совокупность (комбинацию) ветвей простой ССДГ и ветви (ветвей) по конфигурации соответствующие кольцевому маршруту.

Комбинированные ССДГ, как и простые системы, следует подразделять по аналогичным классифицирующим признакам (1-го,2-го,3-го типа, насыщенные и ненасыщенные, с однотипным или разнотипным подвижным составом, перевозкой моногруза или полигруза). Примером таких систем на практике могут служить системы, в которых осуществляются перевозки массовых навалочных, железобетонных грузов, контейнеров и т.п.

**Сложные ССДГ** представляют собой радиальный маршрут, где наряду с помашинными отправлениями присутствуют мелкопартионные перевозки, и ветви которого по конфигурации соответствуют маятниковому и(или) кольцевому маршруту, а также развозочному, сборному, развозочно-сборному маршрутам ( см.рис.3.11).

Также можно говорить о том, что ветви сложной ССДГ, в зависимости от осваиваемого грузопотока и конфигурации представляют собой совокупность ветвей комбинированной ССДГ и ветви(ветвей) по конфигурации соответствующие развозочному, сборному, развозочно-сборному маршрутам.



где ветвь с-1-2-3-4-с –соответствует  
кольцевому маршруту,  
ветвь с-5-6-7-с – соответствует  
развозочному, или сборному,  
или развозочно-сборному  
маршруту

Рис.3.11. Схема сложной системы  
доставки грузов

Сложные ССДГ следует подразделять аналогичным образом как простые и комбинированные ССДГ по выше перечисленным классификационным признакам.

Таким образом, были выделены системы которым характерны свойства как помашинных отправок, так и мелкопартионных перевозок. Сложные ССДГ, являются как бы промежуточным звеном, стоящим на стыке помашинных и мелкопартионных отправок.

Примером сложных ССДГ 1-го типа на практике могут служить: система вывоза металлопродукции с металлобазы, вывоз почтовых корреспонденций в почтовые отделения. Примером сложных ССДГ 2-го типа, в которой осуществляется завоз грузов с периферии в центр, может служить система сбора тары на тарный склад, сбор почтовых отправок с отделений связи в прижелезнодорожный почтамт. Сложные ССДГ 3-го типа, в которых осуществляется ввоз и вывоз грузов на практике может служить система вывоза-завоза груженых и порожних контейнеров с контейнерной станции потребителям.

Однако развитие теории транспортного процесса предполагает дальнейшие дополнения в изложенную классификацию транспортных систем. Так следующим этапом изучения должны стать транспортные системы радиальных маршрутов, представляющие собой системы объединяющие в себе, несколько средних систем доставки грузов по одному из признаков, либо по функциональному признаку, либо по принадлежности к одному АТП, автомобилей функционирующих в них.

Как правило, в состав малых и средних систем входят элементы, которые могут быть многофазными и многоканальными системами массового обслуживания. Поэтому модели таких систем должны разрабатываться на основе теории вероятностей, в частности, одного из ее разделов – теории массового обслуживания.

При решении отдельных задач рассматриваемых систем успешно применяется метод статистического моделирования, но каждый раз приходится разрабатывать частную модель процесса обслуживания транспортных средств в системе грузового пункта, алгоритм модели и программу для ЭВМ.

Самостоятельный класс систем представляют собой развозочные, сборные и развозочно-сборные автотранспортные системы.

**Развозочная (Sp)** - система, состоящая из пункта погрузки, множества пунктов разгрузки, транспортных связей между ними и автомобиля, осуществляющего доставку груза. Маршрут перевозки груза - развозочный, который формируется с условием, что объем перевозимого груза грузополучателям не превышает грузоподъемности (грузовместимости) используемого автомобиля. Вследствие этого, после удовлетворения потребности грузополучателей, работа в данной системе в течение

смены(суток) может более не исполняться. Время функционирования  $S_p$  совпадает с временем работы автомобиля и определяется продолжительностью операций транспортного процесса. За время функционирования  $S_p$  автомобиль выполняет одну езду.

**Сборная ( $S_c$ )** - система, состоящая из множества пунктов погрузки, пункта разгрузки, транспортных связей между ними и автомобиля, осуществляющего доставку груза. Маршрут перевозки груза - сборный, который также формируется с условием, что объем перевозимого груза от грузоотправителей не превышает грузоподъемности (грузовместимости) используемого автомобиля. Вследствие этого, после удовлетворения потребности грузополучателей, работа в данной системе в течение смены(суток) может более не исполняться. Время функционирования  $S_c$  совпадает с временем работы автомобиля и определяется продолжительностью операций транспортного процесса. За время функционирования  $S_c$  автомобиль выполняет одну езду.

