

# **ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ**



УДК 656.0 (075.8)

ББК 39

О-75

Авторы: *А. А. Михальченко, Б. Б. Парфенов, А. А. Сафроненко,  
А. Н. Старовойтов*

Рецензенты: *А. Я. Андреев*, канд. воен. наук, доцент кафедры организации автомобильных перевозок и дорожного движения БНТУ; *В. В. Козлов*, д-р философии в области экономики (PhD), заведующий сектором транспортной логистики БелНИИТ «Транстехника»

О-75 **Основы теории транспортных процессов и систем : учеб. пособие /**  
**А. А. Михальченко [и др.]; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Бела-**  
**русь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 379 с.**  
**ISBN 978-985-554-600-0**

Изложены основные понятия теории транспортных процессов и систем, классификация систем и их моделей, методология моделирования, анализа функционирования и развития транспортных процессов и систем. Определены принципы проектирования, конструирования и оптимизации транспортных систем. Рассмотрены системные методы принятия решений в сложных проблемных ситуациях при организации автомобильных перевозок грузов и пассажиров. Приведены основные характеристики транспортных процессов и систем.

Предназначено для студентов, магистрантов и аспирантов транспортных специальностей.

УДК 656.0 (075.8)

ББК 39

ISBN 978-985-554-600-0

© Оформление. БелГУТ, 2017

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие.....</b>	<b>5</b>
<b>1 Теоретические основы транспортных процессов и систем.....</b>	<b>9</b>
1.1 Термины и определения.....	9
1.2 Система и её элементы.....	12
1.3 Транспортные процессы.....	20
1.4 Свойства транспортных систем и процессов.....	27
1.5 Классификация транспортных систем.....	30
<b>2 Оценка транспортной системы.....</b>	<b>33</b>
2.1 Характеристика состояния транспортной системы.....	33
2.2 Основы функционирования транспортной системы.....	35
2.2.1 Динамика состояний транспортной системы.....	35
2.2.2 Принципы функционирования транспортных систем.....	37
2.2.3 Функциональное развитие транспортных систем.....	39
2.2.4 Эволюция транспортных систем.....	44
2.3 Диагностика состояний транспортной системы.....	45
2.4 Формирование показателей транспортного процесса.....	49
<b>3 Управление транспортной системой.....</b>	<b>53</b>
3.1 Методы принятия решений.....	53
3.2 Управление транспортными системами.....	56
3.2.1 Функции и уровни управления транспортными организациями.....	56
3.2.2 Методы управления транспортными процессами.....	61
3.2.3 Основы организации управления транспортной системой.....	65
3.3 Эксплуатационные характеристики транспортных систем.....	70
3.4 Оптимальное управление транспортными процессами.....	74
3.5 Особенности транспорта как объекта управления.....	81
3.5.1 Структурно-функциональная характеристика транспорта.....	81
3.5.2 Особенности транспортного производства.....	87
3.5.3 Классы транспортных структур на разных уровнях управления.....	91
3.6 Формы государственного регулирования работы транспорта.....	92
3.7 Организационные структуры управления.....	96
3.7.1 Разновидности организационных структур транспорта.....	96
3.7.2 Требования к организационным структурам управления на транспорте.....	99
3.7.3 Разработка организационных структур.....	101
3.8 Управление транспортной системой Республики Беларусь.....	106
<b>4 Транспортная сеть.....</b>	<b>111</b>
4.1 Виды построения транспортной сети.....	111
4.2 Транспортное обслуживание территории.....	113
4.3 Принципы построения транспортной сети.....	118
4.4 Условия интеграции инфраструктуры вида транспорта.....	123
4.5 Технологическая готовность транспортной сети.....	140
4.6 Технические параметры транспортной сети.....	143
<b>5 Маршрутная сеть.....</b>	<b>149</b>
5.1 Принципы и критерии построения маршрутной сети.....	149
5.2 Оценка критериев построения маршрутной сети.....	156
5.3 Синтез маршрутных сетей.....	158
5.4 Определение критериев взаимодействия.....	160
<b>6 Транспортные потоки.....</b>	<b>163</b>
6.1 Термины, понятия, характеристики.....	163
6.2 Характеристики транспортных потоков.....	169
6.3 Закономерности распределения транспортных потоков в сетях.....	172
6.4 Прогнозирование транспортных потоков.....	173
6.5 Распределение транспортных потоков по видам транспорта.....	179
6.5.1 Системное.....	179

6.5.2	Распределение грузопотоков.....	180
6.5.3	Распределение пассажиропотоков.....	184
<b>7</b>	<b>Организация перевозочного процесса.....</b>	<b>193</b>
7.1	Формы организации перевозок.....	193
7.1.1	Пассажирские перевозки.....	193
7.1.2	Грузовые перевозки.....	194
7.2	Технологические основы организации перевозочного процесса.....	202
7.2.1	Грузовые перевозки.....	202
7.2.2	Пассажирские перевозки.....	205
7.2.3	Организация технических осмотров и ремонтов.....	208
7.3	Технологические схемы перевозок грузов.....	209
7.3.1	Перевозки транзитных грузов.....	209
7.3.2	Перевозки импортных грузов.....	219
7.3.3	Перевозки экспортных грузов.....	231
7.3.4	Перевозки грузов во внутрисреспубликанском сообщении.....	242
7.4	Показатели перевозочного процесса.....	249
<b>8</b>	<b>Основы транспортной логистики и маркетинга.....</b>	<b>261</b>
8.1	Транспортно-экспедиционное обслуживание.....	261
8.2	Транспортная логистика.....	267
8.3	Выбор вида транспорта для доставки груза.....	273
8.4	Экономическая оценка логистики перевозки грузов.....	276
8.5	Выбор перевозчиков в логистических схемах доставки грузов.....	279
8.6	Вероятностная оценка цикла логистики.....	285
8.7	Выбор вида транспорта для вновь вводимого маршрута.....	288
<b>9</b>	<b>Организационная структура и технологии работы транспорта.....</b>	<b>291</b>
9.1	Формы структуры транспортных организаций.....	291
9.2	Системные принципы производственной деятельности.....	296
9.3	Основы управления транспортными организациями.....	300
9.4	Диспетчерское управление перевозками.....	301
9.5	Устойчивость функционирования транспортных организаций.....	305
<b>10</b>	<b>Управление проектами автотранспортной деятельности.....</b>	<b>308</b>
10.1	Риски в транспортной деятельности.....	308
10.2	Проекты в транспортной деятельности.....	312
10.3	Управление проектами.....	315
<b>11</b>	<b>Факторный анализ эффективности перевозочного процесса.....</b>	<b>323</b>
11.1	Термины и понятия.....	323
11.2	Оценка эффективности использования транспортных средств.....	325
11.3	Расчет эффективности использования топлива на перевозки.....	335
11.4	Расчет эффективности использования основных фондов.....	336
<b>12</b>	<b>Качество транспортного обслуживания.....</b>	<b>339</b>
12.1	Системные принципы качества транспортного обслуживания.....	339
12.2	Показатели качества транспортных услуг.....	341
12.3	Качество грузоперевозок.....	346
12.4	Показатели качества пассажирских перевозок.....	351
12.5	Управление качеством транспортного обслуживания.....	355
<b>13</b>	<b>Инновационное развитие на транспорте.....</b>	<b>358</b>
13.1	Системные понятия инновационного развития на транспорте.....	358
13.2	Эффективность инновационного развития на транспорте.....	362
13.3	Инвестиции на транспорте.....	367
13.4	Эффективность инвестиций на транспорте.....	370
	Контрольные вопросы.....	375
	Список литературы.....	377



---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

**С**табильная и надёжная работа транспортного комплекса Республики Беларусь зависит, в первую очередь, от профессионализма его кадрового потенциала, от теоретической подготовки специалистов транспорта, их умения оперативно реагировать на изменения условий работы на рынке транспортных услуг. Знание основ теории транспортных услуг и процессов специалистами, работающими в транспортной отрасли, имеет важное значение для успешной работы транспорта, способствуя слаженной, ритмичной деятельности всех отраслей народного хозяйства страны.

Задачами дисциплины «Основы теории транспортных процессов и систем» являются:

- получение студентами системной информации о теории транспортных систем, используемых для грузовых и пассажирских перевозок по видам сообщений;
- изучение способов изменения функциональных параметров транспортных систем и процессов, расчета их показателей согласно заданным критериям;
- освоение основополагающих принципов инновационного управления транспортной деятельностью на видах транспорта при выполнении грузовых и пассажирских перевозок в целом и применительно к автомобильному транспорту.

Цели изучения данной дисциплины:

- формирование у студентов знаний и умений, профессиональных компетенций по основам теории транспортных систем, развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций в данной области; ознакомление студентов с технологическими особенностями работы транспортной системы Республики Беларусь с учетом функционирования на её территории видов транспорта;
- освоение основ инженерных решений по разработке интегрированных схем функционирования транспортных систем для грузовых и пассажирских перевозок с использованием нескольких видов транспорта;
- приобретение навыков эффективного формирования варианта использования транспортной системы для перевозочного процесса по грузовым и пассажирским перевозкам, объединения всех участников перевозочного процесса в единую производственно-хозяйственную систему, действующую эффективно в условиях рыночной экономики.

При изучении дисциплины «Основы теории транспортных процессов и систем» студенты должны:

знать:

- системные аспекты транспортной деятельности;
- методы оценки качества транспортных услуг на основе интегрированного использования транспортных систем страны и сопредельных государств;
- способы управления материальными потоками на основе системного подхода к транспортной деятельности;

уметь:

- на системном уровне описывать функционирование транспортной системы страны;
- выделять главные элементы технологических процессов и систем на транспорте;
- использовать методы прогнозирования транспортных потоков и объема перевозок;
- определять главные параметры, характеризующие работу транспорта и рассчитывать значения критериев их оптимального функционирования;
- рассчитывать оценочные параметры критериев, влияющих на эффективность работы транспортной системы страны.
- моделировать рациональные транспортно-технологические схемы перемещения грузов и пассажиров;
- оценивать надежность работы транспортной системы.

владеть:

- методами проведения системных исследований транспортных систем и процессов;
- принципами использования теории транспортных систем и процессов при организации перевозок грузов и пассажиров, работы автотранспортных организаций с другими видами транспорта;
- навыками системного подхода при организации производственного процесса автотранспортной организации.

В результате изучения дисциплины «Основы теории транспортных процессов и систем» студенты должны закрепить и развить следующие компетенции, предусмотренные в образовательном стандарте ОСВО по специальностям 1-44 01 01-2013; 1-44 01 02-2013; 1-44 01 03-2013; 1-44 01 04-2013:

– академические (АК):

АК-1 – умение применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических профессиональных задач;

АК-2 – владение навыками сравнительного анализа;

АК-3 – умение работать самостоятельно;

АК-4 – владение междисциплинарным подходом при решении профессиональных задач;

АК-5 – приобретение навыков работы на компьютере;

– *социально-личностные (СЛК)*:

СЛК-1 – обладание способностью к межличностным коммуникациям;

СЛК-2 – умение работать в коллективе;

– *профессиональные (ПК)*:

ПК-1 – умение оценивать аспекты транспортного обслуживания различных видов транспорта;

ПК-2 – способность выделять структурные элементы видов транспорта, используя их технико-экономические параметры при формировании тарифной политики и развитии инновационных технологий транспортной деятельности в Республике Беларусь;

ПК-3 – умение разрабатывать схемы построения и использования транспортных систем при выполнении грузовых и пассажирских перевозок в стране;

ПК-4 – способность формировать принципы и функции, задачи интеграции видов транспорта в единую транспортную систему, производственный и информационный её аспекты;

ПК-5 – умение разрабатывать структуру различных схем формирования транспортных систем при организации взаимодействия видов транспорта при выполнении перевозок грузов и пассажиров;

ПК-6 – умение выделять критерии качества услуг на основе организационного развития транспортных системы в стране;

ПК-7 – стремление использовать современные тенденции инновационного развития транспортной системы страны;

ПК-8 – умение оценивать рынок транспортных услуг и определять новый взгляд на функционирование транспортной системы страны;

ПК-9 – способность определять надежность функционирования транспортной системы страны при обеспечении доступности транспортных услуг для предприятий и населения, планировать инновационное развитие транспортной системы, рационально использовать методику формирования заказов на транспортные услуги с учетом технологической и коммерческой интеграции видов транспорта в единую транспортную сеть;

ПК-11 – умение использовать новые технологии перевозочного процесса на транспорте, основанные на современных принципах эффективного потребления ресурсов на видах транспорта;

ПК-12 – способность производить инженерно-технологическое обоснование процесса управления материальными потоками на основе использования принципов системности работы видов транспорта.

Ситуация, сложившаяся в науке о транспортных системах и процессах, определила путь систематизации различных знаний, которые нашли приме-



нение при исследовании транспортных систем и процессов в интеграции ко всем видам транспорта, решении различных многочисленных прикладных задач. Этому способствовало введение в учебные планы для студентов, обучающихся по специальностям направления «Организация перевозок и управление на транспорте» для всех отраслей транспорта в Республике Беларусь ряда дисциплин: «Основы теории транспортных систем и процессов», «Менеджмент на транспорте», «Организация перевозок грузов и пассажиров», «Основы управления интеллектуальной собственностью», «Основы научных исследований и инновационной деятельности» и др. Данное учебное пособие для транспортных специальностей издается впервые.

Процесс изменения социально-экономических отношений и переход к рыночной экономике не может интенсивно развиваться в области транспортной деятельности без научной теории организации и управления так называемыми большими системами, к которым относится транспорт. Системный характер современных экономических и социальных задач в области транспортной деятельности проявляется в необходимости учитывать сложное множество взаимодействующих факторов, присущих функционированию крупных и сложных систем. Решение этой задачи методом «проб и ошибок» на основе здравого смысла и прошлого опыта в большинстве случаев тормозит процесс социально-экономического развития государства.

Сложность проблемы связана с тем, что есть необходимость создать эффективные механизмы управления транспортными и техническими системами, обеспечивающими технический регламент транспортной отрасли. При этом транспортные системы, напрямую связанные с социальной системой как объектом управления принципиально отличаются от наиболее сложной технической системы. Для достижения главной цели транспортной системы, поставленной государством, транспортные организации часто идут на такие действия, как искажение информации о своих потребностях, возможностях, их удовлетворении и результативности собственной функциональной деятельности. Все это затрудняет описание и анализ поведения таких систем и процессов. *Объектом* изучения дисциплины являются сложные динамические системы. *Предметом* изучения дисциплины являются транспортные процессы, проходящие в сложных производственных системах, оценка их состояния и динамики развития.

Для успешного усвоения дисциплины необходимы знания в области теории множеств, графов, формальной логики, алгоритмов, отображения и отражения, исследования операций и др. Методологической основой дисциплины является теория сложных систем и множеств. Важность и актуальность применения системной методологии для решения транспортных проблем делает данную дисциплину полезной не только для студентов, но и для магистрантов, аспирантов и специалистов в области организации перевозок и управления на автомобильном и городском транспорте.



---

# 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

---

## 1.1 Термины и определения

**Т**еория транспортных процессов и систем базируется на положениях общей теории систем – научном направлении, связанным с разработкой методологических, научных и прикладных проблем анализа и синтеза систем на транспорте. Наиболее важной чертой данной теории является ее междисциплинарный характер, когда каждый её элемент имеет свое конкретное значение, определяющее дедуктивный характер, и включает элементы из других теорий. В ней объединены математические понятия и методы, которые используются для изучения широкого круга явлений и процессов на транспорте. При этом основным понятием является система.

Система – множество взаимодействующих элементов (компонентов) и отношений между ними, выполняющих определенные функции по транспортной деятельности. *Элемент системы* – структурная единица, имеющая черты, которые отражают главное качество системы и отношения между её элементами. При изучении систем транспортных процессов используется метод абстрагирования, который осуществляется в два этапа: на первом определяются несущественные свойства, связи; на втором в исследуемых объектах транспорта один, более сложный объект, заменяется другим, более простым, что представляет собой упрощенную модель объекта, сохраняющую главные черты сложного транспортного объекта в простом его отображении.

Существует множество определений понятия *транспортной системы*. Наиболее распространенные из них: 1) целостное взаимосвязанное множество транспортных объектов, связанное выполнением определенных функций транспортировки грузов и пассажиров; 2) целостное множество объектов (элементов), связанных между собой взаимными отношениями и технологическими процессами; 3) порядок (классификация), согласно которому располагается группа понятий для образования единого стройного целого; 4) совокупность взаимосвязанных и определенным образом организованных и взаимодействующих элементов транспортной системы, как единого целого; 5) организованное множество структурных элементов, взаимосвязанных и выполняющих функциональные задачи транспортной деятельности; 6) комплекс избирательно привлеченных компонентов, в которых взаимодействие

и взаимоотношения элементов системы определяют характер взаимодействия их в рамках общей транспортной деятельности, направленной на получение фиксированного полезного результата; 7) совокупность взаимосвязанных элементов, обособленная от внешней среды и взаимодействующее с ней как единое целое (отношения с другими транспортными системами).

При рассмотрении приведенных определений транспортной системы можно выделить две тенденции: 1) получение формулировки понятия транспортной системы в наиболее общем виде сложных понятий, их абстрактность; 2) подчеркивание в понятии «транспортная система» практической направленности транспортных объектов. Здесь фигурируют цель, конечная продукция (перевозка) и результативность её работы.

В теории транспортных процессов и систем различают уровни абстрагирования: символический (лингвистический), теоретико-множественный, абстрактно-алгебраический, топологический, математический, теоретико-информационный, динамический, эвристический [26]. Предусмотрены также принципы их построения:

- *целостности* – система проявляет свою целостность как конкретный объект, у которого есть предельные и качественные свойства.

- *системности* – ориентирован на целостное представление исследуемых объектов и процессов транспорта;

- *релятивности* – указывает, что любое множество предметов можно рассматривать как систему и как не систему;

- *универсальности* – показывает, что всегда можно найти такой аспект в транспортных процессах, который можно точно описывать как систему;

- *развития* – предусматривает непрерывное соотнесение и согласование внешней и внутренней детерминант системы в период ее существования или функционирования.

При изучении транспортных процессов и систем используется системный подход – понятие, которое подчеркивает значение комплексности, широты охвата и четкой организации в исследовании, проектировании и планировании транспортных процессов и систем [19]. Системный подход опирается на закон взаимосвязи и взаимообусловленности явлений в транспортных процессах и системах. При его рассмотрении следует учитывать ряд взаимосвязанных аспектов:

- *элементный*, отвечающий на вопрос, из чего (каких компонентов) образована транспортная система;

- *структурный*, раскрывающий внутреннюю организацию системы, способ взаимодействия образующих ее структурных элементов;

- *функциональный*, определяющий функции, которые выполняет система в целом и её структурные элементы;

- *коммуникационный* – раскрывает взаимосвязь данной системы с другими, как по горизонтальным, так и по вертикальным связям;

- *интегративный*, показывающий механизмы и факторы сохранения, совершенствования и развития транспортной системы;
- *исторический*, показывающий, каким образом возникла транспортная система или транспортный процесс, какие этапы проходили в своем развитии, исторические перспективы.

При изучении транспортных процессов и систем используется системный анализ – процедура решения взаимосвязанных проблем в области транспортной деятельности. *Основная цель* системного анализа – обеспечение целостного, всестороннего подхода к оценке транспортного процесса или системы. *Главную роль* в системном анализе играют теоретические построения, основанные на таких общих понятиях, как «связь», «отношение», «процесс» и др. *Основные этапы* системного анализа: 1) определение целей системы и установление их иерархии до начала процесса принятия решения; 2) структуризация – выделение объекта исследования и функционального его процесса; 3) разработка математических моделей, отражающих содержание целей системы; 4) определение ограничений и требований, налагаемых на систему внешней средой; 5) разработка различных (альтернативных) способов достижения целей; 6) оценка вариантов предполагаемых решений, основанная на всем принятом комплексе критериев; 7) выбор лучшего варианта.

Теория транспортных процессов и систем опирается на три постулата: 1) функционирование транспортных систем может быть описано на основе рассмотрения формальных структурно-функциональных связей между отдельными их элементами; 2) организация системы может быть определена на основе изучения фиксированных состояний только тех элементов системы, которые непосредственно взаимодействуют с ее окружением (внешней средой); 3) организация системы полностью определяет ее функционирование и характер взаимодействия с окружающей средой. Отмеченные постулаты позволяют решать две задачи: по определению организации системы исходя из характеристик её взаимодействия с внешней средой и характеристик их взаимодействия исходя из организации системы.

«Система», как и всякое другое понятие – идеальный объект, который отражает в сознании некоторую группу (класс) материальных объектов, выделяемых в процессе познания из материального мира [17]. Понятие же – это мысль, отражающая существенные и необходимые признаки предмета или явления. При этом такое понятие, как совокупность существенных признаков транспортного объекта, объединенных в одном определении, есть результат логической абстракции (лат. *abstrahere* – отвлекать) от всех объектов данного рода [26]. Мы отвлекаем их существенные признаки и затем соединяем эти признаки в одну цельную мысль, в одну идею, о данном объекте.

Транспортный процесс *при выполнении грузовых перевозок* – процесс перемещения грузов, включающий подготовку грузов к перевозке, пода-



чу транспортных средств, погрузку грузов, оформление перевозочных документов, перемещение, выгрузку и сдачу груза грузополучателю; *при выполнении автомобильных перевозок пассажиров* – процесс перемещения пассажиров, включающий посадку, высадку из транспортного средства, получение платы за проезд, оформление перевозочных документов, подачу подвижного состава на посадку, обеспечение безопасности перевозки [3, 12, 36].

## 1.2 Система и ее элементы

Транспортная система (ТС) – это интегрированная совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, образующих единое целое, обеспечивающее выполнение перевозочного процесса и потребности в перевозках.

Множество элементов ТС объединяется в единое целое, если можно сказать, что

$$F(S) = \int S \, dx, \quad (1.1)$$

$$S = \sum_{k=1}^n D_k, \quad (1.2)$$

где  $S$  – функция взаимосвязи структурных элементов транспортной системы определенного уровня.

Для территориального деления транспортных систем рассматривается связь суммарного характера

$$S = \bigcup_{i=1}^m s_i. \quad (1.3)$$

При отсутствии связующей функции, которая интегрирует взаимодействие структурных элементов транспортной системы

$$S = \frac{\partial F(s_i)}{\partial s_i}. \quad (1.4)$$

Можно утверждать, что транспортная система не сложилась.

Структура ТС – устойчивая совокупность внутренних связей между функциональными элементами ТС, характерных для их отношений и взаимодействий, способных обеспечить целостность функционирования ТС. При этом структура ТС считается сложившейся, если выполняется условие

$$(\exists x)(\exists y)(\exists f) [P(x, D_k\{x, y, f\}), [P(y, D_k\{x, y, f\}), [P(f, D_k\{x, y, f\}), \quad (1.5)$$

$$[P(D_k\{x, y, f\})] \Leftrightarrow \exists(x)[D_0\{x, y, f\}, D_1\{x, y, f\}, \dots, D_k\{x, y, f\}], \quad (1.6)$$

где  $D_0\{x, y, f\}, D_1\{x, y, f\}, \dots, D_k\{x, y, f\}$  – структурные элементы транспортной системы, к которым отнесены: технические устройства видов транспорта, транспортное средство, транспортные коммуникации (автомобильные дороги, железнодорожный путь, устройства информатики и связи),



база технического сервиса, система сервисного обслуживания перевозок (экспедиторская сеть, сеть гостиниц, заправок, объектов питания и др.) и банковских услуг;  $x, y, f$  – входные и выходные материальные и финансовые потоки [40].

Структурные связи ТС – виды взаимодействий между структурными элементами транспортной системы, обеспечивающие целостность и устойчивость ее функционирования при различных состояниях внешней среды. Структурные связи характеризуются причастностью к паре или нескольким функциональным элементам, т.е.

$$(\exists x)(\exists y)(\exists f)(\exists \varpi_i)[P(x, D_k\{x, y, f\}), [P(x, D_k\{x, y, f\})], [P(e, D_k\{x, y, f\})] \text{ и } [P(\varpi_i, D_k\{x, y, f\})], \quad (1.7)$$

где  $\varpi_i$  – информационно-управляющее воздействие, связующее функционирование структурных элементов ТС в единое целое.

Они обеспечивают устойчивое функционирование транспортной системы при условии

$$(\forall x)(\forall y)(\forall f) [P(x, D_k\{x, y, f\})] \text{ и } Q(x, y, f) \Rightarrow \Rightarrow [P(x, D_k\{x, y, f\})] \text{ и } [P(\varpi_i, D_k\{x, y, f\})], \quad (1.8)$$

где  $Q(x, y, f)$  – заданный предикат, определенный для всех пар структурных связей между элементами ТС и обеспечивающие реализацию входных воздействий материального потока ( $x$ ), его трансформированного выхода ( $y$ ) и финансового результата от транспортной деятельности ( $f$ ).

Функциональный элемент ТС – технологический модуль, обеспечивающий работу либо всей ТС, либо одного из ее функциональных элементов при выполнении перевозочного процесса. Совокупность взаимосвязанных функциональных элементов образуют диаметр структуры ТС.

Диаметр структуры ТС – функционально-технологический элемент транспортной инфраструктуры, используемый для целей выполнения перевозочного процесса и подсобно-вспомогательной деятельности.

Диаметр структуры ТС отражает интегрированную целостность обеспечивающего элемента по параметрам протяженности и количества функциональных единиц (протяженность автодорог, путей, устройств сигнализации и связи, количества структурных линейных предприятий их обслуживающих). Международные структуры: экспедиторские конторы, транспортные фирмы и частные экспедиторы, которые расположены в различных странах и международных транспортных коридорах.

Главная тенденция в создании транспортной системы является ее целесообразность (транспортная деятельность), стремление к достижению определенной (поставленной) цели. Наличие такой цели выступает в роли системообразующего фактора, объединяющего компоненты системы в единое целое, превращает набор элементов в целостную систему (перевозчики, ин-

фраструктура, производители подвижного состава, технических устройств инфраструктуры, организации технической эксплуатации подвижного состава и инфраструктуры). Главным отличием целостной системы от суммы составляющих элементов является наличие в ней интегративных свойств [38]. При этом системы, где в качестве системообразующего фактора выступает цель, называют *целенаправленными*. Определение таких систем характерно для низкого уровня абстрагирования. Характерной чертой на транспорте является то, что целостная система не сводится к механической сумме составных частей, образующих ее. Так, при увеличении плотности транспортного потока зависимость движения одного автомобиля от другого увеличивается, движение автомобилей становится связанным. Переходный интервал по времени между автомобилями от свободного к связанному видам движения составляет 6–9 с. В связанном состоянии транспортный поток приобретает качественно новые целостные свойства. Такие свойства называются *эмерджентными (порожденными)*. Их нет в отдельных элементах системы. Они возникают в результате взаимодействия этих элементов на уровне автоматов, как это показано на рисунке 1.1.

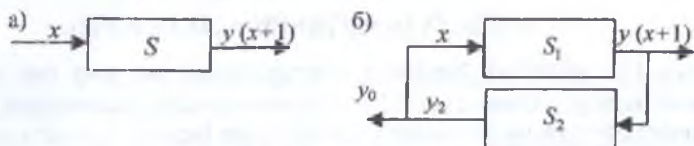


Рисунок 1.1 – Иллюстрация свойств эмерджентности элементов системы:  
а – исходный цифровой автомат; б – соединение двух автоматов

Из приведенного рисунка видно, что имеется элемент системы  $S$ , преобразующий вход на величину, которая на выходе всегда больше (выполнена транспортная работа). При соединении двух таких элементов создается новое свойство системы, генерирующее последовательности выполнения действий на выходах. Следует отметить, что благодаря конкретным связям между элементами возникают новые технологические отношения. При этом свойство эмерджентности системы является проявлением внутренней её целостности или системообразующим фактором. Отмечая отличие целостной системы от системы с суммированными элементами, необходимо иметь в виду, что абсолютной границы между ними не существует.

*Целостность (когерентность) и независимость (аддитивность)* – это не два отдельных свойства системы, а крайние степени одного и того же свойства. Формально целостность системы может быть оценена с помощью степени системности

$$G_S = \frac{|F_b \cap F_r|}{|F_b \cup F_r|}, \quad (1.9)$$

где  $F_b$  – множество возможных функциональных состояний, обеспечивающих результативность работы транспортной организации;  $F_r$  – множество необходимых функциональных состояний транспортной системы (организации), необходимых для выполнения перевозочного процесса;  $\cap$ ,  $\cup$  – операции пересечения и объединения множеств.

