**Виды доставок и технологические схемы перевозки**

Транспортная логистика базируется на концепции интеграции транспорта, снабжения, производства и сбыта, на отыскании оптимальных решений в целом по всему процессу движения материального потока в сфере обращения и производства с помощью критерия минимума затрат на транспортировку, снабжение, сбыт, производство.

В современных условиях предприятия транспорта должны пересмотреть характер своей коммерческой и производственной деятельности, направив ее на анализ, изучение и удовлетворение запросов потребителей. Транспорт представляет собой вид деятельности, производный от двух составляющих: поставщика (совокупности продавцов) и получателя (совокупности покупателей). Очевидно, что сбыт товара может считаться свершимся фактом лишь тогда, когда конечный потребитель получит товар. Стабильное положение любого предприятия в условиях рынка определяется не только низкими производственными издержками, но и возможностью обеспечить сбыт произведенного товара. Предприятию, фирме, компании, концерну при реализации распределения готовой продукции приходится решать вопросы, связанные с доставкой, т.е. выбирать вид транспорта, методы организации перевозок, тип транспортных средств и т.д. Новые экономические условия, формирование рынка транспортных услуг, появление и усиление конкуренции между предприятиями транспорта предполагают активное изучение опыта функционирования транспорта с определением его роли и места в системе "снабжение - производство - сбыт".

Одной из причин низкой конкурентоспособности продукции, произведенной в России, являются затраты на транспортно-экспеди-ционное обеспечение распределения, величина которых в 2-3 раза превышает уровень развитых стран. Объяснение лежит в наличии недостатков как в работе транспорта, так и в управлении запасами; повышению эффективности доставки и в настоящее время уделяется недостаточное внимание. Под доставкой следует понимать помимо собственно перевозки выполнение целого ряда работ и услуг, которые в комплексе обеспечивают эффективное распределение товаров. По данным проведенных в США исследований стоимость транспортной доли процесса производства и распределения продукции составляет одну треть конечного продукта. Поэтому надлежащее транспортное обеспечение распределения товаров является одним из важных резервов экономии ресурсов.

Доставка продукции распадается на ряд последовательных отдельных этапов, не связанных между собой, и может выполняться разными перевозчиками. Поэтому оптимизация такой пространственно-временной цепи представляет собой весьма сложную задачу. Функции транспорта в системе распределения товаров заключаются в ее транспортном и экспедиционном обеспечении.

Транспортно-экспедиционное обеспечение распределения товаров включает:

* деятельность по планированию, организации и выполнению доставки продукции от мест ее производства до мест потребления и дополнительных услуг по подготовке партий отправок к перевозке;
* оформление необходимых перевозочных документов;
* заключение договора на перевозку с транспортными предприятиями;
* расчет за перевозку грузов;
* организацию и проведение погрузочно-разрузочных работ;
* хранение (расфасовку, упаковку, складирование);
* укрупнение мелких и разукрупнение крупных отправок;
* информационное обеспечение;
* страхование, финансовые и таможенные услуги и т.д. с использованием оптимальных способов и методов при условии полного удовлетворения потребностей производственных и торговых предприятий в эффективном распределении товаров.

Транспортное обеспечение определяется как деятельность, связанная с процессом перемещения грузов и пассажиров в пространстве и во времени с предоставлением перевозочных, погрузочно-разгрузочных услуг и услуг хранения.

Экспедиционное обеспечение является составной частью процесса движения товара от производителя к потребителю и включает выполнение дополнительных работ и операций, без которых перевозочный процесс не может быть начат в пункте отправления, продолжен и завершен в пункте назначения (экспедиционные, коммерческо-правовые и информационно-консультационные услуги).

По числу видов транспорта, участвующих в доставке товаров и пассажиров, системы доставки делятся на одновидовую (юнимодальную) и многовидовую (мультимодальную и интермодальную). На рис. 2.6 представлена иерархическая пирамида (структура) технологии и организации перевозок. В вершине этой пирамиды находятся интермодальные перевозки, ниже - мультимодальные и юнимодальные межрегиональные перевозки, далее - внутриобластные и городские перевозки специализированными транспортными предприятиями и, наконец, местные перевозки отдельными предпринимателями и собственным транспортом производственных и коммерческих структур.



*Рис. 2.6. Иерархическая структура перевозок*

**Интермодальные перевозки** - это система доставки грузов в международном сообщении несколькими видами транспорта по единому перевозочному документу и передачи грузов в пунктах перевалки с одного вида транспорта на другой без участия грузовладельца в единой грузовой единице (или транспортном средстве).

Системообразующим элементом выступает интермодальная грузовая единица, которая допускает таможенное пломбирование в ней груза согласно международным требованиям, исключающее доступ к грузу без срыва пломбы. Основой современных интермодальных перевозок грузов являются контейнеры международного стандарта ISO. Однако могут использоваться и другие грузовые единицы, но отвечающие следующим требованиям: позволяют применять комплексную механизацию перегрузочных работ в портах и пунктах перевалки; отвечают международным или региональным стандартам. К ним можно отнести контрейлеры, трейлеры, сменные кузова, пакеты и блок-пакеты груза.

**Мультимодальные перевозки** - это прямые смешанные перевозки по меньшей мере двумя различными видами транспорта и, как правило, внутри страны.

**Юнимодальные перевозки** - прямые перевозки только каким-либо одним видом транспорта.

При интермодальных и мультимодальных перевозках договор на перевозку с грузоотправителем от имени перевозчиков, принимающих участие в их осуществлении, заключает первый перевозчик (оператор). Сроки доставки груза исчисляются по совокупности срока доставки его каждым перевозчиком. Каждый перевозчик несет ответственность за груз (пассажира) с момента принятия его к перевозке (посадку пассажира) до момента сдачи (высадки пассажира).

Каждые из приведенных видов перевозок обладают специфическими особенностями в технологии, организации и управлении, но они имеют общую технологическую основу в виде конкретных технологических схем доставки (будь то грузы или пассажиры) (рис. 2.7 и 2.8).

В свою очередь, составляющие элементы доставки грузов или пассажиров характеризуются определенными, присущими только им закономерностями. Пользователи транспортных услуг в настоящее время отдают предпочтение таким показателям, как соблюдение временных графиков доставки грузов и пассажиров, ответственность за удовлетворение оговоренных потребностей, надежность доставки. Выполнение этих требований связано с достаточно точной временной оценкой звеньев доставки грузов и пассажиров, т.е. со знанием закономерностей изменения всех их элементов и установлением конкретных величин. Выявление закономерностей звеньев и элементов доставки является основой в системном построении всех возможных видов организации перевозок грузов и пассажиров.



*Рис. 2.7. Технологические схемы перевозки грузов автомобильным транспортом: а - одним видом транспорт; б - несколькими видами транспорта*

Простейшей организацией для перевозки грузов или пассажиров является транспортное звено. Организационная структура транспортного звена предполагает оптимизацию как состава элементов, так и структуры звеньев и взаимосвязей между ними.

Операционную систему доставки можно укрупненно представить в виде схемы (рис. 2.9), на входе которой имеем наличие определенного числа и вида подвижного состава, а также заказы (спрос) на перевозку грузов (потребность населения в перемещении), а на выходе - своевременную перевозку грузов (пассажиров) в пункты назначения. Процессы трансформации представляют собой процессы преобразования входа в выход, т.е. своевременной, с надлежащим качеством и малыми затратами перевозки грузов (пассажиров). Трансформация добавляет к затратам на входе определенную стоимость, соответствующую цене или себестоимости перевозки.





*Рис. 2.8. Технологические схемы передвижения пассажиров: а - одним видом транспорта; б - несколькими видами транспорта*

Для обеспечения операционного контроля и управления процессами трансформации необходима достоверная информация с линии, получаемая по цепям обратной связи.

Главным объектом управления в этой схеме являются материальные и сопутствующие им потоки информации и денежных средств, обеспечивающие реализуемую технологию перевозки, а основой построения эффективной системы операционного менеджмента - производственное расписание, сформированное исходя из задач удовлетворения потребительского спроса на транспортные услуги.



*Рис. 2.9. Укрупненная операционная (технологическая) схема доставки*

Производственное расписание, составленное на основе объемно-календарного планирования, позволяет установить дифференцированные по каждому элементу доставки объемные и временные характеристики материальных потоков. Классическим методом объемно-календарного планирования и составления производственного расписания является предложенная еще в 1912 г. Г. Ганттом ленточная диаграмма, в которой соотносятся время и виды выполняемых работ. Есть и более сложные методы - сетевое планирование, когда предлагается последовательное или последовательно-параллельное выполнение определенных работ и операций с целью сокращения длительности общего технологического цикла.