**Развозочно-сборная ( $S_{pc}$ )** - система, состоящая из множества пунктов погрузки и разгрузки, транспортных связей между ними и автомобиля, осуществляющего доставку груза. Маршрут перевозки груза - развозочно-сборный, который формируется с условием, что суммарное количество груза перевозимое на звене маршрута не превышает грузоподъемности (грузовместимости) используемого автомобиля. Вследствие этого, после удовлетворения потребности грузополучателей, работа в данной системе в течение смены (суток) может более не исполняться. Время функционирования  $S_{pc}$  совпадает с временем работы автомобиля и определяется продолжительностью операций транспортного процесса. За время функционирования  $S_{pc}$  автомобиль выполняет две ездки.

**Простая ( $S_p$ )** - система, состоящая из совокупности  $S_p$ , или  $S_c$ , и  $S_{pc}$ , в которой осваиваются, по сравнению с вышеназванными системами, большие грузопотоки. Маршрут доставки груза - радиальный, отдельные ветви которого подобны или развозочному, или сборному или развозочно-сборному маршруту (см. рис. 3.12.).

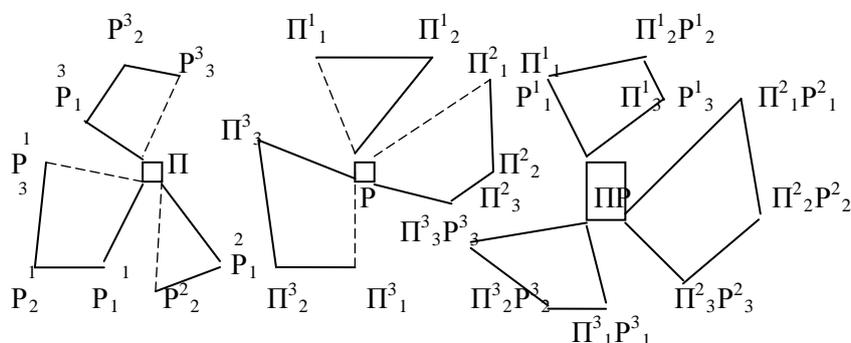


Рис. 3.12. Варианты маршрута, исполняемого автомобилем, в простой транспортной системе.

где:  $P_1^1$  ( $\Pi_1^1$ ) - соответственно первая разгрузка(погрузка) автомобиля на первой ветви планового задания;

$\Pi(P)$  - операции погрузки (разгрузки) в центральном пункте простой

системы;

— ( — ) - звено ветви радиального маршрута соответственно с перевозкой груза (без груза);

□ - центральный пункт системы.

Отличительная особенность  $S_p$  в том, что пропускная способность центрального погрузочно-разгрузочного пункта всегда больше или равна количеству автомобилей, прибывающих на обслуживание. Причин этому может быть несколько:

1. Каждый автомобиль имеет собственное оборудование для погрузки-выгрузки, либо погрузка-разгрузка производится экипажем автомобиля;

2. Посты погрузки-разгрузки рассредоточены в пространстве территории обслуживания (например - отделения связи, магазины и т.д.) и для освоения объема перевозок достаточно использования одного автомобиля.

Вследствие вышеизложенного объективно отсутствие очередей автомобилей. Время функционирования  $S_p$  определяется временем работы центрального пункта. Взаимодействие автомобилей проявляется на стадии формирования маршрутов и набора плановых заданий, а именно:

1. Отдельные ветви радиального маршрута формируются под грузоподъемность (грузовместимость) используемого автомобиля;

2. В плановое задание первого автомобиля подбираются такие ветви радиального маршрута, из всей совокупности ветвей, сумма времен исполнения которых позволяет наиболее полно использовать для работы плановое время наряда первого автомобиля;

3. Плановое задание последующего автомобиля формируется аналогично предыдущему, но из оставшегося набора ветвей и с учетом величины планового времени наряда данного автомобиля;

4. На любой ветви в простой системе должно работать не более одного автомобиля;

5. Работу по исполнению сменных заданий автомобили могут начинать одновременно.

6. Окончание работы отдельного автомобиля может не совпадать с окончанием времени работы  $S_p$ .

Примером  $S_p$  служит сбор и вывоз бытовых отходов на ассполя, работа автомобилей в отделениях связи, вывоз пищеотходов, работа фирмы Boots Ltd, доставка мебели из магазинов населению.