Следует различать понятия «система» и «комплекс». Понятие «система» приведено в подразд. 1.1, а понятие «комплекс» означает в переводе с латинского «связь», «сообщения». Но одной взаимосвязи между структурными элементами недостаточно, так как нет выделения конкретной специфики взаимодействия элементов совокупности. На транспорте представление о части системы носит механистический характер. Более обоснованным является представление части системы в виде ее компонента. *Компоненты* – это взаимодействующие структуры целостной системы, которые подчиняются тем же законам, что и система в целом. Обычно в качестве компонента выступают *подсистемы* – сложившиеся системы низкого (линейного) уровня в системе более высокого порядка. Подсистемы образуются компонентами более низкого порядка по отношению к системе в целом. При этом деление транспортной системы на подсистемы является относительным или условным. *Элемент системы* – это минимальный порог разделений в рамках данного качества системы и элементарный его носитель. Отношения между элементами, компонентами, подсистемами и системами реализуются через связи между ними. Для транспортных систем и процессов характерными являются материальные, энергетические, информационные, финансовые, внутренние и внешние, прямые и обратные связи [51]. Элементы, компоненты, подсистемы и системы в целом графически обозначают геометрическими фигурами, а связи – линиями и стрелками (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Обозначение элементов и связей системы

Необходимо отметить, что каждый элемент или компонент имеют вход и выход. *Вход* – место приложения внешнего воздействия, которое называют стимулом, а воздействующую связь – входным сигналом. *Выход* – место снятия выходной характеристики элемента, компонента или системы в целом. Такую характеристику называют ещё выходным сигналом или реакцией системы на внешнее воздействие. Через входы из внешней среды в определенные моменты времени в систему поступает материальный поток, информация или внешнее воздействие; в другие моменты времени результаты процессов их перевоплощения поступают во внешнюю среду через техно-



логические выходы. Через соотношение входных и выходных величин возможны различные схемы их взаимодействия, что в целом определяет состояние системы в каждый из моментов времени. Наиболее типичны следующие схемы (рисунок 1.3).

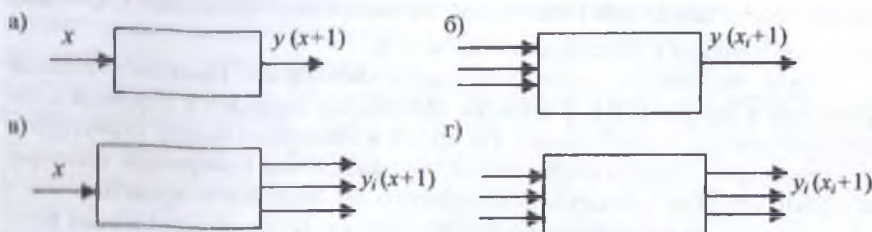


Рисунок 1.3 – Схемы взаимодействия элементов системы:

а – одномерно-одномерная; б – многомерно-одномерная;  
в – одномерно-многомерная; г – многомерно-многомерная

Приведенные в соответствии рисунком 1.3 схемы взаимодействия системы имеют следующие параметры:

- *одномерно-одномерная* (однофункциональная) – один входной сигнал и одна выходная характеристика;
- *одномерно-многомерная* – один входной сигнал и несколько выходных характеристик;
- *многомерно-одномерная* – несколько входных сигналов и одна выходная характеристика;
- *многомерно-многомерная* – несколько входных сигналов и несколько выходных характеристик.

Элементы и компоненты транспортной системы, их входы и выходы связаны между собой различным способом. При этом используются незамкнутые, замкнутые и сложные виды связей. Виды незамкнутых связей в транспортных системах показаны на рисунке 1.4. К ним отнесены основные варианты этих связей: простая прямая последовательная двух однородных элементов системы  $S_1$  и  $S_2$  (а) и нескольких однородных элементов системы  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  (б); параллельная разделяющаяся нескольких однородных элементов системы  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  (в); параллельная объединяющая нескольких элементов (г); параллельная разветвленная (д).

Основные замкнутые связи формируются с помощью обратной связи. *Обратная связь* – это связь между выходом и входом одного и того же элемента или системы в целом. Она может осуществляться непосредственно напрямую или через другие элементы системы. Обратная связь либо уменьшает действие входного воздействия на выходную величину – отрицательное влияние, либо увеличивает – положительное влияние. Отрицательная



обратная связь способствует восстановлению равновесия в транспортной системе, возбужденного внешним воздействием, а положительная – усиливает отклонения от равновесного состояния относительно его величины в системе без такой обратной связи.

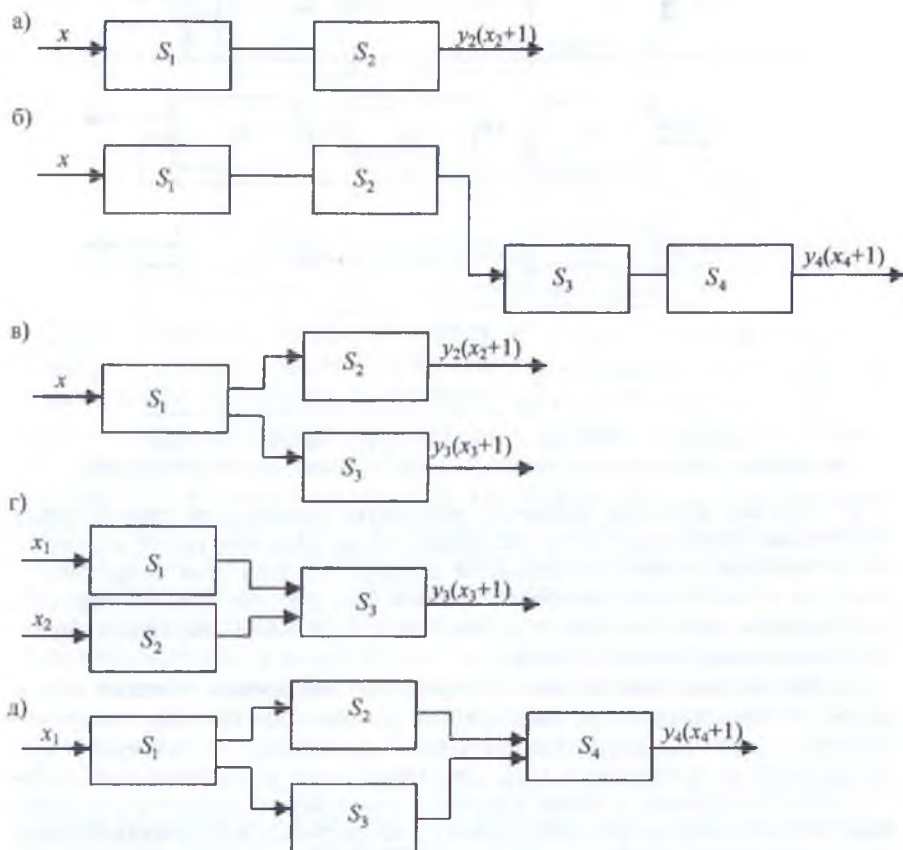


Рисунок 1.4 – Виды незамкнутых связей в транспортных системах:

а – двух однородных элементов системы; б – нескольких однородных элементов системы; в – параллельная разделяющаяся связь нескольких однородных элементов системы; г – параллельная объединяющая связь нескольких элементов; д – параллельная разветвленная связь

Основные виды замкнутых связей в транспортных системах показаны на рисунке 1.5. В состав замкнутых связей входят собственные обратные (а), прямые обратные (б) и косвенные обратные связи (в, г).

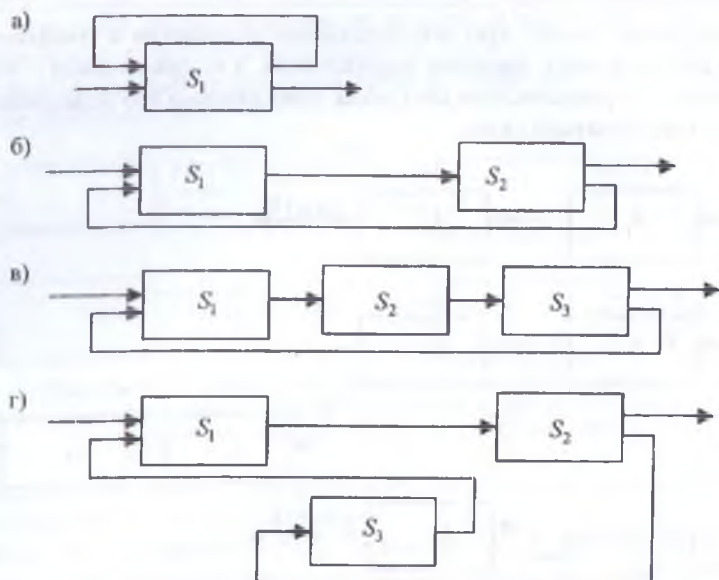


Рисунок 1.5 – Основные виды замкнутых связей в системах:  
 а – собственные обратные; б – прямые обратные; в, г – косвенные прямые обратные

В сложных системах возникает множество комбинаций связей между отдельными элементами и подсистемами. Виды сложных связей структурных элементов системы показаны на рисунке 1.6. При этом встречаются: обратная параллельная распределительная (см. рисунок 1.6, а); обратная параллельная соединительная (см. рисунок 1.6, б); последовательная параллельная (см. рисунок 1.6, в) связи.

Любая транспортная система или транспортный процесс обладает структурой, которая представляет внутреннюю организацию системы или транспортного процесса, специфический способ взаимосвязи и взаимодействия образующих их компонентов [43]. Структура – это упорядоченность, организованность системы. В более широком смысле понятие структуры рассматривается как совокупность необходимых и достаточных для достижения цели отношений между элементами системы или транспортного процесса.

В теории транспортных процессов и систем часто используется понятие «функция». Оно означает способность элемента транспортной системы или системы в целом по виду деятельности и её исполнение, форма или способ проявления активности и жизнедеятельности системы и ее структурных элементов. Для транспортных систем выполняемые ими функции характерны как для системы, так и для её структурных элементов. При этом функции системы являются интегративным результатом деятельности образующих ее структурных элементов.

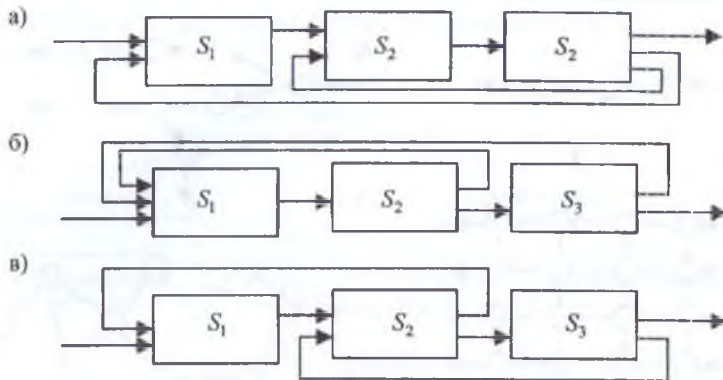


Рисунок 1.6 – Схематичное представление сложных связей в системах:  
 а – обратная параллельная распределительная; б – обратная параллельная соединительная;  
 в – последовательная параллельная

Понятие функции близко к понятию цели. *Цель* – это предполагаемое будущее состояние транспортной системы или процесса, к которому она стремится. Следует различать, что цель транспортной системы в целом относится к категории системных целей более высокого порядка (надсистемных). При этом надсистема при выполнении транспортного процесса воздействует на систему таким образом, что свойства системы как функционального объекта изменяются в направлении усиления способности содействовать эффективному функционированию надсистемы (финансовая система, надгосударственная интеграционная транспортная система).

При описании функция представляется зависимостью выходной характеристики системы от входной (связь между состоянием транспортной системы, входным и выходным транспортными потоками). Графическое представление транспортных систем и процессов выполняется с использованием структурных и функциональных схем. *Структурная схема* – схематическое изображение взаимодействия между элементами системы, её подсистемами и внешней по отношению к системе средой. В структурной схеме указываются все элементы транспортной системы, а также все функциональные связи: между элементами внутри системы; части элементов системы с окружающей средой. Структурные схемы представляют в виде графов. *Граф* состоит из обозначений элементов и связей между ними. В транспортных системах и процессах встречаются следующие виды графов: линейные (рисунок 1.7, а), древовидные (рисунок 1.7, б), матричные (рисунок 1.7, в), сетевые структуры и структуры с обратными связями (рисунок 1.7, г).

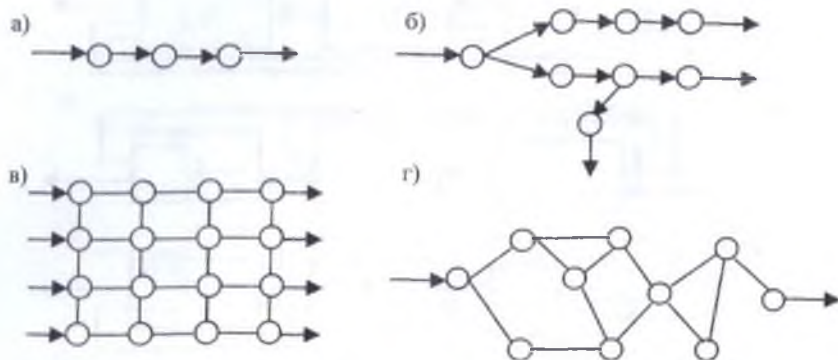


Рисунок 1.7 – Графы различных структур:  
а – линейная; б – деревоподобная; в – матричная; г – сетевая

**Функциональная схема** – графическое представление функций системы её элементов или транспортного процесса без отражения их внутреннего структурирования. При этом компоненты функциональной схемы не требуют того, чтобы быть полностью подобными компонентам прототипа, потому что целью создания такой схемы есть только описание функций прототипа. Каждый из элементов системы, по существу, является «черным ящиком», т.е. нет детального представления технологического процесса внутри структурного элемента, а приводится только входной и выходной транспортный, материальный и финансовый потоки и изменение состояния при их воздействии. Понятие «черного ящика» подчеркивает полное отсутствие сведений о внутреннем строении элементов системы. Поэтому считается, что «черный ящик» – основа макроподхода к анализу транспортных систем и процессов, базирующаяся на свойствах соотношения «вход – выход – состояние».

### 1.3 Транспортные процессы

**Транспортный процесс** представляет собой цикл технологических операций *при выполнении грузовых перевозок* по перемещению груза от пункта отправки до пункта доставки потребителя, *перевозок пассажиров* – по передвижению пассажиров от пункта отправления (посадки) до пункта назначения (высадки). При этом завершённый комплекс операций по доставке грузов или передвижении пассажиров называют циклом перевозок. Классификация циклов грузовых перевозок представлена на рисунке 1.8. При перевозке грузов автотранспортом в качестве цикла транспортного процесса берут езду. Подачу автомобиля от места стоянки до пункта первой погрузки (первый нулевой пробег), как и весь нулевой пробег, относят



не к отдельному циклу перевозок, а к суточной продолжительности работы автомобиля [46].

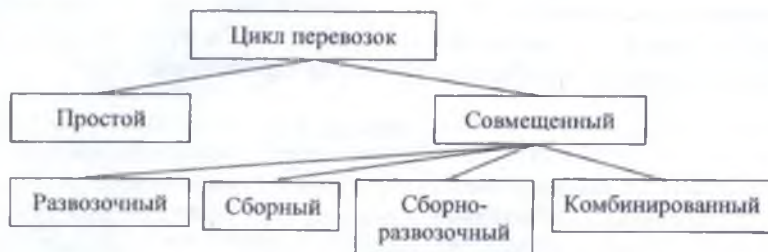


Рисунок 1.8 – Цикл перевозок грузов

К *простому циклу* относят период выполнения перевозок, включающий одну транспортную связь. Схема простого цикла перевозок грузов приведена на рисунке 1.9.

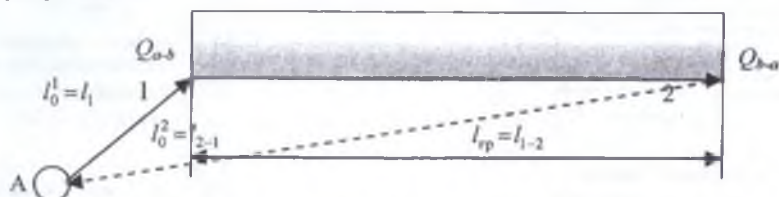


Рисунок 1.9 – Схема простого цикла перевозок грузов:

$Q_{1-2}$  – объем доставляемого груза из пункта 1 в пункт 2 (транспортная связь);  $l_{rp}$  – протяженность пробега автомобиля с грузом;  $l_0^1, l_0^2$  – протяженность нулевого пробега автомобиля

*Совмещенным циклом* называют тот, который включает несколько транспортных связей. Разновидностями совмещенного цикла являются развозочный, сборный, развозочно-сборный и комбинированный. При этом развозочно-сборный и комбинированный циклы включают элементы развозочного, сборного и простого циклов.

Процесс перевозок грузов можно рассматривать в качестве иерархической схемы перевозок по видам их исполнения либо по видам сообщений (рисунок 1.10) [41].

По видам исполнения существуют следующие формы перевозок:

1) *интермодальная* – последовательная перевозка груза в одной и той же грузовой единице (крупнотоннажном контейнере, съемном кузове, полуприцепе и т.п.) с перевалкой его в пути следования с одного вида транспорта на другой без перегрузки самого груза. Она обусловлена: необходимостью быстрой отправки в труднодоступные места (в этом случае до определенного пункта груз посылают по железной дороге или воздушным транс-

портом, а далее – на автомобиле); желанием снизить транспортные расходы; потребностью в дистрибуции товара в одном из регионов страны. Существенным недостатком этого вида перевозки является то, что она может легко сорваться из-за неожиданных препятствий в пути, неправильно выбранного маршрута и плохого контроля над перемещением груза;

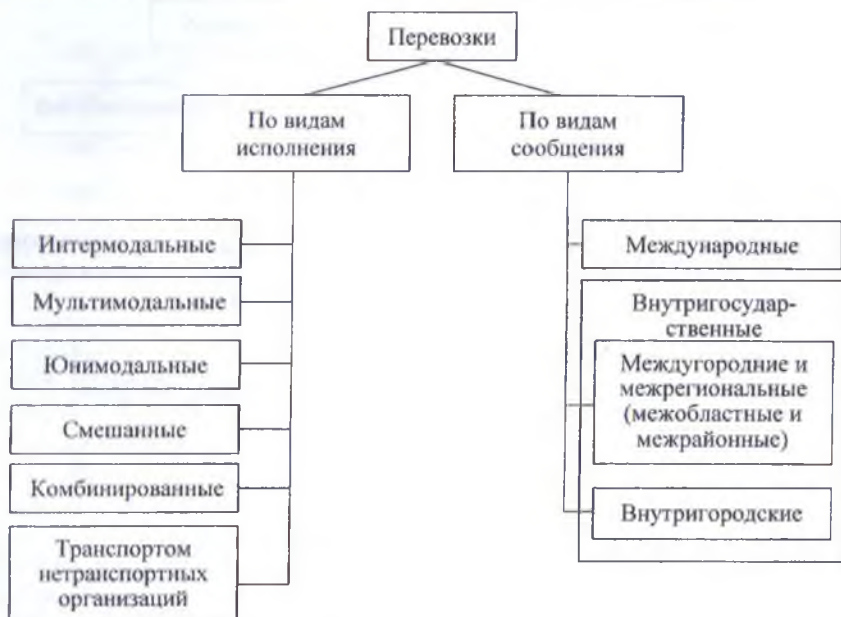


Рисунок 1.10 – Иерархическая схема перевозок грузов

2) *мультимодальная* – перевозка грузов по одному договору, но выполненная по меньшей мере двумя видами транспорта. Перевозчик несёт ответственность за всю перевозку, даже если она производится разными видами транспорта (например, железнодорожным, морским, автомобильным). Перевозчик при этом не должен обладать всеми видами транспорта. Такая перевозка часто осуществляется суб-перевозчиками (в морском праве называемыми *действительными перевозчиками*). Он, ответственный за всю перевозку называется *мультимодальным транспортным оператором*;

3) *юнимодальная* – одновидовая перевозка груза. Груз перевозится по заданной схеме, предусматривающей начальный и конечный пункты следования без дополнительных остановок. Этот вид перевозок осуществляется одним видом транспорта, в большинстве случаев автомобильным, и на рас-

стояние до 3000 км. Юнимодальные перевозки зачастую выполняются по схеме «door to door» (от двери до двери);

4) *смешанная* – перевозка грузов, в которой используется два вида транспорта, например, автомобильно-железнодорожная, или водно-автомобильная. Главный признак такой перевозки – груз на одном виде транспортного средства довозиться до места перегрузки или грузового терминала, где сразу без хранения или с очень непродолжительным ожиданием загружается на следующий вид транспорта. При этом груз перевозится по нескольким сопроводительным документам (для каждого этапа нужен свой пакет документации), а участники процесса перевозки действуют последовательно;

5) *комбинированная* – перевозка груза осуществляется несколькими видами транспорта. Применение такого вида перевозки вызвано особенностями структур каналов снабжения. Например, производитель свою готовую продукцию отправляет на склад по железной дороге, а далее оттуда товар развозится на предприятия торговли грузовыми автомобилями.

Каждые из приведенных видов перевозок обладают специфическими особенностями в технологии, организации и управлении. Однако они имеют общую технологическую основу в виде конкретных технологических схем перевозки и составляющие эти схемы звенья или элементы. Перевозочный процесс на каждой стадии (с разделением на элементы) можно представить в виде определенной подсети (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11 – Функциональная схема организации перевозочного процесса в грузовом движении

Политика контроля и управления в такой системе моделируется синхронизацией позиций на каждой стадии (в каждом звене). В свою очередь, состав-



ляющие элементы перевозки грузов характеризуются определенными, присущими только им, закономерностями.

В соответствии с приведенной функциональной схемой транспортного процесса перевозки груза используются следующие связи:

– *информационные*:  $i_{кл}$  – о заказе на грузовую перевозку, поступившая от грузовладельца к оператору;  $i_{пп}$  – о перевозчиках (состоятельность, наличие подвижного состава, квалификация персонала, имидж);  $i_{оп}$  – данные для разработки схемы перевозки;  $i_{тр}$  – о состоянии выполнения технического регламента перевозчиком;  $i_{сп}$  – о принятой схеме перевозке и включаемой в финансирование;  $i_{бс}$  – от банковской системы о возможности финансирования;

– *финансовые*:  $f_{ин}$  – о предварительных платежах;  $f_{уп}$  – о произведенных платежах;

– *управленческие*:  $\pi_{сп}$  – решение о принятой схеме перевозки;  $\pi_{пп}$  – указание о принятии к исполнению перевозки груза;

– *материальные потоки*:  $x_{тр}$  – входной (объем принятого к перевозке груза);  $y_{тр}$  – выходной (объем выданного после перевозки груза).

В соответствии с приведенным рисунком, как отдельные операции, так и этапы процесса перевозки находятся в определенной зависимости друг от друга. В результате можно отметить, что перевозочный процесс как грузов, так и пассажиров является многоэтапным и многооперационным, с большой технологической, эксплуатационной и экономической разнородностью операций. Отдельные этапы процесса перевозки грузов и пассажиров в большинстве случаев рассматриваются как самостоятельные.

При перевозках пассажиров на автобусах в качестве заверченного цикла транспортного процесса берут рейс. Рейс включает весь комплекс транспортных операций, происходящих за пробег автобуса от начального до конечного пункта маршрута. Классификация циклов перевозок пассажиров представлена на рисунке 1.12.



Рисунок 1.12 – Цикл перевозок пассажиров

Функциональная схема цикла перевозок пассажиров приведена на рисунке 1.13.

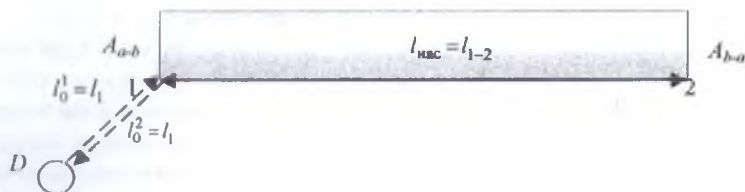


Рисунок 1.13 – Функциональная схема простого цикла перевозок пассажиров:  
 $A_{a-b}$  – количество перевозимых пассажиров из пункта 1 в пункт 2 (транспортная связь);  $l_{нвс}$  – протяженность рейса автобуса с пассажирами;  $l_0^1, l_0^2$  – протяженность нулевого рейса автобуса

Процесс перевозок пассажиров можно рассматривать в качестве иерархической схемы перевозок по видам их исполнения либо по видам сообщений (рисунок 1.14).

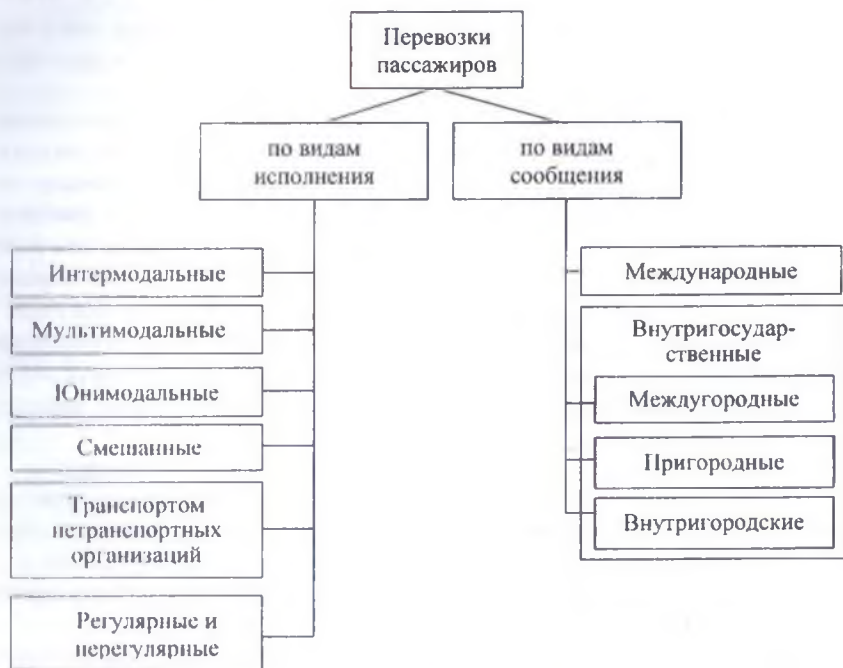


Рисунок 1.14 – Иерархическая схема выполнения перевозок пассажиров

В отличие от грузовых перевозок, в пассажирских перевозках вид их исполнения при аналогичных названиях имеет другой смысл:

1) *интермодальная* – перевозка пассажиров с использованием нескольких видов транспорта. Она обусловлена: необходимостью быстрой перевозки (в этом случае до аэропорта пассажир перевозится по железной дороге или автобусом, далее – воздушным транспортом и на завершающей стадии – на автобусе); желанием снизить транспортные расходы и продолжительность поездки; отсутствие альтернативного маршрута. Существенным недостатком этого вида перевозки является то, что она может легко сорваться из-за неожиданных препятствий в пути, неправильно выбранного маршрута и плохого контроля за исполнением обязательств перевозчиками (отсутствие авиатоплива, забастовка железнодорожников, другие причины);

2) *мультимодальная* – перевозка пассажиров по одному проездному документу, но выполненная по меньшей мере двумя видами транспорта (автобус и морской паром). В этом случае перевозчик несёт ответственность за всю перевозку, даже если она производится разными видами транспорта. Но при этом он может не обладать всеми видами транспорта. Используется субперевозчик пассажирских линий;

3) *юнимодальная* – одновидовая перевозка пассажира, предусматривающая использование одного вида транспорта между начальным и конечным пунктами;

4) *смешанная* – перевозка пассажиров, в которой используется несколько видов транспорта, например, автомобильно-железнодорожная, автомобильно-воздушная, воздушно-автомобильно-морская. Главный признак такой перевозки – пассажир на одном виде транспортного средства довозиться до места пересадки, где сразу без дополнительного ожидания или с непродолжительным ожиданием выполняет посадку на следующий вид транспорта. При этом пассажир перевозится по одному проездному документу (для каждого этапа перевозки приобретается билет). Также предусматривается последовательная логистика реализации маршрута каждым перевозчиком с минимальной продолжительностью ожидания пассажиром последующей перевозки на маршруте.

По видам сообщения существуют следующие виды перевозок:

1) *международное* – перевозка пассажиров по международному тарифу с пересечением транспортными средствами государственной границы и проведением таможенно-пограничных операций с пассажирами и багажом;

2) *междугородное* – перевозка пассажиров и багажа внутри государства между городами по междугороднему тарифу;

3) *пригородное* – перевозка пассажиров и багажа в пригородной зоне городов по пригородному тарифу;

4) *внутригородское* – перевозка пассажиров без пересечения транспортными средствами границы города по внутригородским маршрутам и тарифу.