Целесообразно рассматривать доставку как процесс непрерывного обеспечения последующих подразделений (производственных или сбытовых) при синхронизации работы всех звеньев системы и согласовании ее со спросом. Это требует очень жесткой дисциплины поставок, которая невозможна без четких характеристик составляющих систему элементов.

Для повышения эффективности и системной устойчивости на рынке транспортных услуг при доставке грузов должна быть обеспечена максимальная координация и интеграция всех звеньев транспортного процесса, участвующих в формировании и управлении основными и вспомогательными материальными и связанными с ними потоками. Элементами (звеньями) транспортного процесса при перевозке грузов являются подача подвижного состава под погрузку, погрузка, транспортирование и разгрузка (см. рис. 2.10).

Необходимо отметить, что звенья и составляющие их элементы доставки, равно как и характеристики спроса на перевозки, отличаются высокой степенью неопределенности, т.е. стохастичностью. Построение же систем, учитывающих стохастичность транспортного процесса и синхронизацию с производственным расписанием, целесообразно проводить на основе сети Пети. Суть ее заключается в разложении систем на ряд подсистем, связанных с определенными звеньями и элементами транспортного процесса, для нахождения параметров каждой выделенной подсистемы с использованием стохастической аппроксимации.



*Рис. 2.10. Схемы соединений и возможных состояний элементов этапа погрузки (разгрузки) грузов: 1 - ожидание погрузки (разгрузки), 2 - маневрирование, 3 - погрузка (разгрузка) груза, 4 - оформление документов.*

Транспортный процесс на каждой стадии (позвенно) можно представить в виде определенной подсети. Политика контроля и управления в такой системе моделируется синхронизацией позиций на каждой стадии (в каждом звене).

В целом перевозочный процесс можно рассматривать как систему многофазового массового обслуживания дискретного типа с конечным множеством состояний, в которой переход из одного состояния в другое происходит скачками в момент, когда осуществляется какое-то событие.

Проиллюстрируем описанный подход на примере работы автомобильного транспорта. Перевозочный процесс начинается с подачи подвижного состава в пункт погрузки. Закономерность распределения выхода автомобилей из транспортных предприятий подчиняется закону Пуассона. Поскольку в пункт погрузки могут прибывать автомобили из разных предприятий, то входящий поток в пункт погрузки может иметь и иные характеристики.

Характер распределения входящих потоков зависит главным образом от организации работы подвижного состава. Чем больше длина ездки с грузом и больше число работающих автомобилей, тем меньше последействие, и поток описывается распределением Пуассона. Уменьшение длины ездки с грузом приводит к саморегулированию движения автомобилей, и входящий поток распределяется по закону Эрланга.

Элементы погрузки и разгрузки связаны со всеми работами по загрузке и разгрузке подвижного состава автомобильного транспорта и со всеми задержками подвижного состава в пунктах погрузки и разгрузки, по каким бы причинам они ни происходили.

Идентичные элементы включают в себя звено разгрузки. На рис. 2.10 приведены схемы соединений и возможных состояний элементов звена погрузки (разгрузки). Анализ приведенных схем показывает, что оформление товарно-транспортных документов можно выполнять не только последовательно, но и параллельно, одновременно с выполнением погрузочных (разгрузочных) работ. А остальные элементы этого звена выполняются последовательно. Время погрузки является технологически необходимым элементом, а остальные элементы оказывают отрицательно действие на пропускную возможность погрузочного пункта, увеличивая продолжительность цикла транспортного процесса.

Общее время пребывания автомобиля в пункте погрузки (разгрузки) tn равно длительности ожидания tn1 плюс длительность обслуживания tn0, маневрирование tn2плюс погрузка или разгрузка tn3 плюс оформление документов tn4).



Если пост погрузки свободен, то прибывший автомобиль будет обслуживаться немедленно. За время его обслуживания могут прибыть автомобили, которые поступят на обслуживание в порядке очереди, если она будет существовать. Для этих ситуаций политика контроля и обслуживания традиционно реализуется в соответствии с двумя принципами: FCFS (First Come - First Served) - "первый пришел - первый обслужен"; LIFO (Last In - First Out) - "последний вошел - первый обслужен" (политика приоритета).

Например, при организации централизованных перевозок грузов подвижной состав, непосредственно занятый этими перевозками, загружается вне очереди по отношению к подвижному составу, прибываемому в пункт погрузки и не участвующему в централизованных перевозках. Следует учитывать, что распределение числа единиц подвижного состава в очереди не зависит от дисциплины очереди.

Насколько уменьшается ожидание автомобилей, пользующихся приоритетом, настолько же возрастает длительность простоя остальных автомобилей.

Продолжительность и закономерность распределения продолжительности пребывания подвижного состава в пункте погрузки (разгрузки) обусловлены продолжительностью и закономерностью распределения входящего потока подвижного состава, ожидания подвижным составом погрузки (разгрузки), времени маневрирования, времени погрузки (разгрузки), времени оформления документов.

Продолжительность элемента "маневрирование" зависит главным образом от организации работы погрузочного пункта, а закономерность распределения продолжительности этого элемента хорошо описывается показательным законом.

Продолжительность простоя под погрузкой зависит от рода перевозимого груза, а также от типа подвижного состава и погрузочных средств. Так, при перевозке массовых сыпучих грузов автомобилями-самосвалами и экскаваторной погрузке закономерность распределения продолжительности элемента "погрузка" описывается нормальным законом, при погрузке штучных грузов - показательным законом, при погрузке вязких грузов (растворы, бетонная смесь и т.д.) - распределением Эрланга.

Продолжительность элемента "оформление документов" зависит от организации и технологического процесса выполнения погрузочных работ, а закономерность распределения элемента хорошо описывается распределением Эрланга. При совмещении выполнения элементов "оформление документов" и "погрузка" продолжительность оформления документов бывает незначительной и распределяется по экспоненциальному закону.

При любом распределении входящего потока автомобилей в пункты погрузки или разгрузки и любой закономерности времени обслуживания продолжительность элемента "ожидание погрузки (разгрузки)" описывается экспоненциальным распределением.

Эффективность звеньев транспортирования груза и подачи автомобилей под погрузку связана с дальностью транспортирования и скоростью движения автомобиля. На мгновенную скорость свободно движущегося автомобиля оказывают влияние водитель, сам автомобиль, дорога, интенсивность движения, погода и другие факторы. Техническая скорость движения автомобиля зависит от технико-эксплуатационных качеств автомобиля, квалификации водителя, времени суток, продолжительности работы и т.д. Водители самостоятельно управляют своими автомобилями, и изменение скорости движения является для них важным показателем как в выполнении задания, так и в обеспечении безопасности движения.

В силу всех этих факторов даже при работе одномарочного подвижного состава в однотипных условиях технические скорости автомобилей не будут одинаковы, а распределяются по нормальному закону. Звено транспортирования груза, так же как и этап подачи подвижного состава под погрузку, можно представить как систему "самообслуживания", в которой продолжительность пребывания каждого автомобиля распределяется по нормальному закону.

Итак, каждый из элементов и звеньев цикла транспортного процесса имеет количественные характеристики и описывается определенным распределением. Сочетаясь друг с другом, они оказывают влияние на закономерность и характеристику распределения общей продолжительности цикла транспортного процесса, среднее время которого будет складываться из суммы времени пребывания каждой единицы подвижного состава в отдельных звеньях:



где tw, tnn, tn, tт, tp - соответственно средняя продолжительность циклов транспортного процесса; подачи подвижного состава под погрузку, погрузки, транспортирования, разгрузки.

Как отмечалось ранее, в вершине иерархической пирамиды организации перевозок (см. рис. 2.6) находятся наиболее сложные виды доставки - интермодальные и мультимодальные. Эти виды доставки осуществляются несколькими видами транспорта. Основные принципы функционирования таких систем заключаются в следующем:

* единообразный коммерческо-правовой режим;
* комплексное решение финансово-экономических аспектов;
* использование систем слежения за передвижением груза;

информац*2.5. Особенности транспортно-логистических систем различных видов транспорта и их взаимодействие*

Поиски оптимальных решений, позволяющих экономике страны эффективно освоить необходимые объемы перевозок при возможно малых затратах средств, в настоящее время относятся к основным задачам стабилизации и дальнейшего подъема как промышленности, так и сельского хозяйства. Степень удовлетворения различными видами транспорта потребностей общества в грузовых и пассажирских перевозках неодинакова. В 2000 г. сохранилась положительная динамика улучшения финансового состояния по крупным и средним предприятиям всего транспортного комплекса. Объем перевозок возрос на 7,7%, а грузооборот - на 6,7%. Прирост на грузовом автомобильном транспорте составил 5% (хотя на самом деле больше за счет частного сектора и сложности учета его работы), на железнодорожном - 8%, речном - 16%. Транзит через страну увеличился на 19%.