**Развозочная с центром погрузки ( $S_{pц}$ )** - система, состоящая из центра погрузки, множества пунктов разгрузки, транспортных связей между ними и автомобилей, осуществляющих доставку груза. Маршрут перевозки груза - радиальный, отдельные ветви которого подобны развозочному маршруту (см. рис. 3.13.). Вследствие удовлетворения потребности грузополучателей работа на конкретной ветви радиального маршрута, в течение смены (суток), может более не исполняться. Время функционирования  $S_{pц}$  определяется с момента времени начала первой погрузки первого автомобиля



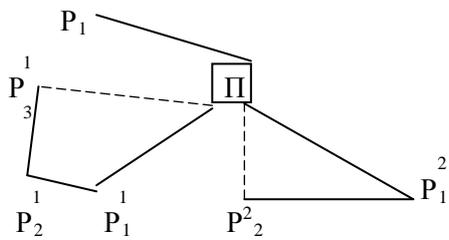


Рис. 3.13. Схема развозочной системы с центром погрузки.

и моментом времени окончания работы центрального пункта системы.

Характерными особенностями  $S_{рц}$  являются:

1. Необходимость минимизации простоев, для чего требуется упорядочение выпуска автомобилей и составление общего расписания работы автомобилей в системе;

2. Сменно-суточное задание формируется для системы. Автомобили в течение смены работают по принципу - **прибыл в систему - получи следующее задание.**

4. На любой ветви  $S_{рц}$  должно работать не более одного автомобиля.

5. Окончание работы отдельного автомобиля может не совпадать с окончанием времени работы  $S_{рц}$ .

Пример функционирования  $S_{рц}$  - развоз бытового газа в цистернах.

**Сборная с центром разгрузки ( $S_{сц}$ )** - система, состоящая из центра разгрузки, множества пунктов погрузки, транспортных связей между ними и автомобилей, осуществляющих доставку груза. Маршрут перевозки груза - радиальный, отдельные ветви которого подобны сборному маршруту (см. рис. 3.14.). Вследствие удовлетворения потребности грузоотправителей работа на конкретной ветви радиального маршрута, в течение смены (суток), более не исполняется. Время функционирования  $S_{сц}$  определяется с момента времени начала работы на погрузочных постах и моментом времени окончания работы центрального пункта разгрузки.

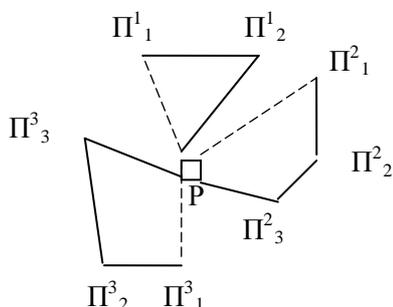


Рис. 3.14. Схема сборной системы с центром разгрузки.

Характерными особенностями  $S_{сц}$  являются:

1. Необходимость минимизации простоев, для чего требуется составление общего расписания работы автомобилей в системе;

2. Сменно-суточное задание формируется для системы. Автомобили в течение смены работают по принципу - **прибыл в систему - получи следующее задание**.

3. На любой ветви Scц должно работать не более одного автомобиля. Пример функционирования Scц - сбор и вывоз твердых бытовых отходов на мусороперерабатывающий (сжигающий) завод.

**Развозочно-сборная с центром погрузки-разгрузки ( $S^u$  p-с)** - система, состоящая из множества вышеперечисленных транспортных систем (кроме Sp), в которой по условиям перевозок работает несколько единиц или даже десятков автомобилей. Другой вариант ( $S^u$  p-с) - система, состоящая из множества пунктов погрузки и разгрузки (из которых один является центральным, остальные расположены по отношению к нему на периферии), транспортных связей между ними и автомобилей, осуществляющих доставку груза. Маршрут перевозки груза - радиальный, отдельные ветви которого подобны развозочному, сборному, развозочно-сборному маршруту (см. рис. 3.15.). Вследствие удовлетворения потребности обслуживаемой клиентуры, работа на конкретной ветви радиального маршрута, в течение смены(суток), может более не исполняться. Время функционирования ( $S^u$  p-с) определяется моментом времени начала и моментом времени окончания работы центрального пункта системы.

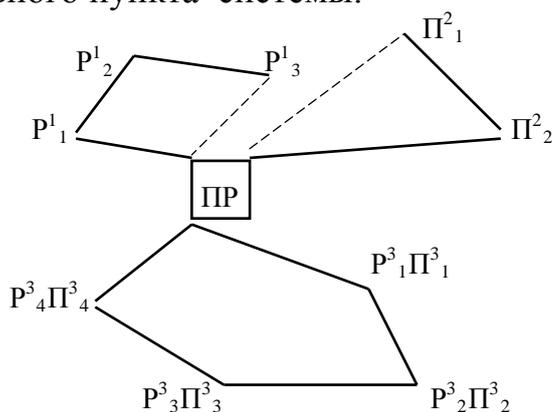


Рис. 3.15. Схема развозочно-сборной системы с центром погрузки-разгрузки.