## 1.4 Свойства транспортных систем и процессов

Транспортным системам и процессам присущ ряд свойств. Свойство – способность транспортной системы обнаруживать определенные стороны в процессе взаимосвязи и взаимодействия при выполнении перевозочного процесса. Эта способность обусловлена внутренней природой транспортной системы, ее строением и структурой. Различают три типа свойств транспортных систем [21]:

- *структурно-функциональные*, обусловленные структурой и функциями транспортной системы или транспортного процесса. Этот тип свойств транспортной системы считается системообразующим;
- *формирующие способность системы к самосохранению*;
- *целевые и организационно-правовые*, характеризующие тактику и стратегию поведения системы при достижении ею генеральной цели, определяющие правовой статус функционирования транспортной системы и выполнения перевозок грузов и пассажиров.

Следует отметить, что свойства характеризуют структурную и функциональную сложность системы и её структурных элементов, степень их организованности, минимизацию структурного деления и степени их взаимной автономности функционирования, вариативность, имманентность, надёжность работы, однородность и завершенность. Главными в соединении перечисленных свойств являются структурная и функциональная сложности:

- 1) *логическая*, основанная на анализе свойств предикатов, характеризующих систему и её элементы;
- 2) *алгоритмическая*, определяющая сложность как длину алгоритма воспроизведения системы;
- 3) *вычислительная* – привязывает алгоритмическую сложность к средствам вычислений (программному комплексу, вычислительной технике);
- 4) *статистическая* – характеризует сложность построения и расчет состояний системы, выполняемые через меру различия распределений вероятностей;
- 5) *теоретико-множественная* – отождествляет сложность системы с количеством ее структурных элементов;
- 6) *теоретико-информационная* – связывает сложность системы с её энтропией (неопределенностью связей, состояний, результативности работы). В рамках теоретико-информационной концепции в качестве меры оценки её сложности предложено использовать разнообразие (автор У. Р. Ешби), которое количественно оценивается числом возможных состояний системы  $Z_i$ . Для оценки сложности транспортной системы или процесса можно использовать логарифмическую меру (предложено Л. Хартли), определяющую максимальную энтропию (неопределенность) системы

$$K_{\max} = \log Z_t. \quad (1.10)$$

Оценка сложности по числу состояний не показывает, в каком из возможных состояний транспортная система находится и в которое она перейдет в следующий момент времени  $t$ . Если предположить, что вероятность с которой система находится в  $(z + 1)$ -м состоянии, то для оценки конкретного её состояния можно использовать формулу К. Шеннона, относимую к информационным системам,

$$K_S = - \sum_{z=1}^{z+1} P_i \log P_i. \quad (1.11)$$

В большинстве случаев автотранспортные системы и процессы носят закрытый характер, что связано во многом с их корпоративностью и ограниченным влиянием конкуренции на участие в перевозках грузов и пассажиров. Успешное функционирование таких систем зависит от их организованности (определенности):

$$R_S = K_{\max} - K_S, \quad (1.12)$$

а оценка относительной организации рассчитывается как

$$R_S^{\text{отн}} = 1 - \frac{K_S}{K_{\max}}, \quad (1.13)$$

при этом

$$R_S^{\text{отн}} = \frac{R_S}{K_{\max}}. \quad (1.14)$$

Особенности свойств транспортной системы:

- 1) *расчлененность*, характеризующаяся ее способностью разделяться на составляющие;
- 2) *взаимная автономность* элементов системы – каждому ее элементу присущи свойства системы в целом;
- 3) *вариативность* – проявление способности элементов и самой транспортной системы изменяться, проходя ряд состояний, реализовывать способность перестраиваться в другую систему;
- 4) *элементарность* – отношение структуры системы к ее элементам;
- 5) *имманентность* – каждый элемент системы не носит признаков в структурном построении как и система в целом (данное свойство проявляется в том, что системообразующее отношение охватывает только элементы данной системы и не распространяется вне ее);
- 6) *надежность* – способность сохранять своё системообразующее свойство при элиминации любого количества элементов, кроме одного;
- 7) *однородность* – относиться к элементам и к самой структуре системы;
- 8) *завершенность* – система не допускает присоединение новых элементов без разрушения старой системы;

9) *минимальность* – в отличие от завершенности указывает на возможность извлечения элементов из системы при сохранении её свойств.

*Свойства, формирующие способность транспортной системы к самосохранению:*

1) сохранность стационарного состояния, независимо от условий воздействия внешней среды и условий функционирования;

2) стабилизация существенных переменных значений внутренней среды;

3) сохранение способности транспортной системы адаптироваться к изменению ресурсного обеспечения перевозочного процесса и информационной среды;

4) способность динамично реагировать на изменения и воздействия окружающей среды за счет структурно-функциональных перестроек составляющих систему элементов;

5) качественная неоднородность – когда в рамках одной и той же функциональной транспортной системы совместно и слаженно работают подсистемы с качественно различными управляющими переменными (транспортными потоками);

6) неоднородность продолжительности транспортных процессов – в одной функциональной системе взаимодействуют подсистемы с различными величинами времени (медленные, быстрые, сверхбыстрые). Примером служит перевозка с различными скоростями на железной дороге и на автодорогах;

7) структурно-функциональная организованность, обеспечивающая высокую устойчивость структуры транспортной системы и исполнения её функций;

8) структурно-функциональная стохастичность, которая проявляется в разнообразии реакций системы и её элементов в ответ на одни и те же воздействия внешней среды;

9) структурная дискретность, проявляющаяся в возможности разделения системы на дискретные элементы, компоненты, подсистемы, а функции – на элементарные транспортные процессы;

10) функциональная непрерывность, т.е. вариабельность количественных параметров системы и процессов в ней в пределах одной и той же дискретности.

Часть свойств характеризует тактику и стратегию поведения транспортной системы: 1) спонтанной или внутренней активности; 2) целенаправленной активности. Данные свойства показывают активность и результативность поведения транспортной системы по отношению к транспортному рынку – активное или пассивное участие в его освоении, отношение к конкуренции и монополизации части транспортных услуг. Спонтанная и целенаправленная активность транспортной системы обеспечивают её готовность поддерживать функционирование всех элементов и выполнять транспортные процессы.



## 1.5 Классификация транспортных систем

Для классификации транспортных систем широко используются следующие признаки [17]:

- 1) путь проявления целостности;
- 2) субстанциональная природа системы;
- 3) тип элементов;
- 4) тип отношений между элементами внутри системы и внешней средой;
- 5) обусловленность взаимодействия;
- 6) системообразующие свойства.

В зависимости от пути проявления целостности транспортной системы их разделяют на внешние и внутренние. *Внутренняя система* – это целостное образование, к которому можно применить разделение и детализацию, представляя её в виде некоторой структуры составных частей. *Внешняя система* – это класс объектов, объединенных целостным функциональным единством. Элементы такой транспортной системы могут не иметь ни пространственной, ни временной общности, ни даже связи. При этом важна лишь общность природы образующих систему элементов (транспортных объектов).

Субстанциональная природа транспортной системы определяется ее сущностью, характером и происхождением: существует ли она давно и реально или недавно и виртуально (административное объединение транспортных организаций, работающих по собственным функциональным действиям и при наличии своих ресурсов). По этому признаку выделяют четыре класса систем: 1) существующие в объективной действительности; 2) концептуальные системы (абстрагированные); 3) искусственные, которые спроектированы и созданы человеком; 4) смешанные, в которых органично слиты элементы, являющиеся продуктом природы, и элементы, созданные человеком.

По типу отношений между элементами внутри системы и внешней средой различаются системы: открытые и закрытые, линейные и нелинейные, иерархические, управляемые, целенаправленные, адаптивные, самоорганизующиеся и др. Эквивалентные по типу отношений системы объединяются в классы, внутри классов формируются подклассы.

В *закрытых системах* поступления из внешней среды не приводят к изменению состояния системы. На транспорте такие системы практически существуют (например, городские перевозки пассажиров общественным транспортом). В *открытых системах* имеет место поступление извне объемов работы, ресурсов. Элементы открытых систем могут быть отнесены либо к внешней системе, либо к внешней среде. Линейность или нелинейность системы определяется ее статической характеристикой. Под статической характеристикой системы понимают связь между величиной внешнего воздействия на систему (величиной объема перевозок и ресурсов) и макси-

мальной величиной исходной характеристики результативности (план товаров и услуг). Если выходная зависимость системы является линейной, то и система относится к классу линейных. Нелинейность статической характеристики и наличие запаздывания в реагировании является признаком нелинейности транспортной системы в целом. Понятие «линейности» системы означает наличие некоторого вида пропорциональности между входными и выходными переменными (наличие объемов перевозок, выполнение перевозки фактически, использование ресурсов транспортной организацией). Система называется линейной относительно нулевого её состояния, если она удовлетворяет следующим двум условиям: 1) однородности – реакция системы на нулевое состояние при произвольном входном воздействии; 2) аддитивности – реакция системы на новое состояние при входящем воздействии. Для линейной системы важно наличие свойства декомпозиции, которое удовлетворяет следующему условию: реакция на нулевое входное воздействие для произвольного начального состояния и реакция на нулевое состояние для любого начального входного воздействия приводят к ожидаемому результирующему значению.

По обусловленности взаимодействия различают транспортные системы с детерминированной действием и системы с случайного (вероятностного, стохастического) действия. В *детерминированной* системе составляющие ее элементы и связи между ними взаимодействуют заранее предусмотренным способом. В этих системах при фиксированных внешних условиях и способе управления переход из одного состояния в другое вполне определен. В *случайной* (вероятностной, стохастической) системе составляющие ее элементы и связи между ними взаимодействуют таким образом, что нельзя сделать точного, детального предсказания ее дальнейшего поведения. Такая система всегда остается неопределенной, и предсказания о ее будущем поведении никогда не выходит из рамок вероятностных категорий, с помощью которых это поведение описывается. Для таких транспортных систем сложно делать прогнозы их работоспособности и результативности при известном ресурсном обеспечении.

Относительно детерминированной системы можно говорить о её статичности или динамичности. Для *статической* системы средние арифметические значения результативности их работы на различных отрезках времени не выходят за допустимые пределы, обусловленные точностью методики измерения рассматриваемого (заданного) показателя. В *динамической* системе среднее арифметическое значение результативного показателя на разных отрезках времени меняется, поскольку в такой системе происходит изменение состояний ее элементов. Элементы системы изменяются и рассматриваются как переменные величины. Если эти переменные величины допускают их измерение и представление в виде конкретных чисел, то можно сделать конкретную оценку состояния транспортной системы.

По системообразующим свойствам различают системы:

– *простые* – не имеют разветвленной структуры (нельзя выделить иерархические уровни), с небольшим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, выполняющих простейшие функции. Эти системы легко поддаются описанию;

– *сложные* с разветвленной структурой и значительным количеством взаимозаменяемых и взаимодействующих элементов, выполняющих более сложные функции. Высокая степень связности элементов в сложных системах приводит к тому, что изменение какого-либо одного элемента или связи влечет за собой изменение многих других элементов системы;

– *очень сложные* – системы, состояние которых по тем или иным причинам невозможно подробно и точно описать;

– *метасистемы* – сверхсложные системы, для которых современный уровень знаний недостаточен для проникновения в суть связей между внутренними элементами системы.

Распределение систем имеет относительный характер. Эта относительность проявляется в следующем: каждая система может характеризоваться и изучаться с различных позиций, определяется точкой зрения исследователя. Она может быть представлена как элемент более общей суперсистемы (системы более высокого ранга – межгосударственные транспортные системы). Таким образом, классификация транспортных систем всегда привязывается к некоторому уровню, то есть к их иерархическому расположению в структуре организационного построения систем. В иерархии систем первичным принято считать элемент или совокупность элементов системы, не допускающих их дальнейшего разделение без потери основного качества всей системы. Обычно система второго уровня (порядка) объединяет две и более первичные системы; третьего уровня (порядка) – две и более системы второго порядка и др. При выделении систем второго, третьего и последующего порядков исходят из таких принципиальных положений, когда разделение системы на внутренние подсистемы осуществляется так, чтобы общая целенаправленность функционирования всей транспортной системы сохранялась.

Иерархическое построение транспортных систем как методический прием позволяет успешно решать многие практические вопросы, связанные с совершенствованием управления транспортными системами. Целенаправленное развитие сложных и очень сложных вероятностных систем нуждается в управлении. Если на систему осуществляется целенаправленное воздействие и она реагирует на него, то такие системы называют управляемыми. В результате в каждой управляемой системе можно выделить две подсистемы – управляемую и управляющую. Учитывая такое распределение именно управления, то его можно охарактеризовать как целевое влияние на объект функционирования (управляемую подсистему), при котором управляемая система переходит из множества различных возможных ее состояний в такое состояние, при котором достигается ожидаемая результативность её работы.



---

## 2 ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

---

### 2.1 Характеристика состояния транспортной системы

**С**остояние транспортной системы – это её характеристика, значение которой в данный момент времени определяет текущее значение выходной величины. Представление о состоянии системы связывается с широким кругом показателей и характеристик, которые определяют ее функционирование и реакцию на различные внешние воздействия. Состояние транспортной системы предполагает, что точно определено условие или свойство, которое может быть познано или повторено снова. Состояние транспортной системы в конкретный момент времени – это такой набор сведений о её поведении, который является достаточным для однозначного определения выходных параметров (результативности работы системы). Например, для описания состояния транспортной организации как минимум необходимо задать величины, которые оценивают имеющиеся мощности  $q$ , ресурсы  $d$ , транспортный поток. Данные величины называют координатами положения системы в пространстве её состояний. При изменении состояния транспортной системы изменяются ее координаты, они становятся переменными состояния и представляются в виде последовательного ряда чисел  $Z_S(t_z)$ . Эти величины принято называть характеристиками состояний транспортной системы. Для практического анализа динамики состояний транспортной системы важны три типа состояний [20]:

- *нулевое* – некоторое состояние транспортной системы, для которого при наличии всех компонент  $Y_S(t_z) = 0$ , т. е. транспортная система не имеет результативности функциональной деятельности;
- *при котором установился транспортный процесс*, предусматривающий выполнение функциональной деятельности, независимо от входного потока и наличия дополнительных ресурсов;
- *равновесия*, при котором перевозочный процесс осуществляется в установившемся регламенте при стабильном наличии и использовании ресурсов и транспортного потока.

Трансформация состояний транспортной системы может быть представлена в виде словесного описания; общей формы; матричной формы; кинематического графика; математической формализации; логического представления (логические формулы).

*Словесное описание:* при планировании и выполнении перевозочного процесса примером могут быть технологические карты производства работ. Например, выполнение работ при перевозках пассажиров в региональном сообщении, когда четко прописываются технологические операции: подготовка и подача на посадку подвижного состава, обеспечение пассажира проездными документами, передвижение, высадка пассажиров, обустройство пунктов посадки-высадки пассажиров. Данное словесное описание характеризует трансформацию состояний перевозочного процесса, транспортной организации, которая его выполняет.

*Матричная форма* – описание трансформации состояний транспортной системы способом матричного представления её перехода от одного состояния к другому (таблица 2.1). Матрицей размера  $M \times N$  называют прямоугольную таблицу чисел, размещаемых в  $M$  строках и  $N$  столбцах.

Таблица 2.1 – Матрица изменения состояния транспортной системы

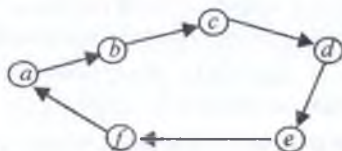
	Последующие состояния маршрута перевозки					
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
Начальные состояния	<i>a</i>	–	–	–	–	1
	<i>b</i>	1	–	–	–	–
	<i>c</i>	–	1	–	–	–
	<i>d</i>	–	–	1	–	–
	<i>e</i>	–	–	–	1	–

В матричной форме можно записывать однозначные и неоднозначные перевоплощения.

Кинематический график – способ, предусматривающий изображение на графике стрелками между начальным и последующим состояниями транспортной системы. Вариант кинематического графика показан на рисунке 2.1.

Рисунок 2.1 – Кинематический график перехода состояний транспортной организации:

*a* – подготовка автобуса в рейс и подача под посадку пассажиров; *b* – посадка пассажиров; *c* – передвижение; *d* – высадка пассажиров; *e* – уборка в транспортную организацию; *f* – постановка транспортного средства на техобслуживание



*Математические формулы* используют для изображения характеристики количественных изменений и трансформации состояний. Например, состояние транспортных средств можно оценить формулой, интегрирующей

его во времени,  $Z_S(t_z) = \int_0^t F(t) dt$ , где  $(t_z)$  – момент времени изменения состояния системы.

Если речь идёт о потоке автомобилей, то он рассматривается как один из вариантов марковского процесса и описывается дифферен-

циальным уравнением вида 
$$\frac{dp_i(t)}{dt} = - \sum_{j=1}^3 \lambda_{ij} p_i(t) + \sum_{j=1}^3 \lambda_{ji} p_j(t),$$
 где  $\lambda_{ij}$  – транспортный поток между  $i$ -м и  $j$ -м элементами улично-дорожной сети ( $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $p_i(0) = p_i^{(0)}$ );  $p_i(t)$ ,  $p_j(t)$  – вероятности состояний транспортной системы в момент времени  $t$ .

*Логическое представление* (логические формулы) – описание на языке, присущем символической логике с элементами булевой алгебры (алгебраическая система в зависимости от обстоятельств может быть интерпретирована как система событий или как система высказываний). В качестве событий рассматривают будущие состояния транспортной системы. Представление в логике понимается как повествовательное предложение, свойство быть классифицированным как истинное либо как ложное, но не как то и другое вместе. Между событиями и высказываниями существует некоторая аналогия. Это позволяет обслуживать логику и теорию вероятностей одним формальным аппаратом, который предусматривает объединение причинно-следственных связей или логических высказываний о событиях, которые описывают формулами неравенств. Например, неравенство  $a < b$  выражает большую вероятность события  $b$  по сравнению с событием  $a$ , и это же неравенство может выражать большую правдоподобность высказывания  $b$  по сравнению с выражением  $a$  (что часто бывает при статистическом сборе информации о состоянии систем). При этом каждая логическая переменная, отражающая событие или высказывание, может приобретать два противоположных значения (обозначают нулем или единицей: 1 – событие произошло, высказывание искреннее, 0 – событие не состоялось, высказывание ложно). Кроме этих элементов используют другие варианты, которые называют сентенциональными связями: в высказываниях это слова «не», «и», «или», «если ... , то ...», «тогда и только тогда, когда ...». С их помощью из простых предложений, не содержащих конкретных связей, можно создать сложные предложения, характеризующие состояния транспортной системы.

## 2.2 Основы функционирования транспортной системы

### 2.2.1 Динамика состояний транспортной системы

Рассматривая последовательную смену состояний системы и определяя соответствующие им точки в пространстве состояний, можно получить траекторию поведения системы [20]. Данную траекторию называют фазовой траекторией, а пространство состояний – фазовым пространством. Число измерений фазового пространства равно количеству пере-



менных (координат), определяющих состояние системы. Разница между количеством переменных и количеством связей между ними определяет количество степеней свободы системы, которая показывает число независимых переменных.

В транспортных системах не все координаты могут изменяться в неограниченных пределах. Область пространства состояний, в которой может находиться значение, отражающее состояние системы (подсистемы), называется **областью допустимых состояний**. Но даже в пределах области допустимых состояний не всегда любая точка изображает возможное состояние системы. Таким свойством обладает только непрерывное пространство состояний, соответствующее такой системе, координаты которой могут принимать любое значение (в допустимых пределах). Но существуют транспортные системы (особенно в сфере автомобильного транспорта), которые называются дискретными, в которых координаты могут принимать только конечное число фиксированных значений. Пространство состояний таких систем также является дискретным. Такое состояние называют нормой состояния, которая является функциональным оптимумом. Под оптимальным функционированием системы понимают прохождение всех процессов с наиболее возможной слаженностью, надежностью и экономичностью. Норму можно рассматривать как точку, к которой тяготеет система и к которой она стремится вернуться каждый раз, когда внешнее воздействие прекращается.

Если состояние и перевоплощения транспортной системы связаны между собой так, что перевоплощение не меняет её состояние, тогда режим её поведения является равновесным. В таком случае для оценки состояния транспортной системы используется описание переходных процессов. Они описываются с помощью систем дифференциальных (или конечно-разностных) уравнений, связывающих координаты состояния с интенсивностями нагрузки, ресурсного обеспечения и результативностью работы [26]:

$$\begin{aligned}\partial \vec{Z}(t) &= \Phi[\vec{Z}(t), \vec{Y}(t)], \\ \vec{Y}(t) &= \varphi[\vec{Z}(t), \vec{X}(t)],\end{aligned}\tag{2.1}$$

где  $\vec{Z}(t)$  – вектор состояния транспортной системы;  $\partial \vec{Z}(t)$  – интенсивность вектора состояния в зависимости от результативности работы системы;  $\vec{X}(t)$  – вектор входных параметров;  $\vec{Y}(t)$  – вектор результативности работы транспортной системы ( $\vec{Y}(t) = Y_{i, \text{кон}}^{(t)} - Y_{i, \text{нач}}^{(t)}$ ).

Первое уравнение задает динамические свойства транспортной системы, второе позволяет за текущим состоянием найти исходные характеристики



системы. Если переходный период повторяется с определенной регулярностью, что часто происходит при выполнении автомобильных перевозок, то такой регламент поведения системы называют периодическим. В этом режиме необязательно, чтобы смещение положения равновесия системы в какое-нибудь соседнее состояние происходило под действием одинаковых внешних возбуждающих воздействий, с одинаковым характером перевоплощений. Важно, что система периодически возвращается к состоянию равновесия.

Для характеристики способности системы возвращаться в состояние равновесия или смещать своё стационарное состояние при длительных отклонениях значений переменных внешней среды используют понятие её чувствительности. *Чувствительность* системы – это чувствительность вектора стационарных (равновесных) значений координат состояния транспортной системы к вектору стационарных значений её входных параметров.

Если состояние транспортной системы сохраняется независимо от внешних событий, то это свидетельствует о её *устойчивости*. Нельзя отождествлять понятия устойчивости и равновесия. Если состояние равновесия системы можно рассматривать как некоторую тождественность перевоплощений, происходящие в ней, и определять одинаковое состояние транспортной системы на любом шаге её развития, то состояние устойчивости более постоянное.

Устойчивость транспортной системы обычно рассматривают как положительную её характеристику. Но иногда устойчивость можно рассматривать как нежелательное, не допускающее требуемую гибкость в управлении системой. Трактовка понятия устойчивости системы позволяет подойти к понятию *инвариантности*, которая заключается в последовательности состояний системы, когда несмотря на изменения, которые она претерпевает, некоторые её свойства остаются неизменными. Понятиям устойчивости и состояния равновесия системы близкое понятие цикла в изменении системы. *Циклом* называется такая последовательность состояний транспортной системы, при которой повторная смена характерных для неё изменений заставляет точку, отображающую пик изменений, проходить повторно эту последовательность.

### 2.2.2 Принципы функционирования транспортных систем

**Принцип** – это правило, возникшее в результате субъективно осмысленного опыта работников при выполнении ими своих функциональных задач. Принципы функционирования транспортных систем сформулированы как обобщение результатов экспериментального и теоретического исследований динамики состояний технических и технологических систем, которые встречаются в области транспортной деятельности. Выделяют че-

тыре группы принципов: 1) структурно-функциональные; 2) динамики функционирования (работы системы); 3) функциональной системы; 4) самоорганизации и адекватности.

Между структурой и функциями транспортной системы существует тесное единство [20]. В каждый момент времени функция формируется с учетом структурного построения транспортной системы или транспортного процесса. С другой стороны, необходимость выполнять какую-либо функцию в течение определенного времени неизбежно приводит к формированию новой структуры транспортной системы. Структура и функции транспортной системы связаны между собой принципом простейшей конструкции. Обобщением взаимоотношений структуры и функции является принцип структурно-функционального единства транспортных систем и процессов. Структура и функции представляют единое целое, причем функциональный эффект системы достигается за счет ее внутреннего структурирования, с учетом того, что структура и функция являются взаимно адекватными.

В зависимости от выбранных принципов функционирования транспортных систем используются принципы их структурирования:

- всем транспортным системам свойственно самопроизвольное изменение своего состояния, не вызванное внешними причинами, которые лежат вне системы;

- при изменении внешних условий транспортная система не просто противодействует внешней силе, а в результате противодействия изменяет состояние внешней и внутренней среды (это часто связано с изменением среды транспортного рынка);

- работа транспортных систем при известной окружающей среде направлена против равновесия, которое может наступить в данной окружающей среде при заданном первоначальном состоянии системы и ожидаемой результативности её работы.

Обобщением этих трех принципов является *общий закон функционирования транспортных систем*: они никогда не бывают в равновесии и исполняют за счет своих ресурсов постоянно работу против равновесия при существующих внешних условиях.

Существенное значение для работы транспортных систем имеют принцип функционального гомеостазиса, принцип единственности и принцип причинности. В соответствии с первым принципом транспортная система может поддерживать в определенных пределах постоянство своих функциональных поведений. Границами поддержки гомеостазиса является область динамической достаточности. Суть принципа единственности или исключительности заключается в том, что потребности транспортной системы в ресурсах, для удовлетворения которых требуются противоречивые (противоположные) действия, не могут удовлетворяться одно-

временно. Их удовлетворение идет поочередно. Согласно принципу причинности, отклик транспортной системы на некоторое внешнее воздействие не может начаться раньше самого воздействия.

Смена количества состояний окружения транспортной системы может осуществляться самой системой. При этом заложены принципы взаимоотношения внешней среды и системы:

1) каждому состоянию внешней среды соответствует состояние транспортной системы – прямое использование принципа необходимого разнообразия;

2) каждому состоянию внешней среды может соответствовать определенное множество состояний транспортной системы;

3) определенному набору количества состояний внешней среды соответствует некоторый меньший набор числа состояний самой системы. Этот случай может соответствовать процессу укрупнения показателей внешней среды по определенным критериям;

4) в процессе взаимодействия с внешней средой транспортная система может перестраивать свою внутреннюю структуру, мобилизовать свои структурные и функциональные ресурсы. При этом изменяется организация транспортной системы (изменяются структура и форма собственности, владелец и т.д.).

Процесс самоорганизации транспортной системы приводит к устранению несогласованности между ней и внешней средой. В результате устанавливается состояние адекватности (соответствия) системы внешней среде (возможности системы соответствуют запросам внешней среды на транспортные услуги). Для систем, действующих в среде постоянной сложности и организации, справедливым является статический принцип адекватности: чтобы успешно функционировать в среде, сложность и организация системы должны быть адекватными сложности и организации внешней среды.

Не менее важным для функционирования транспортных систем является принцип динамической адекватности: при изменении сложности и организации внешней среды транспортная система стремится к достижению нового уровня адекватности по сложности и по организации работы со внешней средой с минимизацией времени, расходами ресурсов. Разница между показателями сложности и организации транспортной системы и среды заставляет ее уменьшать начальное расхождение (рассогласование) между этими параметрами.

### 2.2.3 Функциональное развитие транспортных систем

Следует различать два типа динамики системы: ее функционирование и развитие. Под функционированием транспортной системы понимают



процессы, происходящие в ней (и окружающей ее внешней среде), стабильно реализующие фиксированную цель. Функциональным развитием называют то, что происходит с транспортной системой при изменении ее целей. Характерной чертой развития является тот факт, что существующая структура перестает соответствовать новой функциональной цели, и для обеспечения новой функции приходится изменять структуру системы, а иногда и состав её функций, перестраивать всю систему.

Как пример, иллюстрирующий развитие системы, может быть рассмотрено уравнение связи вектора результативности с вектором входного воздействия для каждого элемента системы, которое может быть представлено в виде

$$\bar{Y}(t) = f[\bar{X}(t)]. \quad (2.2)$$

В таком случае норма вектора входного воздействия может рассматриваться как точка притяжения цели, к которой стремится система. Нормальными значениями входных воздействий на систему для разных её элементов могут быть различными, что в итоге соответствует  $\bar{Y}_i(t) \neq \bar{Y}_k(t)$ . При этом действующее значение результативности работы транспортной системы может отличаться от нормального (ожидаемого). В таком случае, отклонения типа  $\Delta Y_i(t) = Y_k(t) - \bar{Y}_i(t)$  фактического значения результативности работы системы от нормального (нормативного) называют *деформацией связей* транспортной системы.

В системе, которая функционально развивается, состав связей обновляется. С каждым моментом новая связь включается в уже существующий комплекс связей системы и придает им собственное значение. В то же время из системы связей исключается наиболее старая связь, мешающая результативности функционирования транспортной системы. Норма такой связи транспортной системы выходит за среднее её действие и при развитии её может быть представлена в следующем виде:

$$\bar{Y}(t) = \frac{1}{T} \int_{t=1}^T Y(\tau) d\tau. \quad (2.3)$$

Для *дискретного* функционального развития транспортной системы (2.3) эта связь имеет вид

$$\bar{Y}(t) = \frac{1}{R} \sum_{i=t-R+1}^t Y_i(\tau_k), \quad (2.4)$$

где  $R$  – дискретный аналог.