Освоение предъявляемых перевозок различными видами транспорта зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются следующие:

* характер и уровень развития материально-технической базы конкретного вида транспорта, определяющие его возможности освоения предъявляемых перевозок;
* размещение транспортных средств и сети видов транспорта относительно предприятий и населенных пунктов;
* организация перевозочного процесса, регулярность перевозок, сроки доставки грузов и пассажиров.

Каждый вид транспорта обладает характерными, только ему присущими особенностями в размещении, техническом оснащении, провозных возможностях, разновидности подвижного состава и т.д. Для определения сфер экономически целесообразного использования того или иного вида транспорта необходимо учитывать как общехозяйственные, так и специфические транспортные факторы.

К общехозяйственным факторам относятся:

* размещение и размеры производства и потребления, определяющие объемы и направление перевозок и грузопотоков;
* номенклатура выпускаемой продукции, определяющая тип подвижного состава и ритмичность его работы;
* состояние запасов товарно-материальных ценностей, которое определяет срочность доставки грузов и т.д.

К специфическим транспортным факторам относятся:

* размещение сети путей сообщения;
* условия эксплуатационной работы, в том числе сезонность и ритмичность работы;
* пропускная и провозная способности;
* техническая вооруженность;
* система организации транспортного процесса.

При сравнении вариантов перевозок различными видами транспорта основными показателями являются:

* уровень эксплуатационных расходов (себестоимость перевозок);
* капитальные вложения;
* скорости движения и сроки доставки;
* наличие провозной и пропускной возможностей;
* маневренность в обеспечении перевозок в различных условиях;
* надежность и бесперебойность перевозок, их регулярность;
* гарантии сохранности перевозимых грузов и багажа;
* условия эффективного использования транспортных средств, механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ.

Величина этих показателей на каждом виде транспорта различна. Она во многом зависит от мощности и структуры грузопотоков, дальности перевозок, величины отправок, типа подвижного состава, материально-технической базы вида транспорта и ряда других факторов.

Отметим основные технико-экономические особенности, характеризующие специфичность транспортно-логистических систем различных видов транспорта.

Основными технико-экономическими особенностями железнодорожного транспорта являются:

* неразрывная связь с предприятиями промышленности и сельского хозяйства, стройками, торговыми базами, складами и т.д. В настоящее время все крупные предприятия и базы торговых организаций имеют железнодорожные подъездные пути, связывающие их с магистральными железными дорогами. На подъездных путях зарождается и погашается до 90% всех грузов, перевозимых по железным дорогам;
* возможность строительства железнодорожных сообщений практически на любой сухопутной территории страны и обеспечение устойчивых связей между районами;
* высокая провозная и пропускная способность железных дорог. Двухпутная железнодорожная линия, оборудованная автоматической блокировкой, может обеспечить перевозки более 100 млн т в каждом направлении в год, а однопутка - 20 млн т и более в каждом направлении в год. Эти величины могут меняться с изменением общей массы поездов, скоростей движения и т.д. Использование провозных способностей железных дорог неодинаково по различным регионам страны из-за неравномерности размещения производства и сырьевых ресурсов;
* возможность осуществления массовых перевозок грузов в сочетании с относительно низкой стоимостью перевозок;
* возможность бесперебойного и равномерного осуществления перевозок во все времена года и периоды суток;
* сравнительно высокая скорость движения и сроки доставки грузов и пассажиров. Сроки доставки грузов являются одним из важных качественных показателей, определяющих эффективность использования того или иного вида транспорта для конкретной перевозки. В целом ускорение доставки грузов дает большой экономический эффект. Расчеты показывают, что при сокращении доставки грузов по железным дорогам на одни сутки высвобождаются материальные ресурсы в количестве примерно в 9-10 млн тонн;
* доставка грузов и пассажиров по более короткому пути следования. Как правило, расстояние перевозки по железной дороге значительно короче, чем по рекам. Например, от Волгограда до Москвы путь по железной дороге короче речного в 2,5 раза. Необходимо помнить, что более короткий маршрут не всегда является наиболее эффективным. В ряде случаев целесообразно использовать на мощных грузопотоках виды транспорта с низкой себестоимостью по сравнению с более короткими маршрутами;
* относительно высокие экономические показатели и достаточно совершенная технология перевозок. Если расход топлива в среднем на железнодорожном транспорте принять за единицу, то на автомобильном он составит 4-5 единиц.

На различных видах транспорта себестоимость складывается под влиянием таких показателей, как мощность грузо- и пассажиропотока, средняя дальность перевозки, соотношения груженого и порожнего пробега, района размещения линии, ее технической оснащенности и т.д. Поэтому для объективности оценки эффективности использования того или иного вида транспорта целесообразно исходить из конкретных условий перевозок, складывающихся в различных регионах или направлениях.

**Морской транспорт** играет важную роль в развитии и укреплении экономических и научно-технических связей с зарубежными странами. Внутри страны в каботажном плавании морской флот имеет большое значение для обеспечения транспортных связей Дальнего Востока и Крайнего севера (прежде всего Приморья, Сахалина, Охотского побережья, Камчатки, Чукотки).

В работе морского транспорта важное значение имеют морские порты. В них происходит погрузка и выгрузка грузов, оформление перевозочных документов, вспомогательные операции по техническому обслуживанию и снабжению флота и другие работы, связанные с отправлением, переработкой и прибытием груза, а также посадкой и высадкой пассажиров.

Существуют следующие типы морских торговых портов:

* общего назначения, где проводится обработка различных судов и грузов на одних и тех же причалах;
* специализированные, когда происходит переработка массовых грузов (руды, хлеба, каменного угля, леса, нефтеналивных грузов). С учетом особенностей таких грузов строятся причальные линии, системы механизмов и автоматизированных комплексов для погрузочно-разгрузочных работ;
* комбинированные - наиболее крупные морские торговые порты, имеющие специализированные причалы, районы для переработки массовых грузов и причалы общего назначения в основном для переработки тарно-штучных грузов.

Для нормального функционирования порты должны иметь сооружения, устройства, механизмы причального флота для перемещения грузов как внутри трюмов судов, так и в порту, для перегрузки на плаву, а также склады, весовое хозяйство, системы управления, ограждения и т.д.

Погрузка и выгрузка в портах производится у береговых причалов, оборудованных швартовыми устройствами; у рейдовых портов, т.е. в районах акваторий, оборудованных специальными постоянными причальными приспособлениями, укрепленными на якорях или прочно закрепленном грунте; у мест якорной стоянки судов, т.е. в районах акваторий, где грунт и условия судоходства допускают стоянки судов. К береговым причалам относятся как набережные причалы, так и плавучие пристани (дебаркадеры, понтоны).

Морские порты в зависимости от характера грузовой работы могут специализироваться по роду перерабатываемых грузов, направлениям перевозок и т.д. Специализация портов способствует оптимизации использования технических средств, снижению себестоимости погрузочно-разгрузочных работ и рационализации грузопотоков. Основными направлениями развития морских портов являются: строительство глубоководных причалов для приема крупнотоннажных судов, оборудование портов автоматизированными системами с высокопроизводительными перегрузочными и транспортирующими механизмами, строительство контейнерных терминалов, специализация причалов по роду перерабатываемого груза. В зависимости от вида плавания судов морское сообщение принято делить на внешнее (заграничное) и внутреннее (каботажное).

По эксплуатационному назначению морские транспортные суда бывают: пассажирские и туристские, грузопассажирские, наливные, комбинированные (рудонефтевозы), сухогрузные, контейнеровозы, лихтеровозы, роллерные.

По сравнению с другими видами транспорта морские перевозки имеют ряд технико-экономических особенностей, определяющих в отдельных случаях их преимущества:

* возможность обеспечения массовых межконтинентальных перевозок грузов внешнеторгового оборота России. Порядок перевозки внешнеторговых грузов устанавливается специальными правилами и положениями;
* сравнительно небольшие капиталовложения. Морские пути не требуют затрат на их сооружение или поддержание в эксплуатационном состоянии (кроме каналов);
* практически неограниченная пропускная способность. Ограничение пропускной способности происходит главным образом по перерабатывающей способности морских портов и причальных линий, складских емкостей, механизмов для производства погрузочно-разгрузочных работ;
* сравнительно малый расход топлива и энергии. Морские пути горизонтальны, не связаны с рельефом местности и не требуют дополнительных затрат энергии для преодоления подъемов, которые возникают на железных дорогах и автомобильном транспорте. Кроме того, морские линии прямолинейны;
* при перевозках на большие расстояния более низкая, чем на других видах транспорта, себестоимость перевозок. Крупные суда морского транспорта значительно улучшают соотношение полезной грузоподъемности и водоизмещения.