Характерными особенностями Sk являются:

1. Требуется упорядочение выпуска автомобилей и составление общего расписания работы автомобилей в системе;

2. Сменно-суточное задание формируется для системы. Автомобили в течение смены работают по принципу - **прибыл в систему - получи следующее задание**.

3. На любой ветви ( $S^u$  p-с) должно работать не более одного автомобиля.

4. Окончание работы отдельного автомобиля может не совпадать с окончанием времени работы ( $S^u$  p-с).

Большие системы – это общее количество маршрутов перевозки грузов, обслуживаемых подвижным составом одного транспортного предприятия или объединения. Здесь могут быть представлены системы всех видов, начиная с микро системы, имеющие общую материально-техническую базу, единое

руководство и управление всеми подразделениями, подчиненное основной производственной деятельности – выполнять перевозки в соответствии с заключенными договорами.

Описание, планирование и анализ работы больших систем в научной и учебной литературе предполагалось производить на основе аналитических моделей работы измеряемой в тоннах (см. ф. 2.82) и в тонно-километрах (см. ф. 2.83). Однако этим математическим формулировкам, также как и моделям выработки автомобилей, присуще множество недостатков. Из их описания неизвестно, какие транспортные схемы входят в состав большой системы, и какое количество транспортных средств обслуживает соответствующую автотранспортную систему.

При расчетах получается дробное число ездов, которые в процессе перемножения технико-эксплуатационных показателей, входящих в модели, складываются. Поэтому текущее и перспективное планирование не согласуется с оперативным, а оперативное - с фактом работы.

При выполнении анализа все транспортные системы представляются каким-то средним абстрактным маршрутом, на котором осуществляет перевозки абстрактный автомобиль, с грузоподъемностью, которой вообще нет в большой системе. Не учитывается влияние ТЭП друг на друга и отсутствует обратная негативная связь влияния улучшения ТЭП на техническое состояние автомобилей, и, в целом парка.

Все вышесказанное способствовало рождению и распространению системы планирования «от достигнутого», а вместо анализа – статистический отчет, который не позволяет выявить действительную картину протекания транспортного процесса при доставке грузов потребителю, а только констатирует факт исполнения или неисполнения договора на транспортные услуги.

Другие модели – описательные, содержат обобщенные сведения о явлениях, происходящих в транспортных системах. Это могут быть модели развития, модели «спрос-предложение», модели эластичности.

.Суперсистема, которая, как уже указывалось, является высшим уровнем на автомобильном транспорте, состоит из множества всех ранее перечисленных систем, но задачи, которые необходимо решать в этой системе, охватывают широкий круг вопросов и не могут быть реализованы на основе отдельных изолированных друг от друга моделей. Поэтому для такой системы (отрасли) необходима всеохватывающая модель, получение которой возможно на основе включения описания всех процессов, протекающих в ней.

Транспортные системы нижнего уровня можно отнести к категории системно-ориентированных. Функционирование таких систем может быть описано в динамических терминах (посредством подходящих уравнений или имитационных моделей). При этом эволюция исследуется без учета в явном виде человеческих факторов.

В тоже время в зависимости от такого признака, как мощность обслуживаемых грузовых потоков, эти системы должны быть распределены (что впрочем и сделано в данной работе) по своим уровням. Если взять

маршрут, на котором работает или должен работать один автомобиль, то воздействуя на параметры, вызывающие изменение производительности автомобиля, мы всегда получаем определенную реакцию системы и наоборот. Исходя из этого свойства, происходит отождествление эффективности системы с эффективностью автомобиля. В других системах, имеющих одинаковую конфигурацию маршрутов, но разные объемы переработки грузов, могут проявляться другие взаимоотношения (закономерности). Например, если на маршруте работает много автомобилей, и при этом наблюдаются очереди транспортных средств, то исключение некоторой части автомобилей приведет к повышению эффективности оставшихся, но однако это может не вызывать адекватной реакции системы в целом.

Поэтому воздействие на эксплуатационные показатели работы автомобилей или обслуживающих элементов могут проявляться в качественно иной закономерности, но отдельные свойства более простой системы всегда присущи более сложной, что и позволяет их рассматривать как расположенных на различных уровнях, но принадлежащих одной иерархической системе. Хотя, строго говоря, каждый более высокий уровень в иерархической системе обладает правом принимать решения по отношению ниже лежащих, здесь такое не наблюдается, но однако факт исполнения работы в любой систем может привести к необходимости принятия решения, которое коснется тех, кто напрямую не расположен в системе иерархии.