Если переменная величина сохраняет постоянные значения, то норма развития, как средняя величина, совпадает с этим значением. Если переменная величина быстро изменяется на величину результативности работы системы  $\Delta Y_i(t)$ , то норма развития представляется как среднее значение и бу-



дет изменяться в ту же сторону, но не совпадать с новым значением переменной величины. Такое изменение нормы может рассматриваться как *адаптация* транспортной системы к условиям её развития. Скорость такой адаптации составит

$$\frac{\partial \bar{Y}(t)}{\partial t} = \frac{\Delta Y(\tau)}{T} \quad (2.5)$$

или для дискретного случая

$$\Delta \bar{Y}(t) = \frac{\Delta Y(\tau)}{R}. \quad (2.6)$$

Отсюда следует, что если внешнее воздействие достаточно долго удерживает транспортную систему в ненормальном состоянии, то норма сама в итоге приближается к этому состоянию. В результате *ненормальное* состояние становится *нормальным* для системы, что в результате приводит к кризисным явлениям в её работе. Процессы добавления или уничтожения связей и элементов, изменения их характеристик и входных величин, изменение норм состояния системы превращаются в конечном итоге в изменения результативности её работы, что можно рассматривать как развитие системы (положительное или отрицательное). Развитие транспортных систем подчиняется основному принципу наименьшего взаимодействия. Если воспользоваться понятием принуждения, то данному принципу можно добавить вариационную форму: переменная, на которую наложено несколько связей, занимает такое положение, в котором суммарное воздействие всех связей является минимальным:

$$U(t_z) = \sum_{k=1}^K u_k [y_k(t_z)] \rightarrow \min. \quad (2.7)$$

В результате на развитие транспортных систем влияют два вида *воздействия*: 1) *внутреннее*, вызванное противоречивостью функциональных действий элементов системы и возникающее при принудительном их объединении в единое целое; 2) *внешнее*, которое обусловлено внешними воздействиями, наличием ресурсов, а также противоречием между величиной ресурсов и воздействиями внешней среды. В таком случае имеет место аддитивное принуждение транспортной системы к развитию или её  $k$ -го элемента с учетом суммарного внутреннего и внешнего взаимодействия, т. е.

$$U(t_z) = \sum_{k=1}^K u_k [x_k(t_z)] + \sum_{k=1}^K u_k [m_k(t_z)]. \quad (2.8)$$

Выгодность функционального объединения элементов транспортной системы с учетом её развития достигается в случае, когда воздействие системы на её элементы проявляется меньше суммы воздействий разрозненных элементов друг на друга и на систему в целом, т. е.

$$U(t_z) < \sum_{k=1}^K u_k(t_z). \quad (2.9)$$

При рассмотрении вопроса объединения элементов в транспортную систему или присоединения внешних новых субъектов учитывается совокупность преимуществ, характерных для разрозненных элементов (автотранспортных предприятий при их интеграции в ОАО или отраслевое министерство),

$$\sum_{k=1}^K u_k(t_z) = U_j(t_z) = \frac{h_e^2}{2\beta_k}. \quad (2.10)$$

где  $h_e$  — коэффициент устойчивости сохранения связи элемента системы;  $\beta_k$  — коэффициент жёсткости связи элемента системы.

Тогда сумма воздействий элементов, объединенных в систему при её развитии,

$$\sum_{k=1}^K u_k(t_z) = \frac{h_e^2}{2m\beta_k} + \frac{m\beta_k \bar{Y}(t)}{2}, \quad (2.11)$$

и условием объединения элементов в систему при её развитии является выполнение неравенства

$$\frac{m\beta_k \bar{Y}^2(t)}{2} < \frac{h_e^2(m-1)}{2m\beta_k}. \quad (2.12)$$

Выполнение неравенства означает, что объединение структурных элементов транспортной системы в единое целое будет выгодным: 1) когда внешние условия неблагоприятны; 2) при отсутствии противоречия между элементами; 3) при жесткой привязке слабых элементов к более сильным. Таким образом, разрозненные элементы объединяются в транспортную систему при неприятных внешних условиях. Противоречия между элементами не способствуют объединению, так как объединение выгодно слабым и невыгодно сильным элементам. Последнее неравенство позволяет рассмотреть вопрос, до каких пределов может увеличиваться число элементов в системе. Критическое число элементов можно найти из условия

$$\frac{m\beta_k \bar{Y}^2(t)}{2} = \frac{h_e^2(m-1)}{2m\beta_k}, \quad (2.13)$$

при этом

$$\frac{m\beta_k \bar{Y}^2(t)}{2} \approx \frac{h_e^2}{2\beta_k}. \quad (2.14)$$

Положительное значение неравенства показывает, что объединение элементов в транспортную систему выгодно в следующих случаях: 1) размеры

системы могут быть тем больше, чем меньше жесткости ее элементов, противоречия между ними и чем сильнее внешнее возбуждение; 2) дальнейший рост числа структурных элементов приводит к распаду транспортной системы, ее распределения на несколько дочерних подсистем; 3) в процессе развития транспортной системы через формирование детерминированных связей или их разрушение жесткость взаимодействия ее элементов может меняться. Для каждого сообщения внутренних и внешних условий существует оптимальное значение жесткости, при котором принуждение системы минимально. Оптимальное значение жесткости можно определить из условия [21]

$$\frac{\partial U_k}{\partial \beta_k} = \frac{m \overline{Y^2(t)}}{2} - \frac{h_k^2}{2m\beta_k} = 0. \quad (2.15)$$

При этом следует учитывать, что  $\overline{\beta_k} = \frac{h_k}{m \overline{Y(t)}}$ .

Из данного выражения следует сделать вывод, что жесткость связей структурных элементов транспортной системы должна возрастать с увеличением или уменьшением внешних возмущений при увеличении внутренних противоречий. Наличие внешней угрозы потребует усиления жесткости внутренних связей, что является выгодным условием для системы включения новых элементов в структуру транспортной системы. При рассмотрении схем развития транспортных систем учитывается природный рубеж продолжительности функционирования транспортной системы – критическое её состояние, когда объединение элементов перестает быть выгодным без усиления внутренних противоречий в работе системы. При этом учитывается критическое значение жесткости связей

$$\beta_k = \frac{h_k}{Y_k \sqrt{m}}. \quad (2.16)$$

Величина  $\beta_k$  может характеризовать продолжительность жизнедеятельности транспортной системы. В соответствии с выражением (2.16) для полученного значения  $\beta_k$  продолжительность жизнедеятельности транспортной системы: 1) тем больше, чем меньше структурных элементов в неё включено (небольшие транспортные системы более жизнеспособны, чем крупные); 2) пропорциональна внешнему воздействию на нее и обеспечению ресурсами, необходимыми для транспортной деятельности. В результате между процессами разделения и прекращения функциональной деятельности транспортной системы много общего, но есть важное различие: разделение является следствием роста числа структурных элементов системы и

происходит это на фоне роста. Поэтому оно не ведет к бесконечному измельчению размеров транспортной системы, а служит средством стабилизации размеров её развития. Прекращение функциональной деятельности транспортной системы, наоборот, предполагает процесс измельчения и дробления, вплоть до разложения транспортной системы на структурные элементы (отдельные транспортные организации с небольшими объемами перевозок).

#### 2.2.4 Эволюция транспортных систем

Часть транспортных систем развиваются медленно с частичным изменением функционального построения и структуры и не дают ответа на вопрос, как проходит этот процесс во времени. Они развиваются в соответствии с законами эволюции. Под «эволюцией» понимают процесс исторического развития транспортной системы. Исторический период может рассматриваться за значительный срок, если данная транспортная система получила развитие, но не потеряла своих функциональных качеств (например Российские железные дороги, Министерство транспорта России, Дойче Бан и др.).

Под эволюционным развитием транспортных систем понимают совокупность этапов исторического развития, а в научном плане – представление о механизмах и закономерностях исторических изменений функционального, организационного, финансового и других элементов построения транспортных систем. Это медленные качественные и количественные изменения транспортной системы, включающие этапы функционирования и развития, периоды открытого и закрытого её состояний.

Независимо от того, как мы изучаем эволюцию транспортных систем, можно выработать некоторое формальное представление, общее для всех принципов их эволюционного развития. Этот аспект важно знать при формировании и развитии транспортных систем относительно небольших государств (Беларусь, Литва, Латвия, Эстония, Венгрия и др.). Эволюционный путь развития транспортной системы может быть формализован в следующем виде:

– если в некоторый момент времени исторического развития  $(t_{\text{нр}})$  рассматриваемая транспортная система находится в состоянии  $Z_{\text{нр}}(t_0)$ , то для выяснения сложившегося состояния системы в прошлый период  $Z_{\text{нр}}(t_0 - \tau)$  формально можно записать:  $Z_{\text{нр}}(t_0) \rightarrow Z_0(t_0 + \tau)$ .

Законы эволюционного преобразования не всегда могут быть объективными: 1) они выделяют отдельные параметры развития системы  $F(\tau)$ , значе-



ния которых не всегда зависят от продолжительности, периода времени и состояния системы в эти моменты или за соответствующие периоды; 2) в общем случае сами по себе не зависят от времени и состояния системы; 3) в отдельных случаях в равновесных транспортных системах чаще всего изменений состояний не отмечается.

Параметры эволюционного развития транспортной системы  $F(t)$  могут иметь или не иметь отношения к абсолютному периоду времени или быть причастными к современному состоянию транспортной системы. Например, иногда требуется выяснить, какая часть транспортной системы эффективно функционировала в историческом прошлом и почему эта эффективность снижена в новых исторических условиях. Пользуясь предыдущей формализацией, можно определить последовательность действий:

1) использование главных законов преобразования исходного состояния системы  $Z_{ис}(t_0)$  и её новое состояние  $Z_{ис}(t_1)$ ;

2) представление этих законов в виде того ожидаемого механизма (формализации), который определяет новое состояние системы  $Z_{ис}(t_1)$ ;

3) описание транспортной системы необходимо выполнить так, чтобы на его основании можно было бы создать закон её перерождения.

Характерной чертой эволюции транспортной системы является тот факт, что существующая её структура постепенно перестает соответствовать новой функциональной цели, и для обеспечения новой функции приходится изменять структуру, а иногда и полный состав системы, перестраивать всю систему. С учетом того, что достижение цели транспортной системы тесно связано с внешней средой, то эволюционирует не сама транспортная система, а совокупность «система – среда».

## 2.3 Диагностика состояний транспортной системы

Диагностика – это процесс обработки исходной информации для получения заключения о состоянии исследуемой транспортной системы. В качестве исходной информации при решении диагностической задачи используют симптомы отказа и признаки нормального её функционирования. *Симптомом отказа* транспортной системы является информация об отклонениях от норм параметров, характеризующих ее работоспособность или состояние, а также об изменении этих отклонений в моменты времени. Речь идет о тех параметрах, которые контролируются в процессе работы системы, ее технического обслуживания и выполнения перевозок. Если предварительными наблюдениями можно установить, что параметры, характери-

зующие работоспособность системы, приближаются к границе допуска по-степенно, то это свидетельствует о возможности появления отказа.

В ряде случаев для определения состояния транспортной системы недостаточно информации, содержащейся в симптомах предполагаемого отказа и признаках нормального функционирования. Тогда для получения дополнительной информации обращаются к различным опытам и исследованиям. Важнейшим компонентом диагностического процесса является распознавание информации, полученной в результате опытов. Диагностические процессы характеризуются различной эффективностью. Оценку эффективности осуществляют по следующим критериям: продолжительности диагностического процесса; общему числу контрольных проверок, необходимых для поиска отказавшего элемента; стоимости реализации диагностического процесса и др. В ходе разработки программ диагностических процессов возникает задача оптимизации по одному или нескольким критериям. Программа, соответствующая оптимальному значению одного или нескольких критериев, называется *оптимальной*.

Для транспортных систем первостепенное значение имеет поддержка их в состоянии, готовом к быстрому применению по назначению (интенсивностью перевозок при активном росте транспортного потока). Тогда основным критерием оптимизации является длительность диагностического процесса. Процесс поиска отказывающего технического или технологического элементов оптимален, если его продолжительность является минимальной. Оптимальный диагностический процесс предполагает немедленное использование полученной информации, т.е. проведение проверок по гибкой стандартной программе. Для получения минимальной длительности диагностического процесса необходимо на первом этапе стремиться к увеличению *скорости получения необходимой информации*. Под скоростью получения информации понимают отношение [52]

$$v_i^{\text{TC}} = \frac{I_i^{\text{TC}}}{t_i^{\text{TC}}}, \quad (2.17)$$

где  $v_i^{\text{TC}}$  – скорость получения информации на  $i$ -м этапе контроля;  $I_i^{\text{TC}}$  – количество информации, полученной на  $i$ -м этапе контроля;  $t_i^{\text{TC}}$  – продолжительность  $i$ -го этапа контроля.

Таким образом, на первом этапе контроля добиваются выполнения условия  $v_i^{\text{TC}} \rightarrow \max$ . С учетом результатов первого этапа определяют второй этап поиска. Из всех возможных вариантов контроля выбирают тот, который обеспечивает максимальное значение скорости получения диагностической информации. Аналогично выбирают варианты проведения контрольных замеров на

последующих этапах. В результате оптимальный диагностический процесс характеризуется следующим рядом:  $v_{1,\max}^{TC}, v_{2,\max}^{TC}, \dots, v_{n,\max}^{TC}$ , где  $n$  – количество этапов, предшествующих выявлению ограничивающего элемента. Полученный ряд максимальных скоростей диагностической информации определяет принцип диагностирования с учетом этих скоростей. Использование принципа максимальной скорости получения информации для построения максимального диагностического процесса позволяет разрабатывать программы поиска отказов. Для их построения могут использоваться методы поэлементных проверок и групповых проверок, логического анализа симптомов отказа.

*Метод поэлементных проверок* предусматривает проверку элементов транспортной системы по одному в определенной заданной последовательности. Каждая проверка должна давать два результата: либо элемент системы эффективно работает либо требует функционального вмешательства. Если элемент системы, который проверяют, не дает отказа, тогда приступают к проверке следующего элемента, и так до выявления неэффективно работающего. Предполагается наличие в транспортной системе одного отказа.

*Метод групповых проверок* предусматривает одновременную проверку группы элементов транспортной системы, в которой может находиться неработоспособный элемент. Если проверка дает положительный результат, то есть выясняется, что неэффективно работающий элемент находится в группе, которую проверяют, то эту группу снова разбивают на две подгруппы и неисправность ищут среди элементов этих подгрупп. При отрицательном результате проверке подвергают группу элементов, которая осталась непроверенной. Такой процесс распределения продолжают до выявления отказавшего элемента. Поэтому часто этот метод называют *методом пологого деления* или *методом средней точки*. Все результаты расчетов сводят в матрицу оценок (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Матрица оценок диагностической информации

Оценочные показатели	Значения оценочных показателей					
Сумма коэффициентов отказов в группе элементов	$B_1^{TC}$	$B_2^{TC}$	...	$B_k^{TC}$	...	$B_{n-1}^{TC}$
Количество полученной информации	$I_1^{TC}$	$I_2^{TC}$	...	$I_k^{TC}$	...	$I_{n-1}^{TC}$
Скорость получения информации	$v_1^{TC}$	$v_2^{TC}$	...	$v_k^{TC}$	...	$v_{n-1}^{TC}$

Анализируя матрицу оценок, выбирают для проведения первой проверки такой вариант разбивки элементов транспортной системы на группы, который обеспечивает наибольшую скорость получения диагностической информации. При переходе ко второму этапу поиска группы элементов, обра-



зовавшихся в процессе диагностики, рассматривают как самостоятельные. Коэффициенты отказа в каждой группе нормируют. Обязательным условием применения метода групповых проверок является наличие функциональных связей между элементами транспортной системы. Поэтому при слабых функциональных связях или их отсутствии между элементами транспортной системы предпочтение следует отдавать методу поэлементных проверок.

*Метод логического анализа симптомов* отказа состоит в быстром и однозначном определении элемента системы, отказавшего на основании имеющихся и полученных в результате проведения дополнительных контрольных проверок симптомов отказа. Взаимосвязь между элементами и симптомами отказов представляют в виде матрицы (таблица 2.3). В ячейках на пересечении строк и столбцов ставится единица, если наблюдается данный симптом, или ноль, если симптом не наблюдается.

Таблица 2.3 – Матрица симптомов поведения элементов транспортной системы

Элементы \ Симптомы	Симптомы				Кодовые числа	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>		
C	1	2	1	1	1, 2, 3, 4	1, 3, 4
C <sub>2</sub>	0	1	1	1	2, 3, 4	3, 4
C <sub>3</sub>	0	0	1	0	3	3
C <sub>4</sub>	0	0	0	1	4	4

*Метод контроля схемы взаимодействия элементов* транспортной системы сводится к проверке правильности функционального их взаимодействия, правильности выполняемых работ по обеспечению перевозочного процесса и т.д. В соответствии с данным методом в процессе диагностических мероприятий выявляются те элементы, которые дают отрицательный выход, являющийся входом для следующих элементов, что в целом снижает эффективность работы системы в целом.

*Метод замены элементов транспортной системы на более работоспособные* сводится к замене предварительно выявленного неэффективно работающего элемента транспортной системы, после чего проверяется работоспособность транспортной системы и эффективность её функционирования.

*Метод использования таблиц неисправностей* (отказов) в транспортных системах сводится к поиску элементов транспортной системы или процесса, которые имеют ситуацию отказа или снижения результативности работы с помощью специальных таблиц, в которых увязывается причина с последствиями. Такие таблицы (в основном электронные) позволяют сделать увязку симптомов отказов (раннего предупреждения) с конкретными элементами системы или процесса.

## 2.4 Формирование показателей транспортного процесса

Важную роль при выполнении грузовых автомобильных перевозок занимает организация движения подвижного состава, формирование маршрутных схем перевозок. От правильного выбора маршрута движения зависит доля порожнего пробега подвижного состава в общем пробеге. **Маршрутом движения** называется путь следования подвижного состава при выполнении перевозок. На всех маршрутах транспортный процесс перевозки грузов складывается из последовательно повторяющихся его элементов: подачи подвижного состава к месту погрузки, его погрузки, перемещения груза; разгрузки. Совокупность этих элементов, образующих законченную транспортную операцию, называется **циклом перевозки**, или **ездкой** [41]. Время её выполнения определяется следующим образом:

$$T_{\text{с}}^{\text{гп}} = t_{\text{дв}} + t_{\text{пг}} + t_{\text{ргр}} + \sum t_{\text{тпр}}, \quad (2.18)$$

или

$$T_{\text{с}}^{\text{гп}} = \frac{L_{\text{сз}}}{v_{\text{тех}}^{\text{гп}}} + t_{\text{пг}} + t_{\text{ргр}} + \sum t_{\text{тпр}}, \quad (2.19)$$

где  $t_{\text{дв}}$  – продолжительность движения подвижного состава на маршруте, ч;  
 $t_{\text{пг}}$  – продолжительность выполнения погрузки, ч;  $t_{\text{ргр}}$  – продолжительность разгрузки;  $\sum t_{\text{тпр}}$  – продолжительность простоя подвижного состава по организационным причинам (оформление документов и др.);  $L_{\text{сз}}$  – протяженность маршрута;  $v_{\text{тех}}^{\text{гп}}$  – техническая скорость транспортного средства на маршруте.

Подача подвижного состава от места стоянки и возврат его после последнего пункта разгрузки относится не к отдельному циклу перевозок, а к работе подвижного состава за определенный период времени в целом и называется **нулевым пробегом**. Совокупность элементов одного или нескольких циклов перевозки с момента подачи порожнего подвижного состава в пункт погрузки до очередного возврата в этот же образует *оборот автомобиля*.

При выполнении грузовых автомобильных перевозок можно выделить несколько типичных **вариантов организации транспортного процесса**:

– однократная или многократная перевозка груза одним автомобилем от одного и того же отправителя к одному и тому же потребителю, представляющая собой простейший вариант организации транспортного процесса. При этом варианте обратный пробег от потребителя к отправителю автомобиль выполняет без груза;

– однократная или многократная перевозка груза одним автомобилем от одного и того же отправителя к одному и тому же потребителю с доставкой груза в обратном направлении до отправителя или до любого промежуточного пункта (особо малая система). В этом случае вид и количество груза, перевозимого в прямом и обратном направлениях, отличаются;

– организация транспортного процесса в первом и во втором вариантах с использованием нескольких единиц подвижного состава, обслуживающих одного отправителя или потребителя грузов (малая система с челночным движением). Для этого варианта потребуется увязка работы нескольких автомобилей, составление графиков загрузки погрузочно-разгрузочных пунктов;

– однократная или многократная перевозка груза от нескольких отправителей к нескольким потребителям, при которой один или несколько автомобилей периодически возвращаются в пункт первой загрузки (малая система в кольцевом движении). Автомобиль за один оборот делает несколько остановок у отправителей и потребителей грузов. Обязательным требованием является необходимость составления графика движения подвижного состава, так как длина оборота при кольцевом движении существенно больше, чем при челночном;

– развоз или сбор груза от одного отправителя или к одному потребителю (малая система с развозом или сбором груза). Схема перемещения автомобиля предусматривает одну загрузку автомобиля и поэтапную его разгрузку в нескольких пунктах за оборот;

– обслуживание определенной производственной структуры (предприятие, склад, терминал и т.д.) требует использования нескольких малых систем, работа которых будет подчинена одной цели (средняя система);

– интегрированная транспортная система может обслуживать несколько производственных структур или определенный географический регион (большая система). В данном случае процессы перемещения грузов будут происходить между несколькими производственными предприятиями, складами или терминалами со сбором или развозкой груза отправителям или потребителям.

Для планирования, учета и анализа работы подвижного состава установлена система технико-эксплуатационных показателей, позволяющих оценивать эффективность использования автомобилей и результат их работы:

– списочный парк автотранспортной организации, который включает весь подвижный состав, числящийся на балансе данного предприятия, т. е. количество автотранспортных средств: готовых к эксплуатации; требующих ремонта или находящихся в ремонте или техническом обслуживании; находящихся в эксплуатации (на линии); находящихся в простое из-за отсутствия работы, топлива, водителей и по другим организационным причинам;



– автомобиле-дни:

$$N_a T_d = N_{\text{раб}}^a T_{\text{раб}} + N_{\text{рем}}^a T_{\text{рем}} + N_{\text{прост}}^a T_{\text{прост}}, \quad (2.20)$$

где  $N_{\text{раб}}^a$  – количество автомобилей, выполняющих перевозки;  $T_{\text{раб}}$  – количество дней работы;  $N_{\text{рем}}^a$  – количество автомобилей, находящихся в ремонте;  $T_{\text{рем}}$  – количество дней нахождения автомобилей в ремонте;  $N_{\text{прост}}^a$  – количество автомобилей, находящихся в технологическом простое;  $T_{\text{прост}}$  – продолжительность нахождения автомобилей в технологическом простое;  
– коэффициент технической готовности, определяющий долю исправного (готового к эксплуатации) подвижного состава в парке и характеризующий его техническое состояние:

$$\omega_{\text{тех}} = \frac{N_{\text{т}}^a}{N_{\text{сп}}^a}; \quad (2.21)$$

$$\omega_{\text{тех}} = \frac{N_{\text{т}}^a T_{\text{т}}^a}{N_{\text{сп}}^a T_{\text{сп}}^a}, \quad (2.22)$$

где  $N_{\text{т}}^a$  – количество автомобилей, находящихся в готовом к выполнению перевозок состоянии;  $N_{\text{сп}}^a$  – списочный парк автомобилей;  $T_{\text{т}}^a$  – количество автомобиле-дней исправного состояния;  $T_{\text{сп}}^a$  – количество автомобиле-дней списочного состава;

– коэффициент выпуска, который характеризует долю парка подвижного состава, находящегося в эксплуатации (на линии), относительно календарного времени:

$$\omega_{\text{вып}} = \frac{N_{\text{э}}^a}{N_{\text{сп}}^a}; \quad (2.23)$$

$$\omega_{\text{вып}} = \frac{N_{\text{э}}^a T_{\text{э}}^a}{N_{\text{сп}}^a T_{\text{сп}}^a}, \quad (2.24)$$

где  $N_{\text{э}}^a$  – количество автомобилей, находящихся в эксплуатации;  $T_{\text{э}}^a$  – продолжительность эксплуатации парка подвижного состава (дней);

– коэффициент использования, характеризующий долю парка подвижного состава, находящихся в эксплуатации (на линии), относительно рабочего времени:

$$\omega_{\text{вып}} = \frac{N_{\text{э}}^a}{N_{\text{рб}}^a}; \quad (2.25)$$

$$\sigma_{\text{вып}} = \frac{\sum (N_k^a T_k^a)_j}{N_{\text{рб}}^a T_{\text{рб}}^a}, \quad (2.26)$$

где  $N_{\text{рб}}^a$  — количество автомобилей, выполняющих транспортную работу;  $N_k^a$  — количество автомобилей, пригодных для выполнения работы;  $T_k^a$  — продолжительность эксплуатации парка подвижного состава;  $T_{\text{рб}}^a$  — количество рабочих дней в году.

– пробег автомобиля – расстояние, проходимое единицей подвижного состава за определенный период времени, который распределяется на общий, производительный, непроизводительный, порожний, нулевой;

– продолжительность пребывания автотранспортных средств в наряде – суммарная продолжительность, включающая продолжительность работы подвижного состава на маршруте, на выполнение нулевого пробега;

– техническая скорость, которая учитывает только движение подвижного состава;

– эксплуатационная скорость, учитывающая дополнительно к скорости движения продолжительность простоя подвижного состава на выполнение погрузочно-разгрузочных работ;

– транспортная продукция – это перемещение груза; следовательно, производительность подвижного состава, количество груза, перевезенного в единицу времени определяют в тоннах и в тоннокилометрах. Для анализа эффективности подвижного состава используют такие показатели производительности, как часовая производительность и производительность в тонно-километрах на 1 т грузоподъемности автомобиля в определенный временной промежуток.

## 3 УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ

### 3.1 Методы принятия решений

**П**ринятие решения – это действие над множеством альтернатив, в результате которого получается подмножество выбранных решений. Процедура принятия решения включает следующие этапы: инициативу необходимости решения, описания проблемы, анализа ситуации, постановку задачи, анализа имеющейся информации, дискретизацию и комбинирования внешних условий, разработку альтернатив, проверки результатов, оформления решения. *Инициатива* по разработке решения может быть внешней (заказной) или внутренней, когда на основании собственных наблюдений приходят к убеждению, что нужно искать рациональный способ достижения поставленной цели. При этом цель может быть изначально известной и характеризоваться большим числом вариантов. *Описание проблемы* часто является достаточно понятным и нет необходимости подробно описывать саму задачу транспортного процесса.

Способ и пути решения проблемы определенным образом следуют из жизненного опыта иницилирующего лица. Для сложных или новых задач с однозначными параметрами необходима точная и подробная постановка задачи. *Анализ информации*, касающейся цели поставленной задачи, производится на основании значительного объема данных. *Дискретизация вариантов* решения может быть естественной или искусственной. Непосредственно с постановки задачи следует множество рациональных вариантов ее решения, из которых выбирают его оптимальное значение. Потом проводят *дискретизацию* задачи и рассчитывают её решения в первом приближении. Затем у этого приближенного решения формируют ряд более подробно дискретизированных альтернатив и с большей точностью приближаются к оптимальному решению. При дискретизации параметров внешних условий выбирают их представительные значения так, чтобы решаемая задача описывалась достаточно точно, но чтобы число значений параметра в интересах упрощения расчетов было меньше. Обычно используют средние и крайние значения параметров. Если возможные состояния параметра представляют многими значениями, то целесообразно исходить из равномерного деления диапазона изменения параметра (часто, как представительные значения выбирают середины интервалов). Желательная формулировка задачи получается из комбинации выбранных представительных значений, которые должны адекватно характеризовать рассматриваемый параметр внешних условий.



Так как число комбинаций принятия решений влияет на расходы, связанные с их реализацией, то из множества всех комбинаций следует выбирать такие сочетания, которые наилучшим образом характеризуют состояние исходных данных и изменение состояния транспортной системы или процесса. Отбор комбинаций должен удовлетворять следующим требованиям:

1) число значений параметра должно соответствовать его влиянию на результативность работы транспортных организаций или транспортной системы в целом;

2) сообщения о значениях параметров, оказывающих влияние на получение одинакового результата, не должны представляться в числе всех комбинаций многократно;

3) отбор должен быть в максимальной степени независимым от субъективного отношения разработчика решений;

4) те из выбранных сообщений, которые по характеру решаемой задачи маловероятны или носят затратный характер, должны быть исключены.

В практической деятельности используются *три формализованных метода отбора комбинаций параметров по принимаемым решениям*, что, несмотря на трудоемкость и высокий уровень затрат, позволяют в значительной степени избежать влияния субъективного фактора на процесс отбора оптимального решения.