К недостаткам морского транспорта относятся:

* зависимость от естественно-географических и навигационных условий. Этим определяется продолжительность навигационного периода и сложность ледового режима: частичное или полное замерзание путей, что вызывает в ряде районов сезонность морских сообщений;
* необходимость строительства на морских побережьях сложного портового хозяйства. Морской транспорт экономичнее использовать на больших расстояниях, так как на коротких расстояниях не реализуется одно из важных преимуществ морского транспорта - возможность использования судов большой грузовместимости;
* ограниченное использование морского транспорта в прямых морских сообщениях. Морские пути проходят на окраинах России, поэтому прямые сообщения могут быть организованы только между отдельными предприятиями, расположенными в этих районах. Морские перевозки во внутренних сообщениях в малом каботаже, как правило, менее эффективны, чем по железным дорогам и речным путям из-за высокой себестоимости. В то же время в большом каботаже издержки на морском транспорте почти в три раза меньше, чем на железнодорожном.

**Речной транспорт** является важным звеном общей транспортной системы в таких районах, где есть реки и где он является наиболее дешевым, особенно при перевозках массовых грузов: нефти и нефтепродуктов, леса, зерна, строительных материалов.

Россия обладает самой большой в мире сетью внутренних водных путей. Бассейн реки Волги, например, включает 700 рек общей длиной 213 тыс.км, из которых 110 тыс.км являются судоходными или сплавными.

Основными технико-экономическими особенностями, определяющими преимущества речного транспорта, являются:

* большая провозная способность на глубоководных реках. Так, пропускная способность р.Волги может быть доведена до 100 млн т в год;
* сравнительно невысокая себестоимость перевозок. На реках Европейской части России она примерно на 30% меньше, чем на железных дорогах, и в несколько раз меньше по сравнению с автомобильным транспортом;
* относительно меньшие капитальные затраты. Затраты на организацию судоходства по естественным магистральным водным путям с пропускной способностью 80-100 млн. т в год в несколько раз меньше, чем на строительство железной дороги (с подвижным составом) и в 3-4 раза меньше, чем на сооружение автомобильной дороги с твердым покрытием.

К недостаткам использования речного транспорта относятся:

* извилистость пути и судового хода, ступенчатость глубин на всем его протяжении, что в ряде случаев затрудняет прохождение судов большой грузоподъемности;
* ограничение в использовании подвижного состава, связанное с сезонностью работы;
* удлинение маршрутов следования грузов;
* небольшая по сравнению с другими видами транспорта скорость перевозки грузов и пассажиров.

**Автомобильный транспорт** России в настоящее время в значительной мере обеспечивает или участвует в обеспечении грузовых перевозок для всех отраслей народного хозяйства. Велика его роль и в удовлетворении потребностей населения в передвижении. Автомобильный транспорт широко применяется как для внутрипроизводственных (технологических) перевозок, так и для непосредственной доставки грузов из пунктов производства в пункты потребления (в сфере обращения).

На внутрипроизводственных перевозках автомобили используются в горнорудной промышленности, особенно на открытых разработках. В строительстве автомобилями выполняется огромный объем перевозок железобетонных изделий, кирпича, блоков, панелей, ферм и т.д. В сельском хозяйстве автомобили используются для доставки урожая с полей на склады, элеваторы, заготовительные пункты, базы хранения и непосредственно на станции, пристани, порты. В сфере обращения автомобилями перевозится примерно 35-40% общего объема перевозок. Это в основном подвоз грузов к магистральному транспорту.

Автомобильный транспорт обладает рядом технико-экономи-ческих особенностей, определяющих его преимущества и широкое использование во всех отраслях хозяйства:

* большая маневренность и подвижность. Грузы автомобилями могут перевозиться непосредственно из пункта производства в пункт потребления без перегрузки и промежуточного складирования, т.е. "от двери до двери";
* высокая скорость доставки грузов и пассажиров. По скорости движения автомобильный транспорт уступает лишь воздушному;
* в ряде случаев более короткий путь движения грузов и пассажиров. Целесообразно доставлять грузы и перевозить пассажиров автомобильным транспортом в тех случаях, когда расстояние перевозки по автомобильным дорогам меньше, чем по железным.

К недостаткам автомобильного транспорта относятся:

* сравнительно высокая себестоимость, которая значительно выше, чем на водном и железнодорожном транспорте. Высокий уровень себестоимости - результат малой грузоподъемности единицы подвижного состава и достаточной сложности автомобильного подвижного состава;
* относительно большая стоимость материально-технической базы обслуживания автомобилей, несмотря на то, что в ряде случаев эта база развита еще недостаточно;
* недостаточная протяженность и плохое техническое состояние имеющихся автомобильных дорог.

Автомобильный транспорт выполняет большой объем пассажирских перевозок. Особенно велик удельный вес пассажирских автомобильных перевозок в городах, других населенных пунктах и пригороде.

В транспортной системе России **авиационный транспорт** является одним из видов пассажирского транспорта. Важна роль воздушного транспорта в укреплении международных связей. Авиационный транспорт в большей степени целесообразен при перевозках пассажиров на дальние расстояния. Средняя дальность полета пассажиров на линиях России находится в пределах 1500 км. Техническая и коммерческая скорости перевозки авиационным транспортом значительно выше скоростей других видов транспорта.

Основными преимуществами воздушного транспорта в пассажирских перевозках являются:

* высокая скорость доставки пассажиров, комфортабельность проезда в подвижном составе;
* маневренность в организации пассажирских перевозок. Новые воздушные линии могут создаваться в короткие сроки и с небольшими капиталовложениями. Авиационный транспорт имеет возможность маневрировать подвижным составом (самолетами, вертолетами) в зависимости от величин пассажиропотоков;
* большая беспосадочная дальность полета (до 10 тыс. км). Беспосадочные полеты повышают скорость доставки пассажиров;
* кратчайшие расстояния воздушных маршрутов по сравнению с маршрутами на других видах транспорта. Так, на ряде направлений путь следования авиационным транспортом короче, чем по железным дорогам, на 25%, по морским и речным линиям - почти на 50%. Между некоторыми пунктами расстояние перевозки сокращается даже в 2-3 раза;
* экономия времени пассажиров. Высокие технические скорости самолетов, большая беспосадочная дальность полетов, спрямленные пути следования обеспечивают в сравнении с другими видами транспорта существенное сокращение времени перемещения пассажиров;
* достаточно высокая культура обслуживания пассажиров во время полетов.

К недостаткам воздушного транспорта следует отнести высокую себестоимость перевозок.

Воздушный транспорт является в основном пассажирским транспортом. Грузовые перевозки, выполняемые им, в общем объеме грузооборота страны имеют незначительный удельный вес, однако особый характер и ценность таких перевозок по ряду специфических грузов делают их экономически эффективными. В гражданской авиации используются и вертолеты, которые эксплуатируются во многих отраслях хозяйства, строительстве, сельском хозяйстве, геологии и т.д. В таежные и горные районы вертолетами доставляются бульдозеры, тракторы, автомашины, крупногабаритные грузы. Вертолетами также доставляются и устанавливаются опоры для высоковольтных электрических линий, контактной сети и электрических железных дорог, линий связи, радиорелейных мачт.

**Трубопроводный транспорт.** Трубопроводы разделяются на нефтепроводы, продуктопроводы и газопроводы. Узкая специализация трубопроводов является основным отличием их от других универсальных видов транспорта.

Нефтепровод представляет собой комплекс сооружений для транспортировки нефти и нефтепродуктов от места добычи или производства к пунктам потребления или перевалки на другие виды транспорта. Нефтепроводы строятся магистральные, промысловые и подводящие.

Магистральными называются такие нефтепроводы, по которым транспортируется нефть из районов добычи на нефтеперерабатывающие предприятия, а также на перевалочные базы, расположенные в железнодорожных, речных и морских пунктах налива, или на головные перекачивающие станции, расположенные на территории данного нефтяного промысла.

Промысловые, заводские и нефтебазовые трубопроводы предназначены для внутренних перекачек.

Подводящие нефтепроводы служат для транспортировки нефти с промыслов на головные сооружения магистральных нефтепроводов и нефтепродуктов с перерабатывающих заводов на головные нефтепродуктопроводы.

Перекачка осуществляется насосами большой мощности (главным образом с электроприводом), установленными на конечных станциях и станциях перекачки.

Преимущества трубопроводного транспорта для перекачки нефти и нефтепродуктов по сравнению с другими видами транспорта сводятся к следующему:

* возможность повсеместной прокладки труб и массовой перекачки нефти и нефтепродуктов;
* меньшие расстояния перекачки, чем при транспортировке этих же грузов по речным путям и железным дорогам;
* низкая себестоимость транспортировки нефти (в два раза меньше, чем на речном транспорте, и в три раза, чем по железным дорогам);
* обеспечение сохранности нефтепродуктов благодаря полной герметизации процесса транспортировки;
* полная автоматизация операций по наливу, перекачке и сливу нефти и нефтепродуктов;
* меньшие, чем на других видах транспорта, удельные капиталовложения и расход металла, приходящийся на единицу перевозимого груза;
* исключение (при соответствующей изоляции) отрицательного воздействия на окружающую среду;
* достаточно высокий уровень производительности труда;
* непрерывность процесса перекачки, практическая независимость от климатических условий, незначительное число обслуживающего персонала.