В *первом* методе для множества значений параметров рассматривают многомерную область решений. В эту область вносят сферы одинакового и максимального возможного диаметра принимаемых решений. Центры сфер определяют выбор реализации параметров и одновременно сочетают исходные данные и принимаемые решения. Этот метод применяют для небольшого числа неопределенных параметров состояний транспортной организации. Обычно он используется при разработке решений по организации функциональной деятельности небольших частных транспортных организаций.

По *второму* методу внутри выбранной области предполагаемых решений располагают равномерную сетку, на которой выбирают заданное число узловых точек таким образом, чтобы расстояние их друг от друга была максимальной. Для отбора применяют теорию линейных кодов. Лучшим из решений будет соответствовать оптимальная линейная комбинация.

*Третий* метод формального отбора принимаемых решений основан на использовании метода Монте-Карло и метода классификаций [53]. По заданным определенным образом делениями параметра определяют статистически большое число точек в области неопределенности параметра принимаемого решения. Полученное множество точек разделяют на несколько групп и выбирают групповые «центры» так, чтобы среднеквадратичное расстояние между точками в группе было минимальным, а расстояния между центрами – максимальными. Для того чтобы сделать выбор между различ-

ными вариантами решения, необходимо оценить его последствия по однозначным правилам. Последствия принимаемого решения могут оцениваться с помощью различных шкал полезности, упорядоченности – интервальной и масштабной. С помощью номинальной шкалы множество последствий делит на подмножества. Такие шкалы применяют для простых временных решений, когда не ставится цель по достижению оптимального решения, а нужно найти только приемлемый вариант решения. Эта шкала часто состоит только из двух градаций. Иногда номинальную шкалу называют шкалой наименований или классификационной. Шкалы упорядоченности устанавливают между подмножествами, на которые разбивают множество результатов решения. При этом устанавливаются жесткие соотношения. Эти соотношения формулируют в форме аксиом линейности или полной упорядоченности, транзитивности и рефлексивности. Согласно аксиоме линейности, получив любую результативность работы транспортной организации, можно сделать следующие выводы: 1) хуже, чем; 2) не хуже, чем; 3) равноценный результат. Аксиомы транзитивности и рефлексивности рассмотрены ниже. Шкалы упорядоченности достаточные для принятия решения в задачах управления транспортной организацией с однозначными параметрами. В структуре шкал упорядоченности выделяют шкалы простого порядка, слабого порядка, частичного порядка. Интервальные шкалы устанавливают следующее: нет разницы в полезности одинаковой результативности; большая или меньшая разница; лучше, чем разница. Соотношение между разностями полезностей сохраняются, когда разность умножают на любую константу или составляют с ней. Название «шкала интервалов» подчеркивает, что в ней только интервалы имеют смысл действительных чисел и только над интервалами следует выполнять арифметические операции. Если сделать арифметические операции над самими отсчетами на шкале, забыв об их относительности, тогда есть риск получить бессмысленные результаты для транспортной организации (например, при отсутствии выручки выполнение количества ездов автотранспортных средств и др.). Если нужно сравнивать отношения полезностей, тогда последние нужно измерять в масштабной шкале. Эти шкалы говорят о равенстве или различия сумм или произведений рассматриваемых величин. Шкалы являются масштабными. Для универсальной и единственной смысловой возможности преобразований показаний на этой шкале используется абсолютная шкала. Она имеет и абсолютный ноль, и абсолютную единицу. Важной особенностью использования абсолютной шкалы является отвлеченность (безразмерность) и абсолютность ее единицы. Именно такие качества есть и в числовой оси. Числовая ось позволяет производить над своими показателями операции, недопустимые для показателей других шкал, а также использовать эти показатели для получения степени или аргумента логарифма расчетов.

## 3.2 Управление транспортными системами

### 3.2.1 Функции и уровни управления транспортными организациями

Механизм обмена услугами между сферами материального производства в современных условиях превратился в сложную, многотраслевою транспортную систему, характеризующуюся огромным количеством транспортных организаций, тесно взаимосвязанных друг с другом и обслуживающих многие тысячи объектов промышленности, сельского хозяйства и строительства, логистические центры, базы, терминалы, пассажирские вокзалы для обработки, хранения грузов, обслуживания пассажиров и багажа. Эта сложная система общественно-производственной деятельности людей, связанной с перемещением готового продукта из места производства в другое место, отдаленное от него. *Основными вещественными элементами этой системы являются:*

- пути сообщения разных видов транспорта с расположенными на них постоянными устройствами (здания, мосты, тоннели, путепроводы, гидроузлы и другие искусственные сооружения), средствами сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и связи. В совокупности они отнесены к категории «транспортная инфраструктура»;
- транспортные средства (транспортное средство) разных видов транспорта (локомотивы, вагоны, суда, самолеты, автомобили и т.п.);
- логистические терминалы, склады, логистические услуги;
- погрузочно-разгрузочные машины, механизмы и другие устройства, обеспечивающие транспортный процесс в пунктах отправления и назначения грузов, а также в местах их перевалки с одного вида транспорта на другой;
- материалы, топливо и электроэнергия, обеспечивающие работу средств тяги и подъемно-транспортных машин;
- промышленные предприятия по производству и ремонту транспортных средств и других устройств, необходимые для эксплуатации и содержания основных фондов транспорта в технически исправном состоянии (заводы по ремонту локомотивов, вагонов, самолетов, погрузочно-разгрузочных машин и другой техники).

Сами по себе перечисленные выше вещественные элементы не являются «производительными». Для приведения их в действие и получения специфической транспортной продукции (эффекта перемещения) необходимы физические усилия и знания человека, т. е. трудовые ресурсы. Поэтому основным содержанием процесса управления транспортными организациями является объединение, координация и обеспечение эффективного использования вещественных и трудовых элементов организаций транспорта. Это, в свою очередь, связано с выполнением ряда сложных процессов и операций,



без которых перевозка оказалась бы невозможной и которые выступают в качестве объектов управления.

Транспорт, его крупные подразделения и отдельные организации структурно могут быть представлены двумя подсистемами: *управляющей* и *управляемой* (рисунок 3.1).

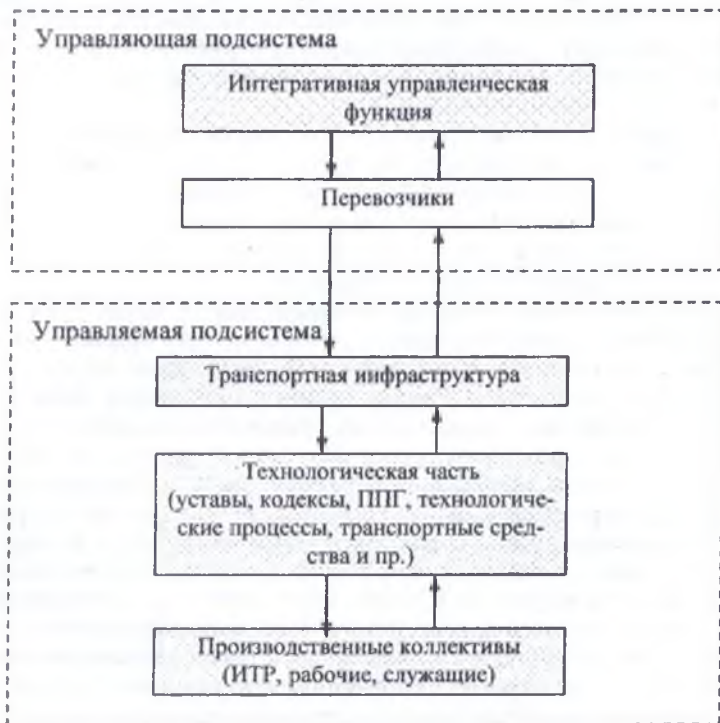


Рисунок 3.1 – Взаимодействие управляющей и управляемой подсистем

В соответствии с рисунком 3.1 функционально использованы **степени управления**:

первая – осуществляет интегративную «управленческую функцию» с объединением всех связей управления;

вторая – процесс организации перевозок и использования транспортных средств путём взаимодействия их владельцев и операторов, организующих перевозки грузов или пассажиров;

третья – эффективное использование транспортной инфраструктуры предусматривает наряду с инновационным развитием элементов транспорт-

ной инфраструктуры управление проектами её расширения и поддержание в технически исправном состоянии с высоким коэффициентом готовности;

четвертая – использование возможностей транспортного производства (технологическую функцию в широком смысле). В ней ясно видны внутренние блоки (части): *технический* (функционирующие постоянные устройства и транспортное средство) и *технологический* (в узком смысле) – совокупность или набор правил, определяющих последовательность операций и процессов, связанных с выполнением перевозок (правила перевозок грузов и взимания тарифов, технической эксплуатации транспорта, выполнения погрузочно-разгрузочных работ и др.).

Необходимым условием транспортного производства является тесная связь и взаимодействие технической и технологической частей (блоков) управляемой системы. Процесс перемещения собственно и есть соединение технической и технологической частей в функционирующий комплекс посредством приложения к ним «человеческих активностей» – физических усилий и знаний производственного персонала.

Допустим, что «соединение» произошло и транспортные средства пришли в движение. Но это движение еще нельзя назвать перевозочным процессом, даже если отправители готовы передавать грузы на транспорт, а последний -- их перемещать. Рассматриваемая подсистема, готовая стать управляемой, но еще не ставшая таковой, проявила бы способность к хаотическому, нецеленаправленному движению, разрозненным, единичным актам. Чтобы случайная комбинация движений стала целенаправленной, ее надо сделать скоординированной и целесообразной, а для этого к рассматриваемой подсистеме нужно подключить управляющую подсистему. Это и будет достаточным условием транспортного процесса – «продолжения процесса производства в пределах процесса обращения и для процесса обращения». Во-первых, по своей природе она является информационной, т.е. невещественной. Эта подсистема настраивает весь транспортный комплекс так, чтобы он обладал достаточной устойчивостью, управляемостью и был гармоничен, действовал целесообразно и развивался целенаправленно, посылая вещественно-трудовым элементам необходимую информацию. Во-вторых, она интегрирована, т.е. неоднородна, структурна, многомерна. В ней можно выделить два вида управления:

1) выполнение интегративной информационной функции:

– *руководство*, которое заключается в определении цели и критериев движения системы и представляет собой сложный неформализуемый процесс. Цель и критерии развития транспортной системы объективны и вытекают из перспективных стратегических целей высокого государственного уровня и особенностей текущего момента. Для транспортных министерств, их территориальных звеньев и отдельных предприятий источником выработки цели и критериев является внешняя среда;

– *планирование*, предполагающее выработку пути к достижению поставленной цели, при этом критерии используются в качестве рычагов, инструмента, обеспечивающих движение системы к намеченной цели;

– *организация* – действие, направленное на установление исходной структуры системы. Она выступает как часть планирования и как живая организаторская работа в ходе перевозочного процесса и в транспортной практике называется «оперативным управлением» или «оперативным планированием»;

– *управление* – это действие по изменению режима работы (структуры) системы, направленное на повышение ее производительности или качества выпускаемой продукции;

2) выполнение контрольно-распорядительных функций:

– *регулирование*, направленное на поддержание работы системы в заданном режиме в рамках установленной структуры. Иногда регулирование на транспорте рассматривается как часть оперативного управления;

– *контроль*, заключающийся в сравнении фактического движения системы с намеченной целью. Эту функцию иначе можно назвать функцией слежения (отображения, мониторинга). С ее помощью осуществляется реализация прямых и обратных связей в системе.

Контроль в системах управления часто понимается в: *широком смысле* – рассматривается как совокупность операций по сбору, передаче и обработке информации, необходимой для обеспечения нормального хода перевозочного процесса, включая общественный и ревизорский контроль, а также статистический, бухгалтерский и оперативный учет и отчетность; в *узком* – под ним обычно понимают проверку выполнения управленческих решений. Рассмотренные функции управления схематично представлены на рисунке 3.2.

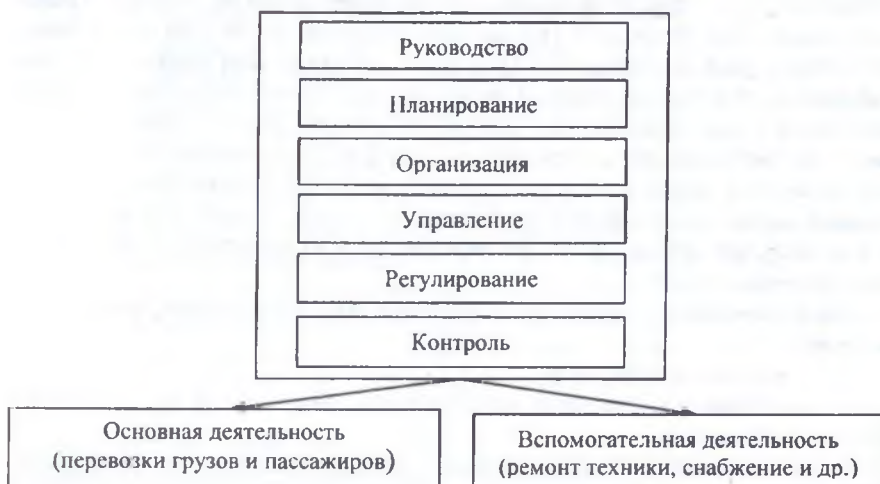


Рисунок 3.2 – Структура интегративной управленческой функции на транспорте



Система управления транспортными процессами носит иерархический (многоуровневый) характер. В ней можно условно выделить следующие уровни:

- общегосударственный (макрэкономический), являющийся высшим уровнем управления транспортом. Это уровень директивных государственных органов, прежде всего Совета Министров Республики Беларусь, определяющего основные направления социально-экономического развития страны и ее транспортной системы. Все самые важные вопросы транспортной политики, использования путей сообщения и транспортных средств в международных и внутренних сообщениях рассматриваются и решаются на этом уровне;

- отраслевой, который обеспечивает решение задач отраслевого значения в рамках Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Для этого в распоряжении министерства имеется центральный аппарат управления, а также научно-исследовательские, проектные и другие организации, с помощью которых выбираются наилучшие управленческие решения из имеющихся альтернатив;

- региональный, включающий транспортные объединения и отдельные предприятия, которые решают узкие технологические задачи и выполняют требования региональных властей. Здесь управленческие решения более высоких уровней переходят в конкретные организационно-технологические схемы в качестве ограничений.

На транспорте, как и в других отраслях материального производства, процесс управления расчленяют на ряд относительно самостоятельных, но связанных друг с другом функций, причем более детально, чем было изложено выше. Под функцией управления понимают те или иные виды управленческой деятельности (решения, действия или процессы), объединенные общностью цели. В функциях выражается содержание управленческого труда. Они которые делятся на общие (руководство, планирование, организация, регулирование и контроль) и специфические (характерные для данного вида деятельности и уровня управления). Отличительной чертой общих функций является их универсальный характер. Они имеют место на любом уровне управления, хотя их масштабы и глубина по уровням неодинаковы.

*Специфическими функциями управления транспортными процессами являются:*

- 1) планирование перевозок;
- 2) оперативное управление перевозочным процессом и регулирование хода этого процесса;
- 3) техническая и технологическая подготовка транспортного производства;

- 4) обеспечение безопасности движения поездов, судов, автомобилей, самолетов и других средств в транспортных сетях;
- 5) подбор, обучение, воспитание и расстановка кадров;
- 6) организация материально-технического обеспечения производств;
- 7) организация рабочего снабжения;
- 8) организация труда и заработной платы;
- 9) организация финансовой деятельности;
- 10) организация бухгалтерского учета и отчетности;
- 11) экономический анализ, совершенствование планирования и управления транспортным производством.

Управление транспортными процессами осуществляется в отраслевом и в территориальном аспектах. На всех видах транспорта, особенно на городском и технологическом (внутризаводские и межцеховые перевозки при отдаленном их размещении), территориальный аспект управления является весьма существенным при выборе вариантов перспективного развития транспортных сетей – строительстве железных и автомобильных дорог местного значения, размещении станций, вокзалов, ремонтного хозяйства, складов, а также при решении вопросов организационно-технологического характера.

### 3.2.2 Методы управления транспортными процессами

Системный подход является неотъемлемой частью диалектического метода. Понятия «системный», «диалектический», «комплексный» являются по существу адекватными. Существуют общие положения, которые необходимо учитывать при управлении транспортными процессами. Они носят принципиальный характер и сохраняют свою значимость для всех видов транспорта и уровней управления перевозочным процессом.

1 Для успешного управления транспортным производством надо хорошо знать объект управления – его современное состояние, историю и тенденции развития в изменяющейся социально-экономической и производственно-технологической среде. Объект управления рассматривается внутренне неоднородным (структурным), части и взаимосвязи которого изменчивы.

2 При современных масштабах и условиях производства эффективность производственной деятельности человека все более определяется организационным фактором, качеством управления, взаимодействием частей системы в процессе производства. Сущность взаимодействия всегда заключается в обмене веществом, энергией и информацией, а его количественной характеристикой служит интенсивность обмена (на транспорте она измеряется перевозочной способностью). Интенсивность обмена (производительность системы) определяется не только материальным (вещественным) наполнением системы, но и ее качеством – структурой. Поэтому управление всегда

направлено на улучшение структуры системы, повышение ее организационного уровня и, как следствие, производительности.

3 Критерии управления в транспортных системах объективны и не могут выбираться произвольно, их установление требует не формального акта, а содержательно-сущностного подхода на базе изучения закономерностей развития самого объекта.

4 Критерием оценки эффективности системы управления объектом может служить только практика, но не та, которая сложилась на сегодняшний день, а та, к которой должен выйти объект в своем развитии.

5 Знание внутренних возможностей транспорта и тенденций развития внешней среды позволяет сделать транспортную систему целенаправленно развивающейся с высокой эффективностью работы.

В управлении транспортом используется совокупность методов, которые опираются на действие объективных законов, определяющих социально-экономическую жизнь общества. Эффективная управленческая деятельность на транспорте невозможна без сознательного использования объективных экономических законов и принципов диалектики. Совокупность способов управления на транспорте можно представить состоящей из *экономических, административных* (организационно-распорядительных) и *социально-психологических* методов.

Один из возможных и наиболее надежных методов решения задачи управления транспортными процессами состоит в четкой постановке заданий каждому производственному звену транспортной организации и в определении дополнительных затрат при получении эффекта. Такой подход к решению управленческой задачи относится к *экономическим методам* управления транспортной деятельностью.

Ту же задачу можно решать по-другому. Например, если эффективность использования подвижного состава является низкой, то значительные его непроизводительные простои являются причиной нарушения установленной технологии, результатом низкой производственной и трудовой дисциплины. В этом случае руководитель организации может издать приказ, в котором будут указаны лица, виновные в систематических нарушениях технологии, и на них будут наложены определенные дисциплинарные взыскания, а также определены меры контроля, назначены ответственные за надлежащую организацию работы, указаны сроки выполнения приказа. Такой способ решения управленческой задачи можно отнести к *административным методам*. Речь в данном случае идет не о бюрократическом администрировании, а о научно обоснованном административном управлении.

Рассмотренная выше классификация методов управления условна, так как все методы тесно связаны между собой, дополняют и подкрепляют друг друга. Каждый организационно-правовой акт руководителя обычно сопровождается соответствующими воспитательными и экономическими метода-



ми. Поэтому выбор метода управления в каждом конкретном случае в значительной степени остается искусством, зависящим от организаторских и других способностей руководителя. Умелый подбор нужной комбинации мер и управленческих воздействий определяет успех дела. Сложные производственные и социальные задачи на транспорте в большинстве случаев решаются практическим путем, на основе комплексного применения разных методов управления.

Руководители часто недооценивают *методы социальной мотивации* и переоценивают мотивацию материальную, экономическую. Они забывают, что между материальным и моральным стимулированием, выступающими в качестве двух основных рычагов управления, нет «пропасти». Эти рычаги должны чередоваться, дополняя друг друга. Нельзя забывать непреложный закон диалектического метода, согласно которому «весь великий ход развития происходит в форме взаимодействия (хотя взаимодействующие силы очень неравны: экономическое движение среди них является самым сильным, первоначальным, решающим), что здесь нет ничего абсолютного, а все относительно». Основное содержание управления производством – руководство коллективом людей и его нельзя отождествлять с управлением машинами. Выбор методов управления и их эффективность во многом зависит от состояния управляемой производственной системы.

При решении управленческих задач на транспорте все шире используются *экономико-математические методы*, расширяющие возможности экономического анализа. Однако не следует забывать, что применение экономико-математических моделей и вычислительной техники оправдывает себя лишь при соблюдении определенных условий:

- предварительном глубоком и всестороннем анализе существа решаемой транспортной задачи, уяснении экономической природы рассматриваемых процессов и операций, точном определении исходных предпосылок и возможностей применения математического аппарата. Поиск путей решения задачи начинают не с изучения самого объекта, а с подбора готовых или получения новых математических зависимостей, которые не всегда адекватны реальным процессам или объектам. Несмотря на то, что математические модели обладают важными достоинствами, их применению должны предшествовать модели (научные концепции), сформулированные на обычном языке;

- обоснованном выборе способа решения задачи управления транспортной организацией с использованием математического аппарата (ветви прикладной математики, класса или типа экономико-математической модели).

Арсенал средств современной прикладной математики весьма широк, и одна и та же задача может решаться разными методами. Поскольку природа научного метода неотделима от содержания исследуемого объекта, при выборе класса или типа экономико-математической модели следует возможно



более полно учитывать требование адекватности модели и ее реального прототипа. Решение проектно-плановых задач в области транспорта без учета этого требования не может дать хороших результатов и обычно приводит к нахождению ложных оптимумов, что только дискредитирует идею применения в экономике точного математического инструмента.

Выбирая экономико-математическую модель, следует помнить, что сложность ее не должна превышать определенного уровня, так как всякая модель утрачивает смысл средства познания как в случае тождества моделей и прототипа, так и в случае большого различия между ними. Разумеется, независимо от выбора той или иной конкретной модели исходной предпосылкой моделирования является возможность и достаточность ее информационного обеспечения.

Одной из существенных особенностей транспортного производства является высокий динамизм протекающих в сетях процессов и их большая внутренняя связанность. Чтобы учесть эту особенность транспорта, модель должна обладать следующими свойствами:

- максимальным приближением к структуре и функциям исследуемых объектов (многоэлементность, дискретность, нелинейность, наличие обратной связи, определенная жесткость при сохранении гибкости на звеньях);
- универсальностью (возможность проверки большого числа гипотез и схем, независимость от особенностей каждого конкретного объекта);
- реверсивностью (обратимостью) модели, возможность решения на ее основе прямых и обратных задач;
- возможностью расширения экспериментальных ситуаций с добавлением усложняющих условий и параметров, поддающихся контролю и количественной оценке;
- возможностью разделения на более простые ситуации, необходимость рассмотрения которых часто возникает при решении конкретных практических задач с учетом одновременно причинно-следственных, пространственных и временных связей.

– умелым использованием выбранной модели и результатов моделирования. Соблюдение данного условия обеспечивается пониманием реальных возможностей математического аппарата, грамотным использованием выбранной моделью. Важно не только сделать выбор нужной модели, но и понимать логику и внутренний механизм ее действия. Компьютерная грамотность требует необходимого уровня математических знаний. Неслучайно при подготовке инженеров-экономистов видное место отводится математическим дисциплинам, и прикладной математике в частности.

Не следует, однако, забывать, что экономико-математический аппарат используется в экономических задачах как инструмент и имеет хотя и важное, но вспомогательное значение. Поэтому он должен всегда находиться в рамках, очерченных экономической теорией, быть одним из звеньев в об-

щей цели аналитических процедур. В противном случае возникает опасность превращения экономики в придаток прикладной математики. Такая перспектива малопривлекательна не только для экономики, но и для математики, сама сущность которой состоит в исследовании асимптотических, идеализированных ситуаций.

Существуют и другие усложняющие обстоятельства, в частности, сравнительно узкий спектр приложения экономико-математического инструментария с получением практически полезных результатов к сложным развивающимся объектам, каким является транспорт. Результаты моделирования во многих случаях, особенно в задачах на оптимум, следует рассматривать не как окончательный итог, а скорее как ориентир той сферы, в границах которой находится искомое решение. Переход от теории к практике не всегда является простым процессом.

### 3.2.3 Основы организации управления транспортной системой

Под управлением транспортной системой понимают осуществление совокупности действий, направленных на поддержание и улучшение функционирования транспортных объектов и процессов, которыми управляют в соответствии с целью и программой управления. Управление осуществляется путем реализации комплекса мероприятий: политических, социальных, административных, юридических, экономических и др. Управление транспортной системой требует обеспечения ее целенаправленного поведения при различных условиях работы, когда они меняются. Это достигается надлежащей организацией транспортной системы, под которой понимают ее структуру и способ функционирования. Если организация транспортной системы однозначно определена при ее создании, то управление ею сводится к обеспечению расчетных значений ее переменных параметров при отклонениях внешних условий и параметров системы от расчетных. В других случаях, когда компоненты транспортной системы и способы объединения их структурных элементов выбираются в зависимости от класса решаемых задач, выбор и формирование их структуры и способа функционирования являются задачами управления.

При формировании системы ее функциональные элементы, которыми управляют, объединяются в объекты управления. Совокупность управляющих элементов образует систему, которая выполняет функции управления. Обе части управления взаимодействуют посредством конечного числа информационных связей. Необходимое поведение транспортной системы достигается способом управления ее входными параметрами или независимыми от них координатами состояния – параметрами транспортной

системы, или совместно теми и другими. Процесс управления обычно состоит из двух тесно связанных этапов:

1) разработка программы управления (планирование), которая определяет необходимое поведение объекта управления;

2) непосредственная реализация программы управления. Этот этап часто называют регулированием функционирования транспортной системы или транспортного процесса, руководством и оперативным управлением.

Управление транспортной системой и процессами подвергается широкому и переменному воздействию внешней среды и сопряжено с необходимостью использования значительного объема технологической информации. Поэтому структура управляющей подсистемы строится по иерархическому принципу. В рационально организованной иерархической управляющей подсистеме рассматриваются основополагающие принципы:

- каждый уровень управления осуществляет функции управления организациями и транспортными процессами нижних уровней и одновременно управляется вышестоящим уровнем. Уровни информационно связаны между собой;

- информация, поступающая от объекта управления, движется в противоположном направлении – от нижних уровней к верхнему и при этом последовательно «сжимается». В нормальной ситуации более нижний уровень управления предстает перед высшим как «черный ящик», информирующий его только о результатах своей деятельности, но не о внутренних процессах, связанных с ее реализацией;

- чем самостоятельнее функционирует каждый уровень управления, тем большую часть информации, поступающей на этот уровень, он поглощает и относительно меньшую часть передает на следующий уровень. Самостоятельность каждого уровня управления в рамках компетенции и последовательное сжатие передаваемой между уровнями информации – *главные условия эффективности* многоуровневого управления;

- функционирование подсистемы управления транспортным процессом или системой как единого целого достигается по согласованию целей управления каждым ее элементом, и их совокупность сопоставляется и подчиняется с целями, определяющими результативность выполнения транспортного процесса или работы системы. Это означает, что иерархия управляющей подсистемы ставится в соответствие иерархии целей всей транспортной системы и транспортного процесса, обязательных для всех участников перевозок грузов и пассажиров.

Разработка программы управления, с какой бы степенью детализации её не запускали, охватывает лишь основные факторы, влияющие на поведение транспортного объекта. Она отображает некоторые идеализированные условия и ограничения, связанные с реализацией программы. Поэтому про-



грамма всегда базируется на математической трактовке связей между показателями, предусмотренными для транспортных организаций. Без этого их предварительный расчет вообще невозможен. В регулировании приходится учитывать бесконечное множество факторов и связей между ними. Иногда невозможно заранее оценить каждый из них и математическую трактовку связей между ними (для автоматизированного расчета). Поэтому решающее значение в регулировании приобретает принцип разработки управляющего решения, учитывающего отклонения фактического значения, независимо от причин, его вызвавших. Практическая реализация данного принципа осуществляется с помощью обратной связи (как правило, имеющего отрицательное значение). Различают три типа основных задач регулирования: стабилизация, программное регулирование и наблюдение. Цель стабилизации – поддержание заданного постоянного значения выходной величины объекта регулирования. Стабилизация осуществляется с помощью задаваемого регулятора. Программная регулировка обеспечивает изменение выходной переменной объекта управления в соответствии заданной производственной программе. Изменение выходной переменной может быть задана в виде функции времени или иного аргумента, например, интенсивности входного параметра транспортного объекта. Задачей системы регулирования является реализация этой программы при наличии тех или иных препятствий.

Наличие обратной связи не всегда является достаточным для обеспечения устойчивости управления транспортной системой или процессом. Запоздывание, инерция системы не могут быть должным образом учтены при выборе параметров обратной связи при управлении. Недостаточность априорной информации об их фактических значениях приводит к тому, что эффективно при определенных условиях обратная связь в управлении не может быть реализована, а устойчивость работы транспортной системы не может быть обеспечена (например демографическая ситуация влияет на объемы перевозок пассажиров по видам сообщений – разные возрастные группы выполняют различное количество поездок по периодам года). В таких случаях эффективным становится регулирование, при котором регуляторы обладают свойствами приспособления (адаптации) к характеристикам внешней среды, изменяющих внутренние характеристики самого транспортного объекта управления. Программа для такого регулятора формируется в виде цели управления и ограничений на переменные и параметры, а ее уточнения и корректировки при осуществлении изменяются самым регулятором с помощью широко развитых обратных связей. Адаптация положила начало созданию искусственных систем, которые имеют свойства приспособления к внешней транспортной среде. Такое приспособление достигается через обучение. Под обучением понимают накопление информации о ходе процессов регулирования в прошлом и ее использование

для совершенствования этого процесса на основе некоторого набора правил и стимулирования поведения системы. Необходимо учитывать, что управление транспортной системой или процессом всегда направлено на ограничение числа диапазонов изменения их переменных. Таким образом уменьшается разнообразие вариантов состояния транспортной системы. К этому сводится задача управления транспортной системой или процессом.

Большое значение при управлении транспортными системами и процессами имеет *управляемость* и *наблюдаемость*. Понятие управляемости и наблюдаемости специфические для оценки состояний транспортной системы. При классическом описании транспортных систем проблема управляемости и наблюдаемости не возникает. В записи уравнения состояния транспортной системы предполагается, что на транспортном объекте могут происходить другие процессы и существовать переменные, не доступные для наблюдения или те, что не поддаются управлению.

Проблему управляемости и наблюдаемости транспортной системы можно рассмотреть на следующем примере. Предположим, что динамическая система описывается вектором состояния  $Z(t)$ , вектора и входных  $X(t)$  и выходных  $Z(t)$  параметров состояния. Схема такой системы представлена на рисунке 3.3.

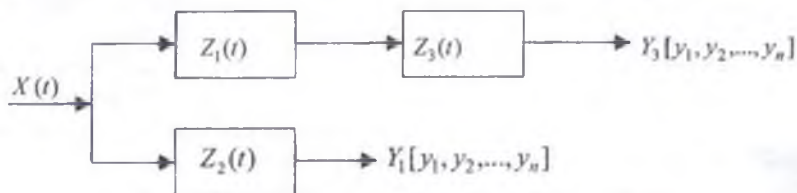


Рисунок 3.3 – Схема транспортной системы, которая не управляется, но наблюдаема

Из структуры системы видно, что значение других компонент вектора состояния системы нельзя определить на основе имеющихся о них сведений. При этом о выходном векторе можно сделать ясное представление, так как эти переменные не влияют на переменные состояния системы и по этой причине не включены в состав вектора выходного потока  $Y_3[y_1, y_2, \dots, y_n]$ . В итоге, рассматриваемая система не относится к тем, которые являются наблюдаемыми. Но если  $X(t)$  влияет на все переменные состояния системы, то система является также управляемой.

Аналогично встречаются системы, которые являются наблюдаемыми, но не управляемыми (рисунке 3.4). В них входной параметр  $X(t)$  влияет только на переменные состояний системы, но в данном случае нельзя влиять на внешние переменные как по входу, так и по выходу.

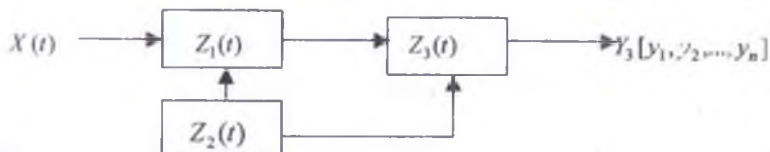


Рисунок 3.4 – Схема транспортной системы, которая управляется, но не наблюдаема

Учитывая изложенное, все системы можно разделить на четыре категории: 1) наблюдаемые и управляемые; 2) наблюдаемые, но не управляемые; ненаблюдаемые, 3) ненаблюдаемые; 4) ненаблюдаемые и неуправляемые. Игнорирование управляемости и наблюдаемости транспортных систем и процессов может привести к ошибочным выводам при организации транспортного процесса. Условия управляемости и наблюдаемости можно связать с видом матриц, описывающих транспортную систему или процесс.

В управлении транспортными системами и процессами большое значение имеет определение показателей функционирования систем управления ими. Разнообразный характер процесса управления требует выбора такого варианта, который обеспечивает максимальную эффективность управления и достижения поставленной цели наилучшим способом. Эта задача считается решенной при условии, когда существует количественная характеристика, позволяющая объективно оценить результаты управления. Такую характеристику называют показателями качества или эффективности управления. Выбор показателя качества управления диктуется назначением транспортной системы, целью и условиями ее функционирования, формирования и развития. Такой показатель задается как функция или функционал входных (выходных) переменных, параметров транспортных объектов управления и времени. Такую функцию часто называют целевой, потому что она дает количественную меру цели управления. При формировании транспортных объектов показатели качества функционирования могут использоваться с целью придания им определенных технологических или экономических характеристик. Это означает, что структуру транспортного объекта подбирают под некоторый оптимальный режим функционирования транспортной системы в целом.

Для оценки качества управления транспортной системой или процессом используются формальные показатели качества – совокупность принятых и разработанных количественных характеристик, которые позволяют оценить качество работы транспортных систем или исполнения транспортных процессов. Чаще всего используется интегральный показатель



$$Q(z) = \int_0^T f(z) dt, \quad (3.1)$$

где  $f(z)$  – функция переменных, характеризующих состояние транспортной системы.

По этому показателю в зависимости от вида функции  $f(z)$  можно получить оценку для различных частных случаев. Если  $f(z) = Q(z)$ , то интегральный показатель оценивает продолжительность переходного процесса

$$Q(z) = \int_0^T dt. \text{ При этом, если } f(z) = z(t), \text{ то погрешность переходного процесса}$$

в системе управления транспортной системой или процессом  $f(z) = |z(t)|$ , а интегральные показатели оценивают отклонения реального переходного процесса от желаемого на всем интервале времени управления. Если рассматривать погрешность перехода как степенную функцию  $f(z) = z^2(t)$ , то интегральный показатель, оценивающий качество переходного процесса состояния транспортной системы, может быть получен из выражения

$$Q(z) = \int_0^T z^2(t) dt. \quad (3.2)$$

Такой показатель называют *квадратичной погрешностью*. При действии в системе управления случайных состояний распространенным показателем качества является средняя квадратическая погрешность, которая является характеристикой возможных значений случайной величины относительно их среднего значения. Обычно при построении системы автоматического управления ставится задача минимизации рассмотренных интегральных показателей. Минимум этих показателей рассматривают как признак (критерий) оптимальности системы управления.

### 3.3 Эксплуатационные характеристики транспортных систем

Эксплуатация транспортной системы – это процесс ее использования по назначению и поддержание в технически исправном состоянии. Использование транспортной системы по назначению включает организацию ее эффективного функционирования. Поддержка транспортной системы в работоспособном состоянии включает техническое обслуживание, восстановление работоспособности (ремонт), поддержание технологических параметров, подготовка к работе и др. **Обеспечение работоспособного состояния транспортной системы** невозможно без четкой организации, то есть без перспективного планирования и управления. Для того, чтобы управлять процессом эксплу-

атации транспортной системы, необходимо предвидеть её возможные состояния в будущем, которые обеспечиваются научным прогнозированием. Прогнозирование включает предсказания расчетных характеристик (исходных данных) и текущих состояний транспортной системы.

*Динамика расчетных характеристик* транспортной системы зависит от структурных и функциональных её изменений, качественной эволюции. *Текущее состояние* транспортной системы определяется совокупностью значений её технических характеристик. В общем случае можно считать, что в процессе эксплуатации технические характеристики транспортной системы изменяются непрерывно, поэтому и состояний её может быть бесконечное множество. Но для качественной эксплуатации транспортной системы важно различать её состояния, соответствующие крайним или допустимым (предельным) значением технических и технологических параметров (характеристик). Такие крайние или допустимые значения технических характеристик соответствуют рабочему состоянию, отказу, состоянию технического обслуживания, сохранению работоспособности и возможности ускоренного восстановления. В данном случае под отказом работоспособности транспортной системы понимают событие, после которого она перестала выполнять (полностью или частично) свои функции.

Различают следующие *принципиальные схемы возникновения отказов*: мгновенных повреждений (перерыв выполнения транспортного процесса); изменений, которые накапливаются; релаксаций; действия нескольких независимых причин. Схема мгновенных повреждений объединяет случаи, когда отказ транспортной системы или ее элемента вызвано превышением нагрузки на нее более допустимого значения. Следует учитывать, что изменения накапливаются, а отказ происходит вследствие постепенного старения или износа элементов транспортной системы (инфраструктуры, транспортных средств). Типичными примерами таких отказов случаев коррозии железобетонных опор, фундаментов, металлоконструкций и др. Схема *релаксации* предусматривает те случаи, когда в результате постепенного накопления повреждений в элементах транспортной системы и ограничений исполнения транспортного процесса происходит скачкообразное изменение состояния. В качестве примера можно привести отказы, возникающие под воздействием циклических нагрузок (при эксплуатации автобуса). Здесь постепенное накопление повреждений может быть вызвано только косвенной причиной отказа. Накопление повреждений приводит к росту вероятности наступления отказа.

Важнейшими эксплуатационными характеристиками транспортной системы являются:

- *надежность* – свойство системы выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемой продолжительности в определенных условиях эксплуатации;

– *работоспособность* – состояние системы, при котором она способна выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации;

– *долговечность* – свойство транспортной системы сохранять работоспособность с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов до предельного состояния, оговоренного в технической документации;

– *сохранность* – свойство транспортной системы иметь обусловленные эксплуатационные показатели в течение и после сроков хранения и транспортировки, установленного в технической документации;

– *восстанавливаемость* – способность системы восстанавливать работоспособность в случае возникновения отказа;

– *ремонтпригодность* – свойство системы, заключается в способности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов в процессе технического обслуживания и эксплуатации;

– *ресурс* – продолжительность функционирования системы или объем работы, выполненный системой до предельного состояния;

– *срок службы* – продолжительность эксплуатации транспортной системы до момента возникновения предельного состояния. Различие между ресурсом и сроком службы обусловлено тем, что ресурс учитывает фактическую наработку транспортной системы, а срок службы – суммарную продолжительность работы и простоя по любым причинам.

В качестве количественных характеристик *надежности* используют:

– *вероятность безотказной работы* – количественный параметр, оценивающий вероятность отказа транспортной системы (продолжительность исправной работы по отношению к неисправной);

– *интенсивность отказов* – скорость появления отказов работы системы за единицу времени при условии, что отказы в работе системы до этого момента не возникли (расчетная величина);

– *наработка на отказ* – среднее значение наработки системы между отказами.

Работа транспортной системы делится на три основных периода: 1) приработки; 2) нормальной эксплуатации; 3) старения, отсутствия потребности и износа (полностью или отдельных элементов). В период приработки наблюдаются повышенные значения отказа. Затем интенсивность отказов существенно снижается и держится на минимальном значении, обусловленном вероятностью внезапных отказов. Минимальный уровень интенсивности отказов характерен для периода нормальной работы системы. По истечении этого периода начинает влиять фактор старения, и появляются отказы (для транспортных систем характерно снижение эффективности работы), интенсивность которых со временем монотонно нарастает.



Для количественной оценки надежности учитывают, что случайное количество отказов в работе системы (элемента системы) за рассматриваемый промежуток времени  $t_\phi$  меньше заданного или допустимого значения  $n_{\text{отк}}$ . Вероятность появления количества отказов

$$P(n_{\text{отк}}, t_\phi) = P_n(t_\phi) - P_{n+1}(t_\phi), \quad (3.3)$$

где  $P_n(t_\phi)$  – вероятность того, что за период  $t_\phi$  возникнет ожидаемое количество отказов;  $P_{n+1}(t_\phi)$  – вероятность того, что за период  $t_\phi$  возникнет количество отказов, превышающее ожидаемую величину.

Более универсальной характеристикой транспортных систем (особенно в сфере пассажирских перевозок) является среднее количество их отказов, происходящих до определенного момента, которое называют функцией восстановления работоспособности системы. Для поддержания надежности транспортной системы на должном уровне выполняются мероприятия, цель которых предупредить случаи появления отказов в процессе выполнения ими рабочих функций (перевозочного процесса). В состав мероприятий включают: проверку через определенные интервалы времени состояния работоспособности системы; замену некоторых элементов системы (по мере наступления периода их ненадобности или неработоспособности, возможного обновления); регулирования параметров и устранения выявленных или ожидаемых отказов.

Вероятность безотказной работы системы при постепенных изменениях её параметров возрастает в условиях, при которых выход их значений за допустимые пределы не всегда удается предотвратить с помощью существующих методов обслуживания и прогнозирования отказов. Для этого разрабатывается определенная стратегия обслуживания элементов системы, важным из которых является резервирование работоспособности.

Под резервированием работоспособности транспортной системы понимают создание в её конструкции *избыточности (резерва)*, что позволяет из менее надежных элементов сформировать надежную систему. Избыточность может быть структурной, функциональной, ресурсной. Для этого используют параллельное соединение нескольких одинаковых элементов в транспортной системе, дополняющих друг друга. Функциональное резервирование допускает использование способности элементов выполнять дополнительные и аналогичные функции. Резервные элементы транспортной системы могут быть загруженными или незагруженными. Если есть два элемента системы, включенные параллельно в функциональную деятельность (перевозочный процесс) с одинаковой интенсивностью отказов, то средняя наработка на отказ такой системы будет в разы выше, чем при отсутствии загруженного резерва. В данном случае при отказе одного из двух элементов замену его не выполняют, то есть система работает, пока не от-

кажет и второй элемент. Если элемент, который отказал, немедленно заменяют, в то время как другой элемент находится непрерывно в работе, то при этом могут быть созданы системы со средней наработкой на отказ (наглядным примером может служить замена подвижного состава при наличии его неисправности, увеличении или уменьшении пассажиропотока, при других условиях перевозки). Очень важно достичь правильного соотношения между временем обслуживания и наработкой системы на отказ. Для этого необходимо знать среднее время обслуживания, которое зависит от отказов системы при выполнении перевозочного процесса и от отказов элементов в резервированных подсистемах. Эффективность резервирования работоспособности транспортной системы или процесса характеризуется отношением

$$\rho_{нд} = \frac{\Delta f(p_{нд})}{\Delta \phi_{нд}}, \quad (3.4)$$

где  $\Delta f(p_{нд})$  – выигрыш надежности по вероятности появления отказа,

$$\Delta f(p_{нд}) = \frac{1 - p_{нд}}{1 - p_{нд}^{изб}}; \quad (3.5)$$

$\Delta \phi_{нд}$  – увеличение стоимости эксплуатации транспортной системы или выполнения транспортного процесса;  $p_{нд}$  – вероятность безотказной работы основных элементов транспортной системы или выполнения перевозочного процесса;  $p_{нд}^{изб}$  – вероятность безотказной работы дополнительных (избыточных) элементов транспортной системы.

С учетом технологических или функциональных параметров транспортной системы определяется оптимальное управление транспортными процессами.

### 3.4 Оптимальное управление транспортными процессами

Организация оптимального планирования и управления транспортными процессами в системах аналогичного свойства предусматривает использование методов динамического и линейного программирования, статистических исследований, сетевого планирования и др. Для формального описания моделей транспортных процессов используют математический аппарат теории управляемых случайных процессов, теории восстановления, минимаксные методы, правила прекращения наблюдений.

В рамках теории случайных процессов для описания моделей профилактики широко используют марковские и полумарковские процессы. В области транспортной деятельности случайный процесс является марковским, если все вероятностные его характеристики в будущем зависят только от того, в каком состоянии этот процесс находится в данный момент времени, и не зависят от того, каким образом этот процесс протекал в прошлом (независимость после-

действия). Такой процесс называют случайным без последствия. Если случайный марковский процесс имеет не непрерывный, а дискретный характер переходов из одного состояния в другое (выполнение функций начально-конечных транспортных операций), то он называется **марковской цепью**, или **процессом с дискретным временем**. При их описании основными являются понятия состояния и перехода транспортного процесса из одного состояния в другое. Возможные состояния транспортного процесса могут быть изображены с помощью графов состояний. Вероятности перехода их из одного состояния в другое представляют обычно в виде матриц переходных вероятностей. В общем виде для марковской цепи с состояниями  $z_1(t_n), z_2(t_n), z_3(t_n)$  переходные вероятности состояний транспортной системы могут быть записаны в матричной форме:

$$P_{\text{пер}} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} \end{bmatrix}, \quad (3.6)$$

или в общем виде  $P_{\text{пер}} = \|P_{ij}\|$ .

Интервал времени между соседними переходами состояний системы называют **шагом**, который записывается выражением  $T_{\text{пер}} = \|\tau_{n,j}\|$ . Оно представляет матрицу вероятностей переходов из одного состояния в последующие  $P_{\text{пер}} = \|P_{ij}\|$ . При этом

$$P_{\text{пер}} \|P_{ij}\| = \|P_{\text{пер}} \{\tau_n(i, j)\}\|, \quad (3.7)$$

Следует отметить, что каждому ненулевому элементу матрицы соответствует свое распределение. Что касается **полумарковских процессов**, то, сохраняя основное марковское свойство – не иметь последствия, они имеют более общий характер, чем обычные марковские процессы. В частности, распределение времени  $\tau_n(i, j)$  переходов транспортной системы из одного состояния в другое может быть произвольным. Кроме того, допускаются случаи, когда  $P_{\text{пер}} = 0$ , то есть система или ее элемент могут возвращаться в то же состояние, причем такой переход длится по времени  $\tau_n(i, j)$  с функцией распределения в зависимости от времени  $F_{\text{пер}}(\tau_{n,j})$ . Тогда полумарковский процесс может быть представлен одной матрицей состояний  $Z_{\text{пер}}(\tau_n)$  вместо двух  $P_{\text{пер}}(\tau_{n,j})$  и  $F_{\text{пер}}(\tau_{n,j})$

$$Z(\tau_{n,j}) = \|z_{ij}(\tau_{n,j})\|, \quad (3.8)$$

где  $z_{ij}(\tau_{n,j})$  – исходное состояние системы, от которого определяется, как процесс перейдет за один шаг в другое состояние с вероятностью  $Z(\tau_{n,j}) = P_{ij} F_{ij}(\tau_{n,j})$ .



Полумарковские процессы являются очень удобным аппаратом для формализованного описания моделей профилактики. Примерами полумарковских процессов могут быть изменения состояний:

- по схеме: работа – ремонт (профилактика, техническое обслуживание) – работа;
- по возрасту с мгновенным восстановлением, при котором возможна реализация перевозочного (транспортного) процесса.
- при профилактике по возрасту: работа – ремонт при отсутствии отказа (ремонт после отказа) – работа;
- однородном процессе с непрерывным временем;

Для описания динамики вероятностного процесса переходов из состояния в состояние могут быть использованы диаграммы интенсивностей переходов и дифференциально – разностные уравнения А.Н. Колмогорова. В качестве примера можно рассмотреть граф состояний парка автобусов, к которому можно свести пребывание автомобилей в сменный и межсменный периоды времени (рисунок 3.5).

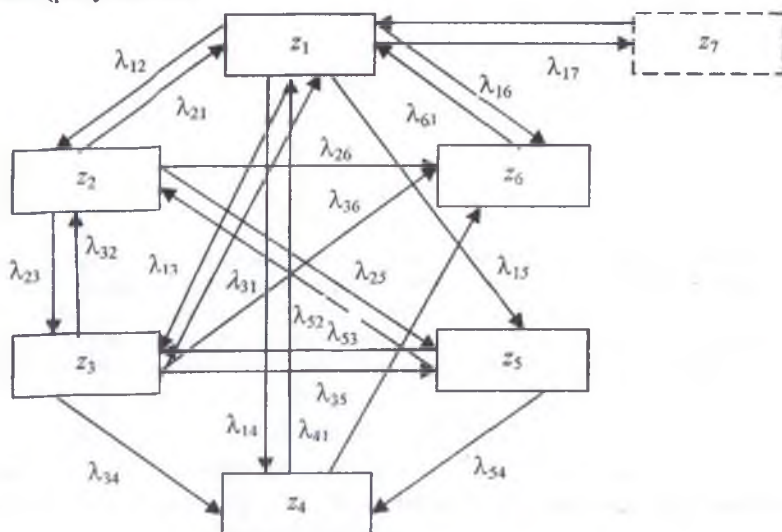


Рисунок 3.5 – Обобщенный граф состояний парка автобусов:

$z_1$  – работа на линии;  $z_2$  – продолжительность нахождения на ТО-2;  $z_3$  – проведение текущего ремонта;  $z_4$  – проведение капитального ремонта;  $z_5$  – наличие в простое по организационно-техническим причинам;  $z_6$  – нахождение в простое по организационным причинам;  $z_7$  – ТО-1 в межсменное время

Из приведенного рисунка видно, что если в заданный момент времени автобус находится в известном состоянии, то через промежуток он может оказаться в любом из семи состояний с определяемой вероятностью, т.е. остаться в том же состоянии или перейти в каждый из шести.

При эксплуатации транспортных систем осуществляются мероприятия, приводящие к нарушению естественного хода случайного процесса. В результате случайный процесс может превращаться в управляемый. С учетом вышесказанного может быть рассмотрена оптимизация управленческих решений. При этом под управленческим решением понимается предписание к действию, а под принятием решения – выбор лучшего из возможных вариантов или альтернатив.

Управление на транспорте распространяется на функционирующий персонал, транспортную технику и технологию, поэтому оно прямо или косвенно связано с выбором путей и способов улучшения транспортного производства, повышением эффективности использования производственного и служебного персонала, технических средств, совершенствования технологических процессов. Необходимо отметить, что сфера управленческих решений обширна, разнообразна и сложна. Эти решения многоплановы и тесно переплетаются с трудно разрешимыми общечеловеческими проблемами социального, национального, морально-этического и психофизиологического характера. Из-за отсутствия единого критерия их трудно поставить на строго математическую, количественную основу. При этом выбор решений по использованию технических средств транспорта и совершенствованию технологии перевозочного процесса значительно проще. Существует обширная область вопросов преимущественно производственного характера, где возможен выбор решений на достаточно строгой научной основе. К таким решениям, прежде всего, относятся различные проектно-плановые решения. С ними повседневно имеют дело руководители транспортных организаций на всех уровнях управления транспортной системой. Основную трудность в принятии оптимального решения многие видят в охвате большого количества теоретически возможных вариантов, предполагая почти неограниченную свободу выбора. Серьезные ограничения налагают факторы политического, социального, морально-этического и другого характера.

Принудительная альтернатива в управлении транспортными системами – это чаще всего та реальная форма, в которой происходит принятие управленческих решений. Основная сложность выбора оптимального решения состоит не в преодолении множественности альтернатив, а в осознании решения, единственно верного в данном конкретном случае, с охватом возможно большего количества требований практики, часто выходящих далеко за пределы рассматриваемого объекта.

Гарантией оптимальности управленческого решения может служить уверенность в том, что принимаемое решение имеет качественные параметры: оно реализуемо; учитывает весь комплекс экономических, социальных, психологических и других требований; позволяет эксплуатировать транспортный объект в режиме высшей результативности; обеспечивает гармоничное развитие его в перспективе.

Для достижения эффективности управленческих решений используются методы экономической оптимизации управленческих решений. Следует учитывать, что эффективное использование каждого вида транспорта и транспортной системы в целом определяется единством ритма и слаженностью работы железнодорожных станций и участков, морских и речных портов, аэропортов, технологического и городского транспорта. Все большее значение при этом приобретает экономическое обоснование принимаемых решений, **повышение эффективности капиталовложений**, обеспечение наибольшего прироста продукции на каждый затраченный рубль. Показателем эффективности капиталовложений в транспортную отрасль может считаться коэффициент рентабельности, который является критерием так называемой абсолютной эффективности. В практике рассмотрения управленческих решений на транспорте чаще всего прибегают к сравнительной, а не к абсолютной оценке. Выбор оптимального решения обычно производится методом сравнения вариантов по величине срока окупаемости капиталовложений и индексу доходности.

В рыночных условиях эффективность капиталовложений отдельных организаций и отраслей хозяйства, в том числе транспортных, определяется показателями рентабельности. Рентабельность измеряется отношением годовой прибыли к стоимости производственных фондов (основного и оборотного капитала), а не к величине эксплуатационных расходов, как практиковалось ранее. Это поощряет предприятия более интенсивно использовать имеющиеся производственные мощности и не делать излишних капиталовложений. Напомним, что на транспорте нет расходов на сырье, и как следствие, удельный вес оборотных средств невелик (менее 2 %), чем и обуславливается особая значимость основных производственных фондов (основного капитала). Вместе с тем известно, что рентабельность не является универсальным показателем эффективности транспортного обслуживания.

Специалистам часто приходится сталкиваться с вопросами распределения перевозок между видами транспорта. При этом следует помнить, что взаимозаменяемость продукции транспорта условна и сравнение обычно производится по вариантам, обеспечивающим получение продукции разного качества. Выбор варианта, таким образом, является одновременно и вы-



бором качества, вида продукции. Здесь трудно дать какие-то универсальные, исчерпывающие рекомендации, как и невозможно по одному критерию на все случаи жизни предопределить выбор того или иного варианта. Принятие решения зависит от конкретных условий перевозок и развития транспортной сети. Наряду со стоимостными показателями, здесь также важны и экологические требования, условия труда и жизни населения, безопасность движения. Известно, что в отдельные периоды или в отдельных районах страны важную роль при выборе вариантов транспортного освоения играют потребность в рабочей силе, в дефицитных видах топлива, оборудования и другие натуральные показатели. Эффективность проекта характеризуется системой показателей, отражающих соотношение затрат и результатов применительно к интересам его участников. Различаются следующие показатели эффективности инвестиционного проекта:

- *коммерческой (финансовой)*, учитывающей финансовые последствия реализации проекта для его непосредственных участников;

- *бюджетной*, отражающей финансовые последствия осуществления проекта для центрального, регионального и местного бюджета;

- *экономической*, учитывающей собственные затраты, кредиты банков и иных финансовых учреждений. Для крупномасштабных (существенно затрагивающих интересы города, региона или всей страны) проектов рекомендуется обязательно оценивать экономическую эффективность.

Оценка предстоящих затрат и результатов при определении эффективности инвестиционного проекта осуществляется в пределах расчетного периода, продолжительность которого (горизонт расчета) принимается с учетом:

- продолжительности создания, эксплуатации и (при необходимости) ликвидации объекта;

- чистого дисконтированного дохода (ЧДД) или интегрального эффекта;

- индекса доходности (ИД);

- внутренней нормы доходности (ВНД);

- срока окупаемости;

- средневзвешенного нормативного срока службы основного технологического оборудования;

- достижения заданных характеристик прибыли (массы и/или нормы прибыли и т.д.);

- требований инвестора.

Ни один из перечисленных критериев сам по себе не является достаточным для принятия проекта. Решение об инвестировании средств в проект должно приниматься с учетом значений всех перечисленных критериев и интересов всех участников инвестиционного проекта на транспорте. Важную роль в этом решении должна играть также структура и распределение во времени капитала, привлекаемого для осуществления проекта, а также другие факторы:

- средства, выделяемые для прямого бюджетного финансирования проекта;
- кредиты центрального, региональных и уполномоченных банков для отдельных участников реализации проекта, выделяемые в качестве заемных средств, подлежащих компенсации за счет бюджета;
- прямые бюджетные ассигнования на надбавки к рыночным ценам на топливо и энергоносители;
- выплаты пособий для лиц, остающихся без работы в связи с осуществлением проекта (в том числе при использовании импортного оборудования и материалов вместо аналогичных отечественных образцов);
- выплаты по государственным ценным бумагам;
- государственные, региональные гарантии инвестиционных рисков иностранным и отечественным участникам.

По результатам выполнения перечисленных критериев составляется модель оптимизации управленческих решений, к которой предъявляются следующие требования:

- полнота и реальность (максимальное приближение к структуре и функциям исследуемых объектов – многоэлементность, дискретность, нелинейность, наличие обратной связи, определенная жесткость при наличии гибкости в звеньях);
- универсальность (возможность проверки большого числа гипотез и схем, независимость от особенностей каждого конкретного объекта);
- реверсивность (обратимость модели);
- возможность расширения экспериментальных ситуаций с добавлением усложняющих условий и параметров, поддающихся контролю и количественной оценке;
- возможность расчленения системы или процесса на более простые ситуации, необходимость рассмотрения которых часто возникает при решении конкретных практических задач.

Задается условие целенаправленности – преемственность в принципах и методах управления, что обеспечивается системой сквозных, взаимоувязанных планово-проектных решений, разработкой комплексных программ и применением программно-целевого метода планирования. Учитывая сложность и исключительную важность этой задачи, для ее практического решения необходимо участие больших научных коллективов, работников проектных организаций, железных дорог, пароходств, портов.