К недостаткам трубопроводного транспорта относится его узкая специализация и необходимость наличия устойчивого и достаточного по величине потока грузов.

Разновидностью трубопроводного транспорта являются **газопроводы**, которые служат единственно возможным видом транспорта для перемещения в больших количествах газа на дальние расстояния. Газопроводы подразделяются на магистральные, по которым газ от места добычи или производства подается на большие расстояния до газораспределительных станций, и местные, снабжающие населенные пункты и отдельные предприятия. 85% всего добываемого газа потребляет промышленность, более 80% транспортируется на дальние расстояния.

**Промышленный транспорт** имеет большое значение для обеспечения транспортных нужд предприятий. Он осуществляет перевозки внутрицеховые, межцеховые, со складов предприятий в цеха, из цехов на склады предприятий, а также подвоз продукции на магистральный транспорт и вывоз грузов на склады и в цеха предприятий. Во внутрипроизводственных перевозках используются железнодорожные пути, автомобили и специализированные виды транспорта (монорельсовые и канатные дороги, ленточные и другие конвейеры и т.д.). Специализированные виды транспорта в большинстве своем применяются в металлургии (черной и цветной), угольной, химической промышленности и в промышленности строительных материалов. Внедрение специализированных видов транспорта, как показывают расчеты, оказывается эффективнее, чем использование автомобильного или железнодорожного, что в конечном счете способствует снижению транспортных издержек, повышению производительности транспорта и в целом эффективности производства.

Специфические особенности различных видов транспорта определяют сферы их целесообразного использования.

Экономические показатели перевозок грузов тем или иным видом транспорта зависят от многих факторов: рода грузов, размера и условий перевозок, наличия и протяженности подъездных путей, степени автоматизации и механизации грузовых операций, возможностей использования грузоподъемности подвижного состава, наличия и размещения складов и т.д.

В нормальных условиях ориентировочно можно определить следующие сферы целесообразного использования видов транспорта для грузовых перевозок.

*Железнодорожный транспорт* - перевозки массовых грузов (каменный уголь, руда, черные и цветные металлы, лесные и строительные грузы, минеральные удобрения и др.) на дальние и средние расстояния (особенно в широтном направлении), а между предприятиями, имеющими подъездные железнодорожные пути, - и на сравнительно короткие. Наличие железнодорожных подъездных путей между корреспондирующими предприятиями при массовых потоках грузов значительно расширяет сферы эффективного использования железнодорожного транспорта, так как создает условия для комплексной механизации и автоматизации грузовых операций, повышения качества перевозок и сохранности грузов. В ряде случаев использование железнодорожного транспорта при наличии подъездных путей целесообразно даже при незначительном грузообороте (менее 35-40 тыс. т в год).

*Морской транспорт* - перевозки, связанные с заграничным плаванием для доставки грузов по экспорту и импорту в страны, поддерживающие торговые связи, перевозки грузов иностранных фрахтователей и перевозки в большом и малом каботаже, особенно в районах Дальнего Востока, Крайнего Севера, Камчатки, Сахалина, Чукотки, Охотского побережья.

*Речной транспорт* - перевозки в районах, где нет других видов транспорта, а также между пунктами производства и потребления, расположенными на одних и тех же речных путях; перевозки в смешанных сообщениях на направлениях, где они эффективнее по сравнению с перевозками одним видом транспорта.

*Автомобильный транспорт* - перевозки грузов в промышленных центрах, населенных пунктах и сельскохозяйственных районах, подвоз грузов к магистральному транспорту и доставка их получателям от пунктов назначения магистрального транспорта; перевозки из пунктов производства в пункты потребления при отсутствии связей между видами транспорта, перевозки скоропортящихся и других грузов в пределах экономической целесообразности, перевозки внутри узлов в контейнерах и мелкими отправками.

*Воздушный транспорт* - доставка в промышленные центры и северные районы овощей, фруктов и других скоропортящихся продуктов, а также ценных грузов и почты.

*Трубопроводный транспорт* - перекачка нефти и газа с крупных месторождений, перемещение продуктов перегонки нефти при устойчивых и стабильных грузопотоках.

Целесообразные сферы применения видов транспорта при перевозке пассажиров сводятся к следующему.

*Железнодорожный транспорт* - перевозки пассажиров в междугородном сообщении на средние расстояния (700-900 км) и в пригородном сообщении крупных промышленных центров.

*Морской транспорт* - перевозки пассажиров в районах тяготения (Дальний Восток, Камчатка, Сахалин, Чукотка, Охотское побережье и т.д.), в прибрежном плавании и в круизных поездках.

*Речной транспорт* - перевозки пассажиров между населенными пунктами, расположенными по берегам рек, и при отсутствии других видов транспорта (в районах тяготения), туристские и экскурсионные перевозки.

*Автомобильный транспорт* - перевозки пассажиров на короткие расстояния (в городах и других населенных пунктах), в пригородном сообщении большинства городов и населенных пунктах, в сельских перевозках и междугородных на расстоянии до 500 км.

*Воздушный транспорт* - перевозки пассажиров на дальние расстояния как внутри страны, так и в ближнем и дальнем зарубежье. Так, порядка 80% пассажиров при перемещениях из Европейской части на Дальний Восток пользуются воздушным транспортом.

Основными факторами, определяющими сферу использования пассажирами того или иного вида транспорта, являются:

* связь путей сообщения видов транспорта с городами и другими населенными пунктами;
* наличие провозной способности и приспособленности вида транспорта к меняющимся пассажиропотокам;
* средние скорости доставки пассажиров.

Решение задач, связанных с взаимодействием видов транспорта при перевозках, должно основываться на логистических принципах и учитывать вероятностно неопределенные факторы. Многие методы, представляющие информацию строго однозначной, обладают существенными недостатками. Они предполагают замену реальных вероятностных закономерностей транспортных систем функциональными зависимостями. С помощью таких методов обычно получают одно решение, не зависящее от происходящих в реальных условиях изменений в технологии работы, состоянии техники, структуре грузопотоков, точности прогнозов и т.д. Поэтому такие решения уже не могут удовлетворять специалистов. Пренебрежение вероятностно-неопределенным характером транспортных процессов, явлений, факторов может привести к неправильному определению "узких" мест и, как следствие, снижению эффективности предлагаемых мероприятий. Этот же недостаток может проявиться при осуществлении перспективных расчетов пропускной и провозной способности, проводимых без учета вероятностно-неопределенных факторов перевозочного процесса (колебания продолжительности занятия элемента системы, изменение структуры грузопотоков, выход из строя отдельных технических систем и т.д.).

Первостепенное значение имеет надежная система анализа и прогнозирования грузо- и пассажиропотоков для всех временных уровней. Для решения этой задачи необходимо использовать современные методики прогнозирования, учитывая, что просчеты в прогнозах сказываются на всех уровнях принятия решений, и чем позже они устраняются, тем дороже обходятся транспорту и клиентам. Поэтому умение творчески применять прогнозы в инженерной деятельности - задача большой важности.

Различные виды транспорта должны функционировать во взаимосвязи, обеспечивая единообразие транспортного обслуживания клиентов. Единство транспортной системы достигается в:

* технической сфере взаимодействия, которая предполагает унификацию, стандартизацию и согласование параметров технических средств разных видов транспорта, а также пропускной и перерабатывающей способности взаимодействующих систем;
* технологической сфере взаимодействия, которая обеспечивается единством технологии, совмещенных и взаимоувязанных графиков работы транспорта, отправителей и получателей грузов, непрерывных планов-графиков работы транспортных узлов;
* информационной сфере взаимодействия, которая обеспечивает совместимость информации по содержанию, формам представления, скорости и своевременной выдаче информации одним видом транспорта для принятия решений на другом;
* правовой сфере взаимодействия, основу которой составляют Устав железнодорожного транспорта, Устав внутреннего водного транспорта, Кодекс торгового мореплавания, Устав автомобильного транспорта, сборник правил перевозок и тарифов, правила планирования перевозок;
* экономической сфере взаимодействия, основу которой составляет единая система планирования, распределение перевозок по видам транспорта, наличие или отсутствие ресурсов;
* использование наработанного опыта взаимодействия разных видов транспорта в узлах.