Задача работников транспорта – оформить организационно и конструктивно образование согласованно работающих комплексов на всех важнейших направлениях перевозок. Это потребует более тесной увязки научных исследований, проектных работ и эксплуатационной практики.

### 3.5 Особенности транспорта как объекта управления

#### 3.5.1 Структурно-функциональная характеристика транспорта

Транспорт не только осуществляет перевозки в сфере обращения, но и обслуживает непосредственно само производство, работая внутри предприятий. Поэтому как вид хозяйственной деятельности (перемещение вообще) его можно представить системой, состоящей из двух подсистем: транспорта общего и необщего пользования (рисунок 3.6). Транспорт общего пользования и есть транспорт сферы обращения, перемещающий различные виды продукции между производителями и потребителями. Только он, строго говоря, может рассматриваться в качестве специфической, как правило, коммерческой и самостоятельной сферы материального производства.

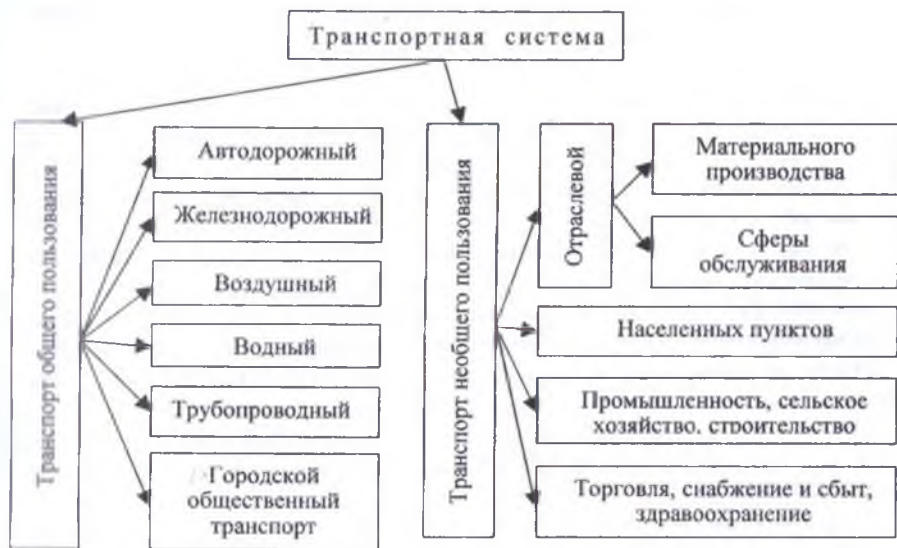


Рисунок 3.6 – Структурно-функциональная характеристика транспорта как межотраслевого комплекса

Транспорт организаций и частных лиц перемещает сырье, материалы и другие виды еще не поступившей в сферу обращения продукции, а также грузы и производственный персонал внутри предприятий промышленности, сельского хозяйства, строительства, торговли, снабжения и др. Эта часть транспорта как вида деятельности может быть названа технологическим «внутрипроизводственным» транспортом, а промышленный транспорт является его составной частью. Технологический транспорт выполняет свои



функции на стадии производства, работая, как правило, в составе того предприятия, которое он обслуживает. Поэтому технологический транспорт в целом не может рассматриваться в качестве самостоятельной отрасли материального производства.

Каждая из двух подсистем, в свою очередь, характеризуется внутренней структурой. В состав транспорта общего пользования входят железнодорожный, морской, речной, автомобильный, воздушный и трубопроводный (магистральный) виды транспорта. Поскольку объектом транспортирования могут быть не только люди и предметы труда, но и энергия (эквивалентная определенному количеству топлива), то иногда к транспорту общего пользования относят и линии электропередач.

В соответствии с задачами экономического анализа транспорт общего пользования можно подразделить:

- на *универсальный* (например, железнодорожный, водный, автомобильный, воздушный) и *специализированный* (трубопроводный, линии электропередач);
- *внутренний* (осуществляет перевозки внутри страны) и *внешний* (обычно морской, выполняющий перевозки не только внутри страны, но и за границу);
- *круглогодичный* (железнодорожный, автомобильный и др.) и *сезонный* (внутренний водный, морской);
- *магистральный* (под ним понимается транспорт общего пользования) и *нзмагистральный* (промышленный транспорт).

Каждый вид транспорта обладает характерными для него технико-экономическими и другими особенностями, которые могут быть охарактеризованы *системой показателей*, существенных в управленческом аспекте. Эти показатели условно можно объединить в три группы:

1) *техничко-эксплуатационные* – пропускная и провозная способность коммуникаций; скорость доставки грузов; регулярность перевозок; безопасность движения и т. п.;

2) *натурально-вещественные* – трудоемкость на единицу транспортной продукции; удельная потребность в топливе и электроэнергии (энергоемкость); потребность в металле и других материалах (материалоемкость);

3) *стоимостные* – текущие эксплуатационные расходы (себестоимость перевозок); потребные капиталовложения; необходимые оборотные средства (с учетом грузов, находящихся в процессе перевозок); потери и другие непроизводственные расходы в связи с утратой, порчей и повреждением грузов в процессе перевозок.

При управлении транспортной системой возникают вопросы выбора вида транспорта или способа транспортирования в условиях, когда необходимая нормативно-справочная информация отсутствует и выполнить экономические

обоснования не представляется возможным. В этом случае при решении управленческих задач целесообразно учитывать **техничко-экономические особенности каждого вида транспорта:**

– **железнодорожный:** *универсальность, высокая провозная способность и регулярность (всепогодность) перевозок.* При средней грузо-напряженности железных дорог страны в дореформенный период на уровне 25–27 млн т·км на отдельных направлениях она достигала 90 млн т·км в год и более. Скорость доставки грузов в среднем составляет 260–270 км/сут, при маршрутных перевозках – 350–370 км/сут. Экономическая эффективность железных дорог во многом зависит от объема перевозок, и поэтому железные дороги строят при больших потоках массовых грузов, измеряемых миллионами тонн в год, с устойчивыми темпами их прироста во времени. Железные дороги эффективно обслуживают пригородные зоны крупных городов, отрасли обрабатывающей и добывающей промышленности, осуществляют связи между городами и промышленными центрами страны. Наряду с преимуществами имеется ряд *недостатков* железнодорожного транспорта: 1) большой расход металла на строительство и капитальный ремонт железных дорог (на строительство 1 км однопутной железнодорожной линии затрачивается 130 т стали); 2) значительная фондоемкость (высокая стоимость железнодорожной инфраструктуры, подвижного состава, системы управления перевозками); 3) большой объем использования металлических конструкций при производстве подвижного состава и комплектующих частей для него; 4) продолжительные сроки доставки грузов и пассажиров на короткое расстояние до 500 км (железнодорожным транспортом в 2–3 раза выше, чем автомобильным). *Сфера применения:* 1) перевозка грузов и пассажиров на дальние (до 5000 км) и сверхдальние (более 5000 км) расстояния; 2) использование для массовых перевозок пассажиров во внутригородском сообщении (трамваями, метро, внутригородскими железнодорожными линиями); 3) перевозка массовых грузов (строительных материалов, угля, нефтепродуктов);

– **водный:** *морской* – наличие естественного глубоководного пути, отсутствие ограничений и грузоподъемности транспортного флота, малая энергоемкость – основные преимущества морского транспорта. Достаточно высока средняя продолжительность навигации (в условиях морей России – около 330 сут). Скорость доставки грузов не ниже, чем на железных дорогах (350–550 км/сут). Средняя себестоимость перевозок грузов морским транспортом ниже, чем железнодорожным. Она существенно зависит от вида плавания, рода груза и дальности перевозок. При линейном судоходстве на больших рейсах себестоимость перевозок грузов снижается, а в малом каботаже увеличивается в 2–3 раза. Существенное влияние на себестоимость оказывает тип используемого флота и организация перевозок. Играет глав-

ную роль во внешнеэкономических перевозках между континентами. *Речной* вид транспорта обладает теми же достоинствами, что и морской, но с существенными ограничениями: сезонность работы, необходимость поддержания гарантированных глубин, извилистость судового хода. Средняя продолжительность навигации на реках – около 200 сут. Скорость доставки грузов речным транспортом в ряде бассейнов не ниже железнодорожной (280–300 км/сут). Себестоимость перевозок грузов в среднем близка к себестоимости перевозок железнодорожным транспортом. *Недостатки* водного транспорта: 1) ограничения навигации в зависимости от сезона года (зима – лето); 2) несовпадение направления рек с основными грузопотоками, что увеличивает расстояние перевозки по сравнению с другими видами транспорта; 3) низкая скорость доставки грузов; 4) большой объем использования металлических конструкций при производстве подвижного состава. *Сфера применения*: 1) перевозка массовых грузов на средние и дальние расстояния; 2) выполнение круизных туристических путешествий; 3) использование на пригородных пассажирских линиях, где другие виды транспорта исключены;

– *автомобильный*: высокая маневренность, возможность прямой доставки грузов “от двери до двери” и сравнительно высокая скорость доставки грузов – 350–400 км/сут и более. Средняя себестоимость перевозок грузов в 20–25 раз выше железнодорожной. При перевозке грузов в автопоездах по хорошим дорогам она снижается в 2–3 раза. Производительность труда на автомобильном транспорте самая низкая – до 120–150 тыс. приведенных т·км на одного работника. Ограниченная грузоподъемность транспортных единиц, высокая энерго- и трудоемкость перевозок, недостаточно высокая регулярность перевозок и их безопасность – специфические особенности автомобильного транспорта. Несмотря на это, автомобиль остается незаменимым при внутригородских и пригородных перевозках, а также как технологический вид транспорта на предприятиях промышленности и сельского хозяйства. Повышается роль автотранспорта при перевозке грузов внешней торговли. *Недостатки*: 1) высокий уровень негативного воздействия на окружающую среду (загрязнение воздушной среды выхлопными газами); 2) зависимость от метеоусловий (при плохой погоде замедляется или прекращается движение автотранспортных средств, наличие ограничений по осевой нагрузке на движение автотранспортных средств по выделенным автомобильным дорогам или периодам суток, что увеличивает продолжительность доставки грузов); 3) высокие затраты на строительство и эксплуатацию автомобильных дорог; 4) повышенный удельный расход топлива на тонну перевозимого груза или пассажира; 5) зависимость от ограничений по классу подвижного состава; 6) высокий уровень аварийности при движении. *Сфера применения*: 1) перевозка грузов и пассажиров на корот-



кие расстояния; 2) развоз продуктов питания и промышленных товаров между базами и торговыми предприятиями; 3) подвоз – отвоз грузов от предприятий к объектам транспортной инфраструктуры других видов транспорта (к железнодорожным станциям, речным и морским портам); 4) перевозка пассажиров во внутригородском и пригородном сообщениях; 5) перевозка грузов, следующих мелкими партиями; 6) перевозка грузов при использовании интермодального транспорта (на морских пароммах, железнодорожных платформах);

– воздушный: наличие естественной среды, играющей роль «транспортного коридора», высокая скорость доставки грузов и пассажиров в любые, самые отдаленные точки суши. Себестоимость перевозок грузов на воздушном транспорте в 60–70 раз выше железнодорожной. Себестоимость пассажирских перевозок в 10–12 раз ниже грузовых (перевозка 1 пассажира с ручным багажом при общей массе 90 кг приравнивается к 1 т груза). Средняя скорость перевозок на воздушном транспорте составляет около 400 км/ч (в поршневых самолетах – до 300 км/ч, турбореактивных – 800–900, сверхзвуковых – до 2500 км/ч). *Недостатки:* 1) ограничения полетов по метеоусловиям; 2) высокая себестоимость перевозки; 3) высокая энергоемкость – большой удельный расход топлива; 4) сильное загрязнение окружающей среды; 5) высокая аварийность и тяжелые последствия аварий (полная утрата груза и гибель пассажиров); 6) ограниченность габарита и веса перевозимых грузов. *Сфера применения:* 1) перевозка пассажиров и срочных, особо ценных грузов на средние и дальние расстояния; 2) вывоз граждан к удаленным местам отдыха и туризма. В последние годы повышается роль воздушного транспорта в перевозках ценных грузов внешней торговли и основного вид транспорта в международном пассажирском сообщении;

– трубопроводный: отсутствие подвижного состава, а отсюда – и его порожних пробегов, устойчивый режим работы независимо от состояния погоды и климатических условий, простота эксплуатации и управления перевозками, в которых собственно транспортирование и погрузочно-разгрузочные операции слиты в едином процессе. Трубопроводы являются специализированным видом транспорта, что благоприятно сказывается на экономических показателях его работы. Себестоимость перекачки нефти и нефтепродуктов по трубопроводам в 2–3 раза ниже себестоимости соответствующих железнодорожных перевозок. В эксплуатационных расходах высокий удельный вес занимают затраты на содержание постоянных устройств, мало зависящие от объема перекачки, а также энергетические затраты. Удельные капиталовложения ниже железнодорожных в расчете на одну и ту же провозную способность примерно в два раза. Скорость перекачки нефтегрузов зависит от диаметра трубопровода и составляет в среднем 70–80 км/сут. В связи с высокой степенью механизации и автоматизации операций производительность труда на трубопроводном

транспорте самая высокая – более 12 млн т·км на одного работника. *Недостатки*: 1) может использоваться для ограниченного количества грузов; 2) при строительстве трубопроводов требуются значительные капитальные затраты. *Сфера применения*: 1) транспортировка массовых недорогостоящих наливных грузов (нефти, нефтепродуктов, газа); 2) транспортировка грузов внутри населенных грузов (от пунктов массового хранения до потребителя). Трубопроводный транспорт используют при транспортировании массовых однородных грузов из мест добычи к местам распыления (распределения по территории) при мощности потоков от сотен тысяч до миллионов тонн в год;

– городской: *рельсовый* – метро, легкорельсовый транспорт, городская железная дорога, монорельс и трамвай; *колесный* – автобусы, маршрутные такси и троллейбусы (городской электрический); *речной*.

Особенности рельсового транспорта:

1 *Метрополитен* – городская железная дорога с курсирующими по ней маршрутными поездами для перевозки пассажиров, инженерно отделённая от любого другого транспорта и пешеходного движения (внеуличная). Движение поездов в метрополитене регулярное, согласно графику движения. Ему свойственны высокая маршрутная скорость (до 80 км/ч) и провозная способность (до 60 тыс. пассажиров в час в одном направлении). Линии метрополитена могут прокладываться под землёй (в тоннелях), по поверхности и на эстакадах. Метро строится в городах, население которых превышает 1 млн жителей при их компактном проживании.

2 *Легкорельсовый транспорт* – разновидность городского железнодорожного общественного транспорта, который характеризуется меньшими, чем у метрополитена и железной дороги, и большими, чем у обычного уличного трамвая, скоростью сообщения и пропускной способностью. Представителем легко-рельсового транспорта является скоростной трамвай, в том числе подземный трамвай и городская железная дорога. Принципиальным отличием систем легко-рельсового транспорта является допустимость одноуровневых пересечений с неинтенсивными транспортными потоками, при условии его приоритета. Стоимость его строительства в 5–10 раз меньше, чем метрополитена. Применяется в населенных пунктах с количеством жителей более 500 чел. в условиях горных пород или высокой заболоченности почв.

3 *Трамвай* – вид уличного и частично уличного рельсового общественного транспорта для перевозки пассажиров по заданным маршрутам, используемый преимущественно в городах. Обычная скорость движения трамвая находится в пределах от 45 до 70 км/ч. Недостаток трамвая – потребность прокладки рельсовой колеи по улично-маршрутной сети городов, преимущество – низкая нагрузка на экологию, высокая вместимость (воз-

возможность прицепки нескольких вагонов при увеличении пассажиропотока), возможность увеличения скорости (скоростной трамвай).

4 *Городская железная дорога* – уличная железная дорога в отличие от метро, используемая как городской, пригородный и междугородный транспорт, один из видов рельсовых городских систем. Данная железнодорожная система отличается от легкорельсовых и трамвайных систем и занимает промежуточное положение между городским общественным транспортом и пригородными поездами. В ней используются обычные железнодорожные линии в пределах и вне пределов города, мегаполиса, при этом нередко имеет выделенные под свои нужды пути. Преимуществом данного вида городского транспорта является возможность использования железнодорожной инфраструктуры в границах городов и для стабильной связи мегаполисов и городов-спутников.

5 *Монорельс* – разновидность рельсового транспорта. В отличие от обычной железной дороги, где два рельса, в существующей практике под монорельсом понимаются различные формы внедорожного транспорта, где рельса как такового может и не быть вообще. Монорельсовые дороги, благодаря способности развивать относительно высокие скорости, безопасности движения, возможности сообщения по кратчайшему расстоянию, независимости пути от ландшафта и условий планировки, сравнительно малой металлоёмкости и высокой энергетической экономичности, возможности полной автоматизации являются прогрессивным видом городского общественного транспорта.

### 3.5.2 Особенности транспортного производства

Транспорт является самостоятельной сферой оказания услуг, обладающей, однако, рядом особенностей, отличающих ее от других отраслей хозяйства. Кроме добывающей промышленности, земледелия и обрабатывающей промышленности, существует четвертая сфера материального производства, которая в своем развитии проходит различные ступени производства: ремесленную, мануфактурную и машинную. Это транспортная промышленность, все равно, перевозит ли она людей или товары. **Что же отличает эту своеобразную индустрию от других сфер производства?**

Во-первых, транспорт не производит вещественной продукции, но несмотря на это, труд работников транспорта является производительным, а деятельность его увеличивает общественное богатство, вносит весомый вклад в национальный доход. Транспорт играет роль «универсального» производства, поскольку пространственное перемещение любого продукта из одного пункта в другой по своим результатам оказывается равнозначным производству этого продукта на новом месте. Транспортная промышлен-



ность как бы заменяет любой другой вид промышленности. Она же и перераспределяет население по территории страны, осуществляя важную демографическую функцию. Полезный эффект от перевозки и есть потребительная стоимость транспортной продукции.

Во-вторых, само перемещение грузов и людей – это процесс производства. Транспортную продукцию нельзя накапливать и складировать. Поэтому проблема создания резервов на транспорте сводится к резервированию производственных мощностей постоянных устройств и подвижного состава.

В-третьих, продукция транспорта не содержит сырья, в стоимости ее велик удельный вес заработной платы (в 1,5–2 раза выше, чем в промышленности).

В-четвертых, кругооборот средств, выделяемых на развитие транспорта, имеет отличия по сравнению с промышленностью и сельским хозяйством. На транспорте реализуется результат его деятельности – перемещение. При расчете производительности труда 1 пас.·км приравнивается на железнодорожном транспорте к 2 т·км, речном – 10 т·км, воздушном – 0,09 т·км, автомобильном – 0,4 т·км. На морском транспорте 1 пас. миля считается эквивалентом 50 т миль, авт. ч работы автомобиля оценивается в 60 т·км.

Транспорт носит инфраструктурный характер, поскольку является общим условием материального производства, имеет существенное общезначимое, социальное, культурное и политическое значение, выполняет общегосударственные хозяйственные и другие функции. Как вид деятельности, он носит межотраслевой характер, и это дает основание считать его сверхотраслевым образованием – межотраслевым комплексом. Транспорт в этом своем качестве способен активно воздействовать на процесс расширенного воспроизводства, ускоряя или замедляя его, увеличивая массу готовой продукции, топлива и сырья, находящихся в процессе обращения, или сокращая ее.

Существенными особенностями обладает и само транспортное производство, что отражается в структуре его материально-технической базы, характере производственной деятельности и организации управления. Значительная часть средств производства транспорта (от 20–25 до 80–85 %) не стационарна, а способна к перемещению (локомотивный и вагонный парк, транспортный флот, парк автомобилей и самолетов), причем в процессе производства эта активная часть, называемая подвижным составом, функционирует в разнообразных режимах и организационных формах.

Управление подвижными средствами производства на транспорте намного сложнее, чем, например, управление стационарным станочным оборудованием в машиностроении. Технические средства транспорта – постоянные устройства и транспортное средство – территориально разобщены и функционируют в сетях большого протяжения – от сотен до нескольких

тысяч километров и в то же время технологически тесно связаны друг с другом. Эта исключительная и характерная для транспорта “связность”, с одной стороны, позволяет в процессе управления маневрировать его производственными мощностями, быстро и эффективно перемещать их на тысячи километров, концентрируя в нужных районах транспортной сети; с другой стороны, динамичность транспортных средств каждого вида транспорта в условиях рыночного хозяйства порождает конкурентную борьбу, которая вынуждает преднамеренно создавать и поддерживать в рамках каждого вида транспорта огромные и плохо используемые резервы перевозочных способностей. В силу этой своей особенности виды транспорта в условиях плановой экономики обладают редкими, но недостаточно использованными возможностями к кооперированию и координации своей деятельности, а также к эффективному взаимодействию и сотрудничеству. Никакая другая отрасль экономики не обладает такими ценными свойствами, позволяющими повышать организационный уровень производства на базе синтета, как транспорт. Его эластичность, способность к пространственно-временным преобразованиям средств производства в ходе самого производства, к взаимопроникновению, к взаимодействию со всеми отраслями производства поистине феноменальны.

Перевозка грузов и пассажиров на огромные расстояния предъявляет повышенные требования к координации действий работников транспорта и транспортной техники для обеспечения непрерывности перевозочного процесса. Это усложняет контроль за работой транспортных предприятий и порождает ряд характерных только для транспортного производства управленческих задач – например, контроль за дислокацией парков подвижного состава (локомотивов, вагонов, судов, самолетов и автомобилей), регулирование порожними потоками подвижного состава и др.

Перевозочный процесс обладает повышенной энергоемкостью, что объясняется природой транспортирования, связанного с преодолением сопротивления той среды, в которой осуществляется движение, а также с преодолением всякого рода трений в двигателях и ходовых частях подвижного состава. На железнодорожном транспорте, например, основное удельное сопротивление движению на прямых горизонтальных участках пути составляет от 2 до 4 кг/т, на автомобильном транспорте – от 10 до 30 кг/т, водном – от 0,2 до 0,7 кг/т. Изменение режима (прежде всего скорости) движения транспортных средств существенно влияет на расходы энергии, поскольку сопротивление движению от воздушной среды, например, возрастает пропорционально квадрату скорости, а от водной среды – пропорционально не менее чем кубу скорости. В тех же пропорциях возрастает величина энергетических затрат в себестоимости перевозок. Доля затрат на топливо и электроэнергию в себестоимости продукции (от 5–7 до 15–20 %) значительно

выше, чем в ряде других отраслей материального производства. Транспорт занимает доминирующее положение в мировом хозяйстве по суммарной установленной мощности двигателей – более 90 %.

Доля отдельных видов транспорта в общем потреблении ими энергии характеризуется следующими данными (%): автомобильный – 80; гражданская авиация – 10; железные дороги – 3,5; водный – 2,5; прочие транспортные средства – 4. В то же время опыт работы передовых предприятий транспорта показывает, что при умелом управлении энергетические затраты могут быть существенно снижены. В решении этой важной транспортной задачи особая роль принадлежит водителям транспортных средств, а также диспетчерскому аппарату – на железнодорожном, воздушном и водном транспорте. Диспетчеризация является неотъемлемой составной частью управления транспортным производством в целом.

Перевозочный процесс осуществляется на огромных пространствах суши, воздушного бассейна и Мирового океана, поэтому транспортная отрасль функционирует как огромный цех под открытым небом. Отсюда повышенная зависимость его производственных процессов и территориальной организации от естественно-географических факторов. Климатические условия, состояние погоды, характер рельефа местности оказывают существенное влияние на эксплуатационно-экономические показатели перевозок (регулярность движения, среднесуточные пробеги транспортных средств, производительность труда, себестоимость перевозок и др.). На отдельных видах транспорта (особенно воздушном, водном и автомобильном) потери перевозочных возможностей в связи с этим составляют не менее 10–15 %.

Режим функционирования транспорта также во многом своеобразен. Нестационарность загрузки его производственных мощностей является высокой, и это находит свое отражение в первую очередь в коэффициентах неравномерности перевозок в пространстве и времени. При этом оптимальные резервы перевозочной способности прежде всего необходимы на направлениях с быстрорастущими грузопотоками.

Транспорт относится к числу отраслей производства повышенной опасности. Имеется в виду не только аварийность и производственный травматизм, которые на транспорте все еще довольно высоки, но и отрицательное влияние транспорта на окружающую природную среду, включая человека. Чрезмерное насыщение улично-дорожной сети автотранспортом, нарушение правил движения приводит к многочисленным дорожно-транспортным происшествиям.

Социально-экономическая природа транспорта обусловила в целом довольно раннюю и высокую степень концентрации транспортного производства. Стремление к монополизации присуще транспорту в большей степени, чем другим отраслям хозяйства. Правда, она различна в разных странах и на



разных видах транспорта: наиболее высокая – на железнодорожном, наименее – на автомобильном. Однако в странах Западной Европы и России возникновение крупных железнодорожных обществ имело место еще в XIX в.

Для транспорта также своеобразной является себестоимость и цена перевозок (тариф). Себестоимость перевозок в большинстве случаев оценивается ориентировочно, в средних цифрах, с большими допущениями и условностями, связанными с необходимостью покрытия расходов от тарифа. Невозможность создания заблаговременных «запасов» транспортной продукции с целью использования их в периоды «пик» оказывает влияние на величину транспортных издержек, что, в свою очередь, обуславливает нестабильность доходов. Этим объясняется то положение, что определение себестоимости перевозок в основном дает возможность правильно анализировать и направлять деятельность транспортного предприятия и в меньшей степени – формировать на базе полученных результатов транспортные цены (тарифы). Стремление к наиболее целесообразному использованию технических средств транспорта и повышению эффективности работы персонала часто оказывается несовместимым с интересами клиентуры.

### 3.5.3 Классы транспортных структур на разных уровнях управления

Организация управления транспортным сектором экономики государства обязательно учитывает специфику сложившихся и находящихся в процессе формирования транспортных структур, прежде всего на отраслевом и региональном уровнях управления. Образовавшиеся на указанных уровнях транспортной системы сетевые структуры хотя и не представляют собой единого целого во всех отношениях – административно-управленческом, технологическом, правовом и т.д., однако они оказывают существенное влияние на эффективность перевозок и поэтому должны учитываться при организации управления.

Одной из существенных характеристик транспортных систем является схема территориальной организации транспорта (ТОТ) как форма пространственной организации транспортного процесса. Эта комплексная характеристика также влияет на производственный потенциал и возможности будущего развития транспортной системы на разных ее уровнях.

Транспортные системы со сходными количественными (скалярными) показателями – общая протяженность и плотность сети, масса и скорость движения транспортных единиц, но с разными схемами начертания сети – обладают неодинаковыми возможностями выполнения перевозок и развития. При этом схема территориальной организации транспорта, являющаяся продуктом длительной эволюции системы под влиянием экономических, и не в последнюю

очередь естественно-географических, факторов, выступает, таким образом, в качестве одной из компонент производительности сети путей сообщения.

Системная классификация схем территориальной организации транспорта и членение его на иерархические уровни в сводном виде приведена в таблице 2.2. Границы между отдельными классами структур достаточно жестки и определяются общностью технологических задач транспорта на каждом иерархическом уровне. Характерные особенности указанных структур на железнодорожных и, в меньшей степени, на автодорожных сетях прослеживаются более четко, нежели на сетях других видов транспорта.

Каждому подклассу на уровне определенного государства соответствует определенный тип структур устройства транспортной системы и сети: моноцентрический, полицентрический и смешанный. Видовые особенности транспортной системы проявляются в существовании линейных и точечных структур. Первые характерны для железнодорожного, автомобильного, трубопроводного и речного транспорта, вторые – для морского и воздушного. При этом выделены следующие типы транспортных структур: 1) линейный (квазипараллельный) с преобладанием одного направления, или квазиортogonalный, со значительным развитием двух пересекающихся направлений; 2) радиальный, 3) радиально-полукольцевой; радиально-кольцевой.

С изменением типа структуры транспортной системы изменяются и ее количественные характеристики, а также информационная энтропия (неопределенность информации). В данном случае под энтропией транспортной системы понимается разнообразие возможных проектных решений (вариаций) по размещению элементов транспорта в рамках рассматриваемой территории. В этом смысле можно говорить об ортогенезе схем территориальной организации транспорта и на региональном уровне.

### **3.6 Формы государственного регулирования работы транспорта**

Под системой государственного регулирования работы транспорта понимается совокупность средств и методов влияния государства на производственную деятельность и социально-экономические отношения в области транспорта с целью защиты интересов потребителей и производителей материальных ценностей, реализации государственной политики на транспорте и в экономике страны, обеспечивающей устойчивый экономический рост и укрепление её обороноспособности.

Государственное регулирование в транспортной сфере направлено: на гармонизацию интересов различных видов транспорта, вступивших с переходом на рыночные отношения в острую конкурентную борьбу; содействие формированию рынка транспортных услуг; ускорение процессов перехода транспорта на более высокий технологический и организационно-управленческий уровни, что позволяет снижать транспортные издержки; повышение качества

транспортного обслуживания экономики и населения страны, включая безопасность движения транспортных средств.