Взаимосвязь следует рассматривать как взаимодействие различных транспортных подсистем в общей логистической системе страны (региона). При этом каждый вид транспорта осуществляет перевозки в наивыгоднейшей для него сфере, а комплексная единая транспортная система в целом призвана обеспечивать полное удовлетворение потребностей общества в перевозках грузов и пассажиров.

Взаимодействие различных видов транспорта во многом определяется четкостью функционирования общетранспортных узлов. Под общетранспортным узлом понимается совокупность материальных и людских ресурсов, организованных в систему взаимоувязанных технологических процессов в целях обеспечения координации и повышения эффективности перевозок.

В силу объективной особенности транспортного процесса - обеспечения работы на стыках различных видов транспорта, где взаимодействуют и многочисленные клиенты, - непрерывный план-график работы транспортного узла как на сутки, так и на отдаленную перспективу является важнейшим управленческим инструментом эффективного обслуживания предприятий и организаций. Такая система взаимодействия дает возможность значительно повысить эффективность работы транспорта, существенно сократить сроки доставки грузов потребителям и тем самым снизить издержки.

Большая часть времени нахождения грузов в пути следования приходится в настоящее время на грузовые операции, подвоз и вывоз груза в начальных и конечных пунктах, а также на перевалочные работы. В связи с этим в качестве оптимального рассматривается непрерывный перевозочный процесс на всем пути следования груза "от двери до двери" и ставится задача изыскания резервов ускорения доставки грузов и получения наибольшего эффекта при организации работы в транспортных узлах.

Под непрерывным перевозочным процессом в транспортном узле понимается такой процесс, когда прибывшие грузы вывозятся в течение установленной нормы времени для нахождения отправок в узле в ожидании их вывоза. Для учета и планирования качества организации непрерывного перевозочного процесса предлагается показатель уровня непрерывности перевозочного процесса, который определяется как



где Тiф - продолжительность времени фактического нахождения в узле прибывающей i-й отправки груза, сут.; i - порядковый номер отправки, прибывающей в узел; iОj,
где j - множество таких i-х отправок, для которых фактическое время нахождения в узле превышает нормативное; ТiH - установленная норма времени на нахождение i-й отправки груза в узле в ожидании вывоза, сут.; nотпр - общее количество грузовых отправок, переработанных за сутки в узле, равное сумме числа отправок, оставшихся на станции от предыдущих суток n1, и количества выданных отправок из прибывших за данные сутки (nвыд):



Таким образом, показатель прерывности перевозочного процесса в узле характеризует среднее время излишнего пребывания на станции в ожидании вывоза имеющихся отправок, т.е. среднее время задержки груза в узле, приходящееся на одну отправку. Чем выше показатель прерывности перевозок, тем хуже организована работа смежных видов транспорта и вывоз груза.

Наиболее совершенной формой технологического взаимодействия различных видов транспорта в узлах являются единые технологические процессы (ЕТП). ЕТП - это рациональная система организации работы взаимодействующих в узле видов транспорта, увязывающая между собой технологию обработки транспортных единиц и обслуживания пассажиров в пунктах взаимодействия, обеспечивающая единый ритм в процессе перевозок и производства обслуживаемых предприятий.

При организации работы по ЕТП решаются следующие задачи:

* разработка единых графиков выполнения операций с вагонами и составами на станциях и подъездных путях промышленного транспорта;
* увязка единой технологии с маршрутизацией перевозок, планами формирования поездов и судов;
* обеспечение ритмичности погрузочно-разгрузочных работ во времени и пространстве;
* разработка согласованных графиков движения на всем пути следования груза от пункта отправления до пункта назначения.

ЕТП разрабатывается последовательно в несколько этапов.

1. В результате детального обследования и углубленного изучения состояния пунктов взаимодействия в транспортных узлах выявляют ограничивающие по техническому оснащению элементы и недостатки технологии работы во взаимодействии, устранение которых может существенно улучшить условия работы.
2. Оптимизируют распределение объемов перевалки грузов в узле между пунктами взаимодействия, отдельными технологическими линиями каждого пункта в соответствии с их специализацией. Определяют порядок осуществления операций с транспортными средствами, массовую норму и число передаточных поездов, судов, порядок обмена передачами.
3. По существующим нормативам определяют продолжительность технических, маневровых, коммерческих операций с судами, вагонами, автомобилями и разрабатывают технологические графики для каждого элемента транспортного узла, а также графики работы погрузочно-разгрузочных механизмов в пунктах перевалки, графики обработки документов и т.д. После составления простых технологических графиков выявляются возможности совмещения операций с целью сокращения затрат времени на цикл операций и повышения производительности подвижного состава.
4. После составления графиков обработки документов подвижного состава взаимодействующих видов транспорта приступают к разработке единого суточного плана-графика пункта перевалки, предварительно проверив соблюдение важнейших условий взаимодействия.
5. Пропускные (провозные) способности устройств (П) р-го и (р + 1-го) видов транспорта в к-ом пункте перевалки должны быть эквивалентны, т.е.



1. Расчетные интервалы прибытия и отправления транспортных средств в пункте взаимодействия должны соответствовать технологическому интервалу их обработки:

где tjпр tjот - продолжительность технологических операций при погрузке (выгрузке) j-й транспортной единицы (группы); Jjпр Jjот - расчетный интервал соответственно прибытия и отправления транспортных средств j-го типа.

1. Число транспортных единиц Nк или количество груза Qк, прибывающего за некоторый период в к-й пункт перевалки, не должно превышать пропускной (перерабатывающей) способности лимитирующих элементов Nkj (Плj) соответствующих перегрузочных фронтов, т.е.

*Nk < Nkj или Qk < Пkj*

1. Календарные сроки прибытия в к-й пункт взаимодействия груженых и порожних составов р-го и р+1 видов транспорта должны быть согласованы по времени и синхронизированы с режимом выпуска продукции.
2. Количество порожнего подвижного состава по вместимости для данного рода груза, подаваемого в пункт взаимодействия Р-ым видом транспорта, должно соответствовать количеству груза, прибывающего (Р+1)-м видом транспорта, т.е.



Для взаимодействия различных видов транспорта c промышленными предприятиями данное условие формулируется так:



где Qскл - количество накопившейся на складе продукции.

Организация работы общетранспортных узлов во многом зависит от объемов входящих и исходящих грузопотоков, распределения объема работы между узлами по отправлениям транспортной сети.

Задача определения объемов перевозок в транспортных узлах тесно связана с задачей распределения объемов перевозок по транспортной сети.

Пусть Г (М, А) - транспортная сеть, в которой N - множество узлов, А - множество дуг. Узлами физической транспортной сети являются некоторые географические пункты, в которые завозятся одни грузы и вывозятся другие. По любой дуге (i,j) А могут осуществляться перевозки всеми или некоторыми видами транспорта.

Примем, что р - число видов транспорта, хpij - объем перевозок по дуге (i,j)Ар видом транспорта р из пункта i в пункт j и пусть хpij - объемы перевозок, полученные в результате решений какой-либо задачи вида



где Х - вектор, компоненты которого - числа хij;
q [Г(M, А)] - множество допустимых значений вектора хpij в рассматриваемой задаче, а x(C) - целевая функция этой задачи.

Следует отметить, что в качестве задачи (2.16) может рассматриваться любая экстремальная задача, отражающая ограничения по пропускным способностям узлов сети, емкости имеющихся в них складов, трудоемкости перевозок отдельными видами транспорта и т.д. Причем функция x(C) может описывать такие показатели функционирования сети, как затраты на перевозки, себестоимость перевозок и др. При этом в зависимости от структуры множества Г(М, А) и вида функций x(C) задача будучи сформулирована как экстремальная задача на сети, может как решаться специальными методами сетевого планирования, так и быть сведена к стандартным задачам математического программирования.

Рассмотрим постановку такой задачи о распределении объемов перевозок по транспортной сети в виде многоиндексной распределительной задачи линейного программирования. Целесообразно в качестве основного критерия для оптимального распределения объемов перевозок использовать критерий минимума транспортных затрат, связанных с перевозкой грузов. В качестве критерия могут быть также выбраны максимальная прибыль, минимальный пробег транспортных средств, минимальный простой подвижного состава, максимальный объем перевозимых грузов.

Несмотря на специфику отдельных видов транспорта, исходную задачу планирования распределения перевозок между видами транспорта можно сформулировать следующим образом:





Здесь для каждого направления j перевозок известны: требуемый объем грузопотока b; трудоемкости bi перевозок транспортными средствами m-го типа р-го вида транспорта, а также затраты Cmp на перевозку единицы груза на единицу расстояния. Кроме того, заданы общие бюджеты времени tmp работы транспортных средств разного типа, имеющихся на разных видах транспорта Р.

Требуется определить такие объемы перевозок грузов Xmpj, выполняемых разными видами транспорта, при которых достигается минимум затрат на перевозку.

Даже при небольших Р, m, j сформулированная общая задача линейного программирования имеет большую размерность, что заставляет на практике изыскивать специальные подходы к ее эффективному решению. Целесообразен подход, позволяющий расчленить исходную задачу на совокупность задач меньшей размерности, решаемых отдельно для каждого вида транспорта, и координирующую распределительную задачу.

Заменим условие (2.18) в системе ограничений (2.18-2.20) следующей системой неравенств:



и рассмотрим р подзадач для каждого типа транспорта:



а также координирующую задачу



Эту совокупность задач можно рассматривать как совокупность решающих правил в двухуровневом планировании, в котором на нижнем уровне в результате решения распределительной транспортной задачи Р находятся оптимальные объемы перевозок Xmp транспортными средствами m-го типа р-го транспорта при выделенных верхним уровнем объемах грузопотоков и известных значениях Cmpj, ampj, tmp, а объемы грузопотоков находятся в результате решения задачи линейного программирования, отождествляемой с общетранспортным центром.

На каждой итерации каждая транспортная отрасль Р нижнего уровня находит такие объемы Xmp перевозок грузов среди выделенных им верхним уровнем bpj, которые обеспечивают минимум затрат на перевозку при соблюдении ограничений tmp на бюджет времени. На практике процесс составления текущего плана перевозок может заканчиваться, когда изменение решений при итерациях становится незначительным.

Прямую перевалку грузов без складирования в пунктах взаимодействия можно организовать по трем вариантам:

1. без задержки подвижного состава j-го вида транспорта;
2. с задержкой подвижного состава;
3. с использованием бункерных складов.

**Сноски**

1 Бауэрсокс Д.Д., Клосс Д.Д. Логистика: интегрированная цепь поставок / Перевод с англ. М: ЗАО "Олимп-Бизнес", 2001.

* ионное обеспечение и связь;
* единство всех звеньев транспортной цепи в организационно-технологическом аспекте;
* кооперация всех участников транспортной системы;
* комплексное развитие транспортной инфраструктуры различных видов транспорта. Для реализации этих принципов необходимо знать особенности использования отдельных видов транспорта, их характеристики и основы взаимодействия.

**Сноски**

1 Бауэрсокс Д.Д., Клосс Д.Д. Логистика: интегрированная цепь поставок / Перевод с англ. М: ЗАО "Олимп-Бизнес", 2001.

 По первому варианту возможна работа пункта взаимодействия при строгом согласовании расписаний и согласованном поступлении подвижного состава j-го вида транспорта. Согласование расписаний движения является наиболее экономичным способом. Однако практика показывает, что осуществить полное согласование, а главное, выполнение графиков движения j-го и i-го видов транспорта с высокой точностью (t<1ч) пока невозможно. Поэтому в пунктах взаимодействия используются различные способы погашения неравномерности поступления транспортных потоков и накопления грузов в количестве, необходимом для компенсации несогласованности в подходе судов, вагонов, автомобилей, без двойной перевалки.

Для повышения доли груза, перегружаемого по прямому варианту, используются следующие способы:

* "склад на колесах" - груз накапливают в вагонах, которые могут принадлежать станции или порту (обменный парк). Обменные парки создаются только при железнодорожно-морских перевозках. В речных портах осуществляется задержка вагонов сверх нормативного времени;
* "склад на плаву" - накопление груза или порожнего тоннажа осуществляется задержкой судов. Организация "складов на плаву" применяется только как оперативная мера, когда в порту отсутствуют вагоны, а склады перегружены;
* "бункерные склады" - сооружаются в пунктах взаимодействия (в портах, на ж.-д. станциях, грузовых дворах, подъездных путях). Они входят в состав механизированных технологических линий, перегружающих грузы.

При отсутствии подвижного состава груз поступает в бункер на краткосрочное хранение. Под бункерами проходят транспортеры или пути движения транспортных средств.

Выбор способа повышения объема перегрузки по прямому варианту осуществляется, как правило, по приведенным затратам. В общем виде:



где Еj->cr Еcr->j - приведенные затраты на перегрузку по вариантам: j-й вид транспорта - склад, склад j-й вид транспорта; h - доля груза, перегружаемая по прямому варианту; Еj->cr - затраты на перегрузку по прямому варианту из j-й в i-й вид транспорта;

Encj Enc - приведенные расходы по содержанию подвижного состава j-го и i-го и видов транспорта.

В зависимости от способа повышения объема перегрузки по прямому варианту учитываются соответствующие составляющие расходов.

Мероприятием, позволяющим повысить долю грузов, перегружаемых по прямому варианту, и сократить время на перевозку грузов, является выбор оптимальной продолжительности совместной обработки подвижного состава j-го и i-го видов транспорта. Задача актуальна для случая, когда на одном из видов транспорта движение организовано по графику, а на другом прибытие подвижного состава случайно. Примером могут служить однопутные грузовые пункты, где взаимодействуют железнодорожный и автомобильный транспорты.

В систему технических средств, осуществляющую процесс перевозки, входят устройства для подготовки грузов к перевозке, погрузке, средства перевозки, средства выгрузки и размещения на складах. Все эти устройства различаются по своим эксплуатационным характеристикам, имеют разную стоимость, и их использование требует разных эксплуатационных расходов.

Основные этапы любой транспортно-технологической схемы следующие:

Этап I - подготовка продукции к передаче на транспорт. Начинается с момента выпуска продукции и длится до погрузки в контейнеры или подвижной состав. Основными видами затрат на этом этапе являются эксплуатационные расходы и капитальные вложения на затаривание груза, формирование пакетов, приобретение (аренду) поддонов или иных средств пакетирования, контейнеров и т.п.;

Этап II - подвоз грузов к терминалу магистрального вида транспорта;

Этап III - транспортно-складские операции на этапе погрузки грузов. Для определения затрат на погрузочные работы необходимо определить способ выполнения этих работ и тип погрузочно-разгрузочного оборудования;

Этап IV - перевозка грузов магистральными видами транспорта. Затраты на перевозку груза определяются в зависимости от варианта транспортной схемы;

Этап V - транспортно-складские операции на этапе выгрузки грузов. Порядок расчета затрат этой группы аналогичен расчету на этапе П;

Этап VI - вывоз груза с терминала магистрального вида транспорта и доставка его на снабженческо-сбытовые базы (складские распределительные центры);

Этап VII - доставка груза с базы потребителю. На каждом этапе процесса перевозки грузов могут варьироваться технические средства (беспакетный способ перевозки, пакетный, контейнерный, использование автомобилей разных марок или другого вида транспорта), технология и организация перевозок, поэтому показатель эффективности транспортной системы зависит от выбора управления на каждом шаге процесса перевозки.

С целью сокращения числа вариантов транспортно-технологи-ческих схем на этапе I осуществляется (на основе экспертного анализа, логических методов, широкого использования типовых решений) отбор конкурентоспособных альтернатив.

На этапе II определяется эффективность транспортно-техно-логических схем и обоснованный выбор оптимального решения. Показателем эффективности j-й транспортно-технологической схемы обычно являются приведенные расходы на доставку 1 т груза:



где Сj - себестоимость доставки 1 т груза;
Eн - нормативный коэффициент эффективности;
Kj - удельные капитальные вложения.

В общем виде формула для расчета приведенных расходов:



где - удельные эксплуатационные расходы соответственно на тару и упаковку, расформирование и формирование пакетов, завоз-вывоз грузов на терминалы магистральных видов транспорта, перевозку грузов магистральным видом транспорта, выполнение погрузочно-разгрузоч-ных работ;

Кгр - удельные капитальные вложения в грузовую массу;

Кпг - стоимость потерь грузов в процессе доставки.

Для приближенных расчетов потери грузов можно принять: сыпучие грузы, перевозимые навалом в вагонах, - от 3 до 15%; штучные грузы в ящичной таре без поддонов - 1-3%; огнеупорные изделия, перевозимые в вагонах, - до 18%; грузы в контейнерах - от 0,2 до 1,5%.

Основными элементами пунктов взаимодействия являются железнодорожные пути, причалы, специализированные склады и грузовые площадки, погрузочно-разгрузочные механизмы, сортировочные устройства и т.д., техническое оснащение которых во многом определяет эффективность работы транспортной системы в целом. Основным требованием к мощности технических устройств является соответствие их пропускных и перерабатывающих способностей заданным объемам работы. Задача отыскания приемлемой мощности устройств решается для отдельных подсистем или всего пункта взаимодействия. В качестве критериев оптимальности используются вероятность безотказной работы системы, приведенные затраты функционирования постоянных устройств, подвижной состав, грузовая масса и др.

Наиболее распространенным методом расчета технического оснащения является аналитический. Для сложных систем целесообразно использовать имитационное моделирование. При расчете мощности технического оснащения пунктов взаимодействия по критерию приведенных затрат есть смысл учитывать только составляющие затрат, зависящих от мощности и структуры планируемого устройства или системы.

Для расчета мощности устройств и механизмов используются оценочные и оптимизационные модели, а также детерминированный или вероятностный подход.

Оценочные модели реализуются при помощи алгоритмов и программ расчетов на ЭВМ некоторого множества предварительно намеченных вариантов решения. Преимущества таких моделей: возможность подробного учета индивидуальных особенностей проектируемого пункта взаимодействия различных видов транспорта для каждого варианта; неприхотливость к характеру изменения параметров системы и виду функциональных зависимостей между ними; возможность детального учета требований надежности, регулярности, системности и других свойств проектируемого варианта. К недостаткам таких моделей относятся ограниченность рассматриваемых вариантов, наличие "волевых" решений и опасность выбора неоптимального варианта.

Оптимизационные модели предназначены для нахождения оптимального решения из всего множества допустимых. Такие модели могут применяться достаточно широко, однако их реализация при расчетах технического оснащения пунктов взаимодействия сталкивается с большими трудностями из-за нелинейности, многоэкстремальности, целочисленности и дискретности параметров системы. Математическая формулировка оптимизационной модели часто ставится как задача отыскания наибольшего или наименьшего значения функции нескольких переменных



хm при выполнении ряда ограничений:

*(х jі>= 0 и т.д.)*

Детерминированный подход предполагает, что исходная информация о транспортных потоках, технических, технологических и других параметрах системы однозначно их описывает. Это обстоятельство позволяет найти единственное решение.

Вероятностный подход предполагает, что только часть исходной информации детерминирована, а другая часть заменяется статистическими характеристиками случайных величин или функций. Для решения таких задач разработано достаточное количество методов, однако большинство реальных задач расчета технического оснащения пунктов перевалки имеют нестандартный вид, при их решении потребуются выдумка и изобретательность.

Общетранспортный узел как объект планирования и управления - сложная система с значительным числом внешних и внутренних факторов. Это приводит к необходимости применения математических методов для выбора наилучших вариантов организации перевозок в узле с участием различных видов транспорта.

Постановка задачи сводится к следующему. Работа общетранспортного узла представляется в виде совокупности взаимосвязанных отраслевых технологических операций, каждая из которых осуществляется только одним из видов транспорта. Известны объем перевозок грузов, которые должны быть выполнены в узле в течение планового периода, и количество ресурсов (людей, вагонов, локомотивов, автомобилей, кранов и т.д.). При этом часть ресурсов специализирована по видам транспорта и используется только для выполнения соответствующей отраслевой технологической операции, а остальные ресурсы применимы на всех видах транспорта для выполнения любой из комплексных технологических операций в узле.

Требуется так распределить общеузловые ресурсы между видами транспорта, чтобы обеспечить выполнение в плановом периоде требуемых заданий по объемам грузовых перевозок и наилучшее значение выбранного критерия эффективности работы общетранспортного узла, например минимальные эксплуатационные затраты на перевозки. Пусть хi - вектор интенсивности технологических способов i-й отраслевой технологической операции, которая представляется набором этих технологических способов. Последние рассматриваются как принятое сочетание производственных факторов, таких, как вагоны, краны, автомобили и т.д., которые могут участвовать в отраслевой технологической операции в количествах, определяемых технологией организации в транспортном узле. Хim - интенсивность использования m-го технологического способа, т.е. определенной этим способом совокупности людских ресурсов, вагонов, кранов и т.д., позволяющих, например, в единицу времени осуществить определенные объемы перевозок и грузовых работ в узле.

Принято, что эффективность планирования работы отдельных видов транспорта математически описывается линейными функциями вида (Сi,xi), где Сi - стоимостная оценка затрат, связанная с использованием технологического способа работы i-го вида транспорта в узле, а эффективность планирования работы транспортного узла в целом определяется как суммарная эффективность планирования работы всех видов транспорта. Тогда эффективность планирования работы транспортного узла математически описывается функционалом, который требуется минимизировать на множестве допустимых планов общетранспортного узла.



где - множество допустимых решений системы ограничений математической модели работы транспортного узла, которое является выпуклым многогранным множеством; в большинстве практических задач оно непустое и ограничено. Представленная задача является задачей линейного программирования большой размерности.

В транспортных узлах имеются универсальные ресурсы (людские, а также в виде кранов, электроэнергии и др.), которые могут быть использованы на любом из видов транспорта, т.е. на любой технологической операции. Задача планирования и управления в транспортном узле состоит в том, чтобы найти такое распределение универсальных ресурсов между видами транспорта и оптимальный план работы каждого вида транспорта в узле, при котором эксплуатационные затраты будут наименьшими.

Методы решения задач оптимизации взаимодействия разных видов транспорта при краткосрочном или оперативном управлении до сих пор не получили должного развития и применения. Это связано с тем, что при решении таких задач необходимо учитывать большое число факторов, динамичность протекания процесса взаимодействия и другие сложности, связанные с математическими и вычислительными ограничениями, а также отсутствие общепринятой классификации задач подобного рода. Однако большинство задач в зависимости от технологических требований формально можно разделить на три группы:

1. задачи упорядочения обслуживания подвижного состава разных модификаций и видов транспорта;
2. задачи распределения подвижного состава, погрузочно-разгрузочных механизмов и других ресурсов;
3. задачи планирования завоза - вывоза грузов с пунктов взаимодействия и обслуживания клиентуры.

В зависимости от способа задания информации применяемые модели подразделяются на детерминированные, частично-вероят-ностные и неопределенные.

При простейшем входящем транспортном потоке и показательном распределении времени обслуживания на пункте взаимодействия выбор оптимальной очередности обслуживания сводится к построению такой последовательности обработки транспортных единиц, в которой соблюдается условие



где Сj - стоимость обслуживания j-й транспортной единицы;
tj - продолжительность обслуживания j-й единицы.

Если в пункте взаимодействия одновременно находится j единиц, а время обслуживания постоянно, то оптимальная очередность достигается, когда



где C1j+1 - стоимость одного часа простоя j-q транспортной единицы.

Условие (2.34) справедливо для пуассонного входящего потока, произвольного распределения времени обслуживания, а также для абсолютных приоритетов, если соблюдается дополнительное неравенство:



Большое число оптимизационных задач приходится решать при поиске оптимальных стратегий распределения подвижного состава, погрузочно-разгрузочных механизмов и других ресурсов при полной определенности исходной информации. В таком случае критерий эффективности зависит лишь от функционирования х-го органа управления. Как правило, оптимальным является функционирование, для которого приведенные расходы или другой критерий стремятся к минимуму:



Экстремальные задачи такого типа имеют часто нестандартный вид, в связи с чем они могут потребовать при решении знание методов математического и динамического программирования, оптимального управления и т.д.

Важное место в исследовании режимов взаимодействия занимают линейные модели, поэтому на практике применяют методы линейного программирования. Решение сложных задач взаимодействия методами линейного программирования требует применения вычислительной техники.

При взаимодействии в общетранспортном узле двух видов транспорта, что чаще всего и бывает, например железнодорожного и автомобильного, задача формируется следующим образом.

В транспортном узле на железнодорожную станцию прибывают вагоны типов m (m = 1,..., M) с грузами разного рода n (n = 1,..., N). Вагоны подаются для разгрузки на различные погрузочно-разгрузочные фронты i (i = 1,..., 1), специализированные по родам грузов. Для разгрузки используются различные погрузочно-разгрузочные механизмы j (j = 1, …, J). Выгруженные грузы либо остаются на складе, либо перегружаются прямо из вагонов в автомобили типов l (l = 1,..., L).

Требуется согласовать подачу вагонов на станции под погрузку, работу погрузочно-разгрузочных механизмов и автотранспорта, вывозящего грузы, таким образом, чтобы обеспечивать выгрузку из вагонов и вывоз грузов с минимальными затратами.

Постановка задачи согласования расписаний движений выглядит следующим образом. На железнодорожную станцию прибывают составы с грузами, подлежащими вывозу со станции автотранспортом в S пунктов. С каждого из них на станцию доставляются грузы, подлежащие отправлению со станции на железнодорожных составах. Известна емкость складов станции, число автомобилей, осуществляющих завоз и вывоз грузов, число вагонов в каждом составе, а также пропускная способность станции по числу одновременно обрабатываемых автомобилей и вагонов.

Требуется, исходя из заданного расписания прибытия и отправления железнодорожных составов на станцию и с нее, составить расписание прибытия и отправления автомобилей на станцию и со станции, при котором обеспечивается максимальное использование грузовместимости железнодорожного подвижного состава и наилучшее использование порожнего подвижного состава в течение периода планирования (0, Т), разделенного на Т равных промежутков. Это решение выполняется методами теории расписаний.