В силу исторических особенностей формирования транспортной системы многих государств, в том числе и Республики Беларусь, в фазе зрелых рыночных отношений будут существовать секторы транспортного рынка, где конкуренция невозможна из-за естественной монополии (например, железных дорог, крупных морских и речных портов, аэропортов и других объектов транспортной инфраструктуры) и технологических особенностей перевозки грузов и пассажиров. Поэтому государство вынуждено предоставлять таким предприятиям право на монопольное обслуживание того или иного сектора транспортного рынка, оставляя за собой функцию контроля качества обслуживания, правильность применения и установления уровня тарифов, безопасности движения транспортных средств и других сторон деятельности различных видов транспорта.

Государственный механизм в регулировании транспортной системы необходим и для обеспечения единства требований к нормам и правилам проектирования и строительства транспортных коммуникаций, стандартов экологического воздействия транспортных средств на окружающую среду, учета национальных интересов при выполнении международных перевозок грузов и пассажиров, защиты собственного рынка транспортных услуг.

Следовательно, государственное регулирование транспорта в условиях рынка является объективной необходимостью и не может ограничиваться лишь экономическими отношениями. Она носит системный характер и тесно увязана с национальной транспортной политикой и рационально структурированной в отношении распределения функций между различными органами и уровнями государственного управления. **Государственное регулирование транспортных процессов обеспечивает:**

- оптимальность степени государственного вмешательства в работу транспорта с учетом специфических особенностей данной отрасли. До тех пор, пока сохраняется неопределенность государственной политики в вопросах демополизации и дерегулирования экономики в целом и транспорта в частности, трудно реализовать через транспортный фактор возможность осуществлять контроль за деятельностью других отраслей экономики и эффективно влиять на ход экономических реформ и структурной перестройки хозяйства в целом;

- многомерность регулирования. Государственное регулирование должно распространяться на нормативно-правовую, налоговую, лицензионную, финансовую и тарифные сферы. Первая сфера определяет правовой статус транспортной отрасли и границы нормативно-правового пространства, в котором выполняется производственная деятельность организаций транспорта, исполнение надзорных функций по безопасности перевозок. С помощью налоговых и финансовых мер контролируется степень эквивалентности межотраслевого обмена, движение денежных средств и пропорцио-



нальность поступающей на рынок денежной массы объемам производственных товаров и услуг. Последняя сфера определяет жизненный уровень и «качество жизни» населения, степень удовлетворения потребностей в транспортных услугах его различных социальных групп, их социальной защищенности, устанавливает рациональные пропорции в обменных процессах системы «производитель – окружающая среда»;

– возможность реализации регулирующих функций по управлению отраслью. Система государственного регулирования транспортной деятельности является многоуровневой. При этом возможно более полно учтены специфические особенности различных регионов – экономические, политические, социальные и экологические.

Центральное место в системе государственного регулирования транспортной деятельности занимает решение задач по созданию надежной нормативно-правовой базы, финансового, налогового и организационно-правового регулирования, управления тарифами и выполнения надзорно-контрольных функций (рисунок 3.7).

*Создание надежной нормативно-правовой базы* включает: 1) единство и непротиворечивость исходных принципов для всей совокупности намечаемых законоположений по всему своду законов и подзаконных актов; 2) возможность внесения кардинальных изменений одновременно во всю совокупность законоположений, в прошлом создававшихся в разные сроки и разными коллективами разработчиков с нарушением требований преемственности и внутренней непротиворечивости; 3) минимум изменений в «базовой» (нормативно-технологической) части (документах, уже принятых правительством страны, и отраслевых нормативных актах) и максимум – в «надстроечной» (законодательной) части; 4) учет в возможно полной мере специфических особенностей и условий, в которых оказались различные виды транспорта страны; 5) преодоление несогласованности между действующими нормативными документами правительства и отраслевыми нормативными актами, с одной стороны, и намечаемыми новыми законоположениями – с другой, с учетом их иерархической весомости и стратегической значимости; 6) сквозной охват в единой процедуре всех частных разработок по проектам законоположений (соответственно проектирование, авторский контроль и сопровождение проекта вплоть до представления законов в соответствии с их приоритетностью на рассмотрение в Палату представителей Республики Беларусь); 7) возможно более полный учет факторов, вытекающих из особенностей в социально-экономическом и политическом развитии страны, в частности сохранение органической внутренней связи транспортных сетей страны и соседних стран; 8) изменение организационно-управленческих структур центрального и периферийных звеньев государственного аппарата, связанного с регулированием транспорта.

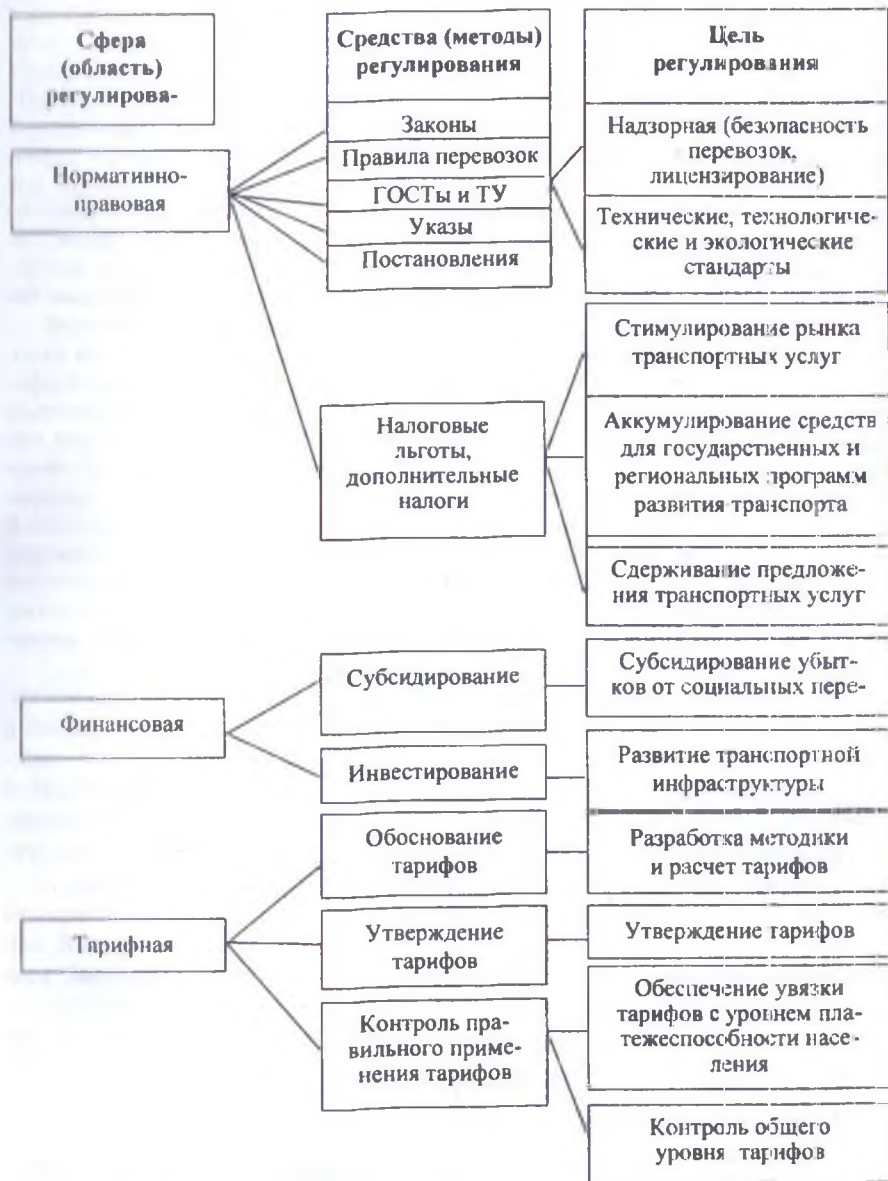


Рисунок 3.7 – Сферы и методы государственного регулирования транспортной деятельности

*Финансовое регулирование* обеспечивает: 1) прямое участие государства в финансировании капиталоемких проектов и программ (например, по созданию транспортной инфраструктуры в районах нового хозяйственного освоения, строительства и модернизация автодорог); 2) предоставление транспортным организациям государственной формы собственности финансовых средств на возвратной основе; 3) осуществление прямых инвестиций в развитие транспортных организаций; 4) введение государственного лимита для замены и обновления подвижного состава; 5) создание специальных инвестиционных фондов, аккумулирующих средства целевого назначения (фонд инновационного развития); 6) привлечение зарубежных инвесторов для финансирования крупных транспортных проектов и программ; 7) дотирование части затрат убыточных, но социально значимых транспортных организаций.

*Налоговое регулирование* рассматривается как общеэкономическая мера, отвечающая стратегическим целям развития социально-экономической сферы страны в целом и требованиям текущего момента; введение налоговых льгот в отношении затрат на восстановление, замену и модернизацию инфраструктурных элементов транспортных коммуникаций, формирование товаропроводящей и пассажирообразующих сетей, создание распределительно-терминальных систем; введение льгот в отношении городских и региональных пассажирских перевозок, для отдельных категорий граждан. При этом целевые налоговые льготы должны также стимулировать развитие наиболее эффективных и выгодных, с точки зрения интересов государства, способов транспортирования и видов перевозок: мультимодальных, интермодальных грузовых; безпересадочных пассажирских.

*Регулирование тарифов* обеспечивает: 1) разработку и обоснование системы тарифов на продукцию в различных секторах транспортного рынка и уровня тарифных ставок; 2) установление рекомендуемого или обязательного уровня рентабельности на отдельные виды транспортной продукции и услуг; 3) ведение единой для всех видов транспорта системы индексирования тарифов; 4) эффективный контроль за соблюдением тарифных правил и руководств; 5) совершенствование системы тарифной политики.

*Надзорно-контрольное управление* предусматривает проведение надзора за исполнением технических регламентов организации транспортной деятельности, эксплуатации транспортных средств и инфраструктуры, контроля за безопасным исполнением перевозочного процесса.

## **3.7 Организационные структуры управления**

### **3.7.1 Разновидности организационных структур транспорта**

Под организационной структурой понимается совокупность взаимосвязанных и соподчиненных организационных единиц (элементов, звеньев), выполняющих заданную функцию в рассматриваемой транспортной системе. Звено управления – это самостоятельное структурное подразделение



(или должностное лицо), выполняющее определенную функцию или ее часть. Звенья в организационной структуре распределяются по ступеням управления, или иерархическим уровням. Организационные структуры управления транспортных систем развиваются в реальной социально-экономической среде, переходят в исторической последовательности из одной формы в другую. Выделяют следующие разновидности структур управления: патриархальную, линейную, функциональную, линейно-штабную (или линейно-функциональную). Схемы построения каждой разновидности структур управления приведены на рисунке 3.8.

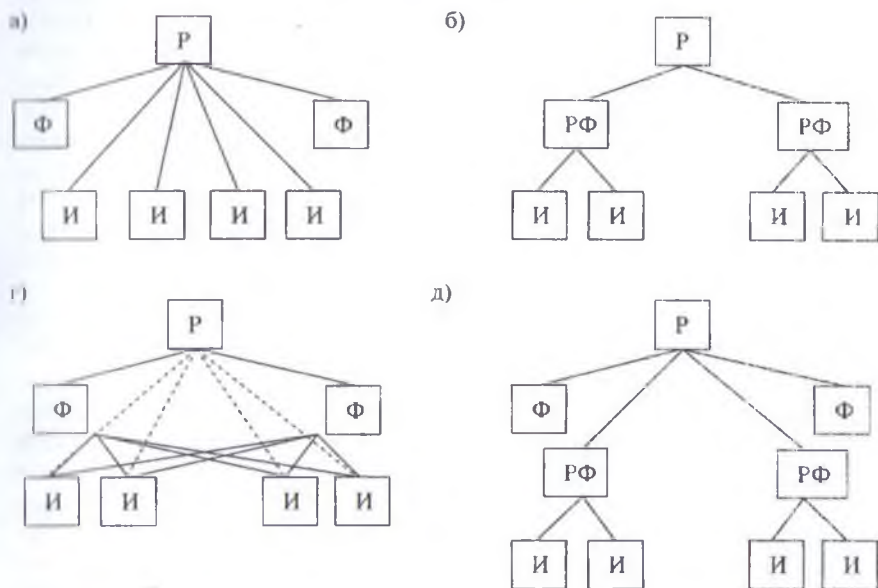


Рисунок 3.8 – Схемы построения структур управления транспортными системами:  
 схемы: а – патриархальная; б – линейная; в – функциональная; г – линейно-штабная;  
 уровни: Р – руководящие; Ф – функциональные; И – исполнительные

**Патриархальная структура управления.** Применялась на ранних стадиях развития транспортной деятельности, когда транспорт еще не выделился в самостоятельную отрасль экономики, перевозки носили нерегулярный, случайный характер и выполнялись в сравнительно небольших масштабах. Руководство такими перевозками осуществлял сам хозяин – владелец транспортных средств. На транспорте патриархальные структуры оказались на редкость живучими. В настоящее время в странах с развитой экономикой речной и автомобильный транспорт находятся в ведении и под управлением многочисленных мелких частных владельцев, собственников небольших

судов и автомобилей. Эксплуатация этих транспортных средств осуществляется силами одной семьи или группы родственников. Используется также наемный труд, однако функции управления выполняет хозяин, владелец транспорта. Разумеется, масштабы деятельности каждого такого частного транспортного производства, как правило, небольшие.

*Линейная структура управления.* По мере увеличения масштабов производства и усложнения его характера патриархальная структура управления уступила место линейной. При такой структуре работники делятся на группы (звенья, бригады), и во главе каждой группы ставится руководитель, осуществляющий непосредственную организацию работы подчиненных по всем видам выполняемой ими деятельности. Руководители групп входят низовым элементом в линейную «иерархию начальников». Руководитель каждой такой группы должен быть универсалом, хорошо знающим существо и особенности каждого вида деятельности, равно как и члены группы, что затрудняет подбор кадров. Эффективность подобных структур во многом зависит от квалификации руководителя и характера производства. Линейные структуры управления могут быть весьма эффективными, несмотря на то, что при этой системе исключается специализация по выполнению определенного вида работ. В этом, в частности, убеждает опыт работы укрупненных комплексных бригад докеров на морском и речном транспорте.

*Функциональная структура управления.* В связи с недостатками линейной структуры управления на транспорте широкое применение нашел функциональный принцип, при котором упор делается на разделение труда по определенным функциям. Все специфические функции, общие для одного или нескольких производственных подразделений, при функциональном управлении передаются в ведение служб или отделов, специализирующихся на выполнении той или иной функции (или нескольких функций). Слабым местом таких организационных структур является отсутствие единоначалия, так как производственный персонал получает распоряжения от нескольких лиц, причем распоряжения этих лиц подчас бывают противоречивыми. Достоинства функциональных структур состоят в возможности выдачи непосредственным исполнителям работ компетентных распоряжений от функционеров – узких специалистов по тем или иным вопросам.

*Линейно-штабная структура управления.* Несмотря на то, что функциональные структуры управления применяются на всех видах транспорта, эти структуры не могут в полной мере обеспечить эффективную работу транспорта, что привело к образованию линейно-функциональных структур (их иногда называют линейно-штабными). По существу, такого рода структуры представляют собой синтез линейной и функциональной структур, позволяющий получить вполне определенный полезный эффект. Суть линейно-функциональных структур заключается в том, что управление транспортным производством в этом случае осуществляется одновременно (и

согласованно) «линейным» аппаратом и «штабными» (функциональными) службами. Линейный аппарат несет ответственность за конечные результаты деятельности каждого производственного подразделения, а функциональные службы – за правильность планирования методической помощи (рекомендации, консультации) и других услуг, которые оказывают функциональные службы производственным подразделениям транспорта. *Линейный аппарат* представляют начальники железных дорог, станций, вокзалов и речных пароходств, являющиеся наиболее опытными администраторами и специалистами-универсалами, в то же время хорошо знающими организацию перевозочного процесса. *Функциональный аппарат* (начальники служб перевозок, пассажирской, планово-экономической и др.) на транспорте возглавляют обладающие многолетним практическим опытом инженеры – крупные специалисты в соответствующем виде деятельности (организации перевозочного процесса, планово-экономической работе).

### 3.7.2 Требования к организационным структурам управления на транспорте

Управленческий аппарат организаций транспорта должен обеспечивать:

- экономическую эффективность грузовых и пассажирских перевозок во всех видах сообщений в объемах и номенклатурах, предусмотренных государственным заказом и договорами с клиентурой;
- работу транспортных организаций, их подвижного состава и постоянных устройств в режиме высшей производительности с устойчивым выполнением принятых производственных и финансовых показателей;
- быстрое реагирование на запросы транспортной клиентуры и населения;
- охват всех основных сторон деятельности транспортных организаций (основное и вспомогательное производство);
- эффективный контроль за ходом перевозочного процесса и целенаправленное (планомерное и пропорциональное) развитие материально-технической базы транспортных организаций, внедрение новой транспортной техники и прогрессивной технологии перевозок;
- эффективное взаимодействие и сотрудничество со смежными организациями данного и других видов транспорта, а также с организациями отправителей и получателей грузов;
- рациональное сочетание отраслевого и территориального принципов управления перевозками грузов и пассажиров при максимальном приближении аппарата управления к производству (минимум звеньев управления).

Организационные структуры систем управления на транспорте существенно зависят от особенностей вида транспорта, объема и структуры пере-



возок, характера производственных функций транспортных организаций, принятого порядка работы, определяемого технологическим процессом, и других факторов. Однако существует ряд **общих требований**, которым должны наиболее полно отвечать транспортные организационные структуры:

- простота и определенность в назначении (функциях) и соподчинении отдельных звеньев;

- гибкость и маневренность в звеньях при достаточной жесткости в типе структуры (линейная, линейно-функциональная и т.д.), что обеспечивает, с одной стороны, приспособляемость управления к изменяющимся условиям работы транспорта, а с другой – соблюдение принципа единоначалия, закона «собственного дела» и, как следствие, – высокую надежность, полноту управления и контроля за ходом производства;

- иерархичность внутреннего строения системы с укрупнением функций и масштабов решаемых задач по мере перехода от низших уровней к высшим;

- рациональная соподчиненность звеньев и должностных лиц в системе управления;

- определенность по отношению к организационным структурам в ряду последовательных уровней управления (отрасль – объединение – организация);

- связность, т.е. целостность и непрерывность в системе как прямых, так и обратных связей (каналов), что обеспечивает надежное доведение принятых решений и команд до исполнителей и корректировку управления по достигнутым результатам;

- взаимозаменяемость звеньев при отсутствии дублирования и других видов избыточности (например, информационной) в системе управления.

Одним из наиболее важных требований к организационным структурам управления на транспорте является их гибкость, способность к «росту» и развитию «вширь» на разных уровнях с возможностью подключения новых объектов (железнодорожных линий, станций, деповских устройств, портов и пристаней, судоремонтных предприятий и других подразделений). Наиболее полно этому требованию отвечают системы с переменной структурой и элементами саморегулирования, позволяющие охватывать управлением сложные многоуровневые транспортные предприятия без коренной ломки всей системы управления. Иерархический принцип построения организационных структур повышает надежность системы управления: нарушение работоспособности верхнего уровня, как правило, не вызывает сразу же серьезного нарушения работы нижележащих уровней. Они в течение некоторого времени будут работать в условиях недостатка информации, т. е. в режимах, не оптимальных с точки зрения всей управляемой системы. Одноуровневые, централизованные системы управления в этом отношении менее надежны.

### 3.7.3 Разработка организационных структур

Принципы построения организационных структур включаются в разработку общей организационной структуры аппарата управления, а инженерные расчеты сочетаются с использованием накопленного в организациях транспорта и зафиксированного в отраслевых структурах практического опыта. В действующих транспортных организациях структуры и нормативы численности руководящих инженерно-технических работников и служащих аппарата управления периодически пересматриваются и корректируются в соответствии с принятыми отраслевыми нормативами и другими рекомендациями. При этом аппарат управления транспортных предприятий нижнего (базового) уровня в виде обособленного органа часто не выделяется. Это практикуется лишь в крупных транспортных объединениях (железных дорогах, парокходствах, автотранспортных объединениях). На уровне отдельных транспортных организаций их структурное построение выступает как совокупность производственной структуры с подразделениями аппарата управления предприятия и его отдельных производственных участков.

На уровне отрасли структурная организация выступает как *генеральная схема* отраслевого управления, в которой находят отражение: количественный состав предприятий транспорта, их объединений и соответствующих органов управления; формы их организации и организационно-правовой структуры; принципы взаимодействия; территориальное размещение.

Выполнение разнообразных управленческих действий является наиболее эффективным в случае специализации, разделения управленческого труда на однородные, однохарактерные части, называемые функциями управления. Каждая управленческая функция охватывает комплекс одного целевого назначения. Состав функций и объем работ по ним являются определяющим моментом при построении организационной структуры управления, а *функциональная специализация* – одним из руководящих принципов.

Важным принципом является также *функциональная целостность* каждого подразделения организационной структуры, его относительная замкнутость и самостоятельность. В соответствии с этим принципом функциональные подразделения во всей полноте отвечают за выполнение возложенных на них функций.

В большинстве случаев тесное переплетение отдельных производственных функций создает предпосылки и обуславливает необходимость сосредоточения нескольких функций, которые соответствуют принципу *функциональной интеграции*. С учетом принципов управления выполняется проектирование организационных структур в организациях транспортной системы. Основные этапы проектирования систем и их содержание приводятся в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Этапы проектирования системы

Этап	Содержание работы
Разработка общих положений о системе управления и принципиальной схемы организационной структуры	Формирование цели, организационно-правового статуса и задач создаваемого органа управления; установление взаимосвязи с внешними органами управления; формулирование основных принципов и методов управления; формирование функций управления; определение степени централизации работ по каждой функции и количества уровней линейного и функционального управления
Формирование системы информационного обеспечения процессов управления	Формирование первичной и создание системы производной информации; разработка форм и состава документации и определение маршрутов ее движения по подразделениям; формализация потоков информации; выбор методов решения формализованных задач, определение возможности и необходимости использования при их решении экономико-математических методов; разработка системы математического обеспечения процессов управления; разработка перечня и определение объема недокументированных обобщений; установление периодичности представления основной информации
Обоснование организационной структуры аппарата управления	Определение объемов работы и численности инженерно-технических работников по функциям управления; разработка норм управляемости и формирование структурных подразделений
Разработка технологии управления	Формулирование основных принципов функционирования системы управления; проектирование состава основных операций, разработка технологии приема, обработки и прохождения маршрутной технологии управленческих процессов; разработка типовых планов-графиков работы аппарата управления и т.п.
Разработка проекта организации труда	Разработка регламента рабочего дня для основных категорий работающих; составление проектов организации и обслуживания рабочих мест и регламента выполнения работы; распределение работ по квалификации работников
<i>Окончание</i> Планировка помещений и размещение средств управления	Составление перечня процессов, подлежащих переводу на автоматизированное управление; определение объемов и видов инженерно-управленческих расчетов; составление плана наиболее целесообразного размещения структурных подразделений на территории управляемого объекта; составление планировки помещений с размещением технических средств; разработка положений о структурных подразделениях аппарата управления и должностных инструкций с определением пределов компетенции каждого подразделения и работников в их взаимоотношении в процессе управления
Экономическая оценка результатов проведенной работы	Расчеты по обоснованию эффективности проектируемой системы управления; экономичность и эффективность отдельных частных решений и функционирования создаваемой системы в целом



**Главные задачи, решаемые при проектировании организационной структуры:**

- *определение* состава и содержания управленческих функций. В зависимости от него, объема работ и других показателей выбирается тип организационной структуры, выявляются потребности персонала по каждой функции управления;

- установление степени централизации работ по каждой функции и количества уровней линейного и функционального управления с распределением ИТР и служащих между аппаратом управления предприятий и его производственными подразделениями;

- формирование структурных подразделений аппарата управления с выделением в структуре управления подразделений, возглавляемых административными руководителями (начальником службы, отдела, бюро, мастером и т.д.) исходя их норм управляемости. Одновременно устанавливаются целесообразность и возможность объединения родственных функций в одном структурном подразделении или, наоборот, их обособления. Составляется штатное расписание;

- разработка положений о структурных подразделениях аппарата и производственных участков, должностных инструкций и других материалов.

Приведенный перечень указанных задач говорит о том, что разработка проекта – сложный итерационный процесс, в котором инженерные расчеты сочетаются с использованием опыта, накопленного на предприятиях транспорта. Ниже рассматривается общий порядок решения этих задач.

*Определение состава и содержания управленческих функций* связано с выделением групп функций управления: 1) организация системы и процессов управления; 2) планирование и прогнозирование перевозок; 3) оперативное управление производством; 4) техническое развитие и технологическая подготовка производства; 5) управление трудовыми ресурсами; 6) управление финансовыми ресурсами; 7) материально-техническое обеспечение; 8) обеспечение безопасности движения; 9) статистический учет и отчетность; 10) автоматизированный сбор, передача и обработка информации; 11) управление вспомогательными процессами (ремонтное и энергетическое обслуживание производственных процессов); 12) административно-хозяйственное обслуживание.

Каждая группа функций подразделяется на подфункции и виды работы. Приведенная группировка имеет большое практическое значение для определения содержания работ. Она оформляется в виде классификатора, который позволяет: составить ясное представление о характере и содержании работ по функциям и структурным подразделениям (отдельным ответственным исполнителям) на всех уровнях и во всех звеньях управления; получить сводные данные о фактической загрузке по выполнению управ-

ленческих функций звеньями структуры; подготовить оптимальный вариант разделения труда по управлению, усовершенствовать структуру аппарата, уточнить организационно-правовой статус подразделений (задачи, права, ответственность), режим и распорядок работы.

При управлении транспортными системами важное значение имеет *установление рациональной централизации функций и уровней управления*. Следует учитывать, что специализированный труд наиболее производительен, но возможности его применения связаны с необходимостью концентрации больших объемов работ на одном месте. При этом с увеличением степени концентрации объема работы орган, в котором она осуществляется, все более удаляется от самого производства. Вследствие этого снижается возможность такого управления быстро реагировать на возникающие в производстве изменения, влиять на конечные результаты производства. Это значит, что может наступить момент, после которого дальнейшая концентрация работ становится невыгодной, и необходимо либо снизить уровень концентрации объема работ, либо решать проблему делегирования полномочий, т.е. передачи вышестоящими органами управления нижестоящим права принимать решения по определенному кругу вопросов. Возникает потребность использования для выполнения части функций автотранспортной организации принципов аутсорсинга.

При *полной централизации* управления право принятия всех решений, включая и оперативное руководство производственным процессом, входит в компетенцию только одного высшего для рассматриваемой системы органа (уровня) управления. Функции промежуточных уровней управления сводятся к сбору, подготовке и передаче в этот центр информации, а также приему и исполнению решений вышестоящих органов.

При *полной децентрализации* право принятия решения принадлежит тем уровням системы, где возникает первичная информация и реализуются сами решения. На высший уровень системы передается лишь итоговая и производная информация, которая используется не для принятия конкретных решений, а для выработки необходимых стимулов, побуждающих принимать на местах оптимальные решения.

Во всех случаях при определении уровня централизации необходимо учитывать отраслевую специфику вида транспорта и самих функций, важно при этом не потерять связи функции с осуществлением производственного процесса, возможность оперативного вмешательства в него в случаях нарушения нормального хода перевозок.

В транспортной организации *высшим уровнем системы линейного управления, т.е. высшей ступенью, является уровень директора или начальника организации (и его заместителей), низшей ступенью – производственный участок*. В качестве производственного участка может выступить: в локо-

мотивном и вагонном депо – ремонтное отделение, возглавляемое мастером; в дистанции пути – околоток, возглавляемый дорожным мастером; в отделении – промежуточная станция; на станции – парк или сортировочная система во главе с соответствующим руководителем (дежурным по парку или сортировочной системе).

В небольших линейных транспортных организациях могут быть две ступени управления. При проектировании задача состоит в том, чтобы исходя из объективных показателей установить количество ступеней, необходимых и достаточных для обеспечения эффективного управления перевозками. При этом следует учитывать, что принципиальный подход к определению количества ступеней управления в организационной структуре транспортных организаций и в схеме отраслевого управления является различным. При построении отраслевой схемы управления возможны два способа решения этой задачи. Первый способ основывается на концентрации однородных операций и оптимальном разделении труда в сфере отраслевого управления. Суть его состоит в определении такой протяженности полигона сети, на котором концентрация работ по управлению создает возможность для более рациональной организации перевозок. Второй способ, основанный на ступенчатом применении норм управляемости, для условий транспорта, состоящего практически из однородных предприятий (отделений дорог, парокходств и т.п.), дает удовлетворительные результаты. Суть этого способа состоит в последовательном определении количества однородных предприятий (органов управления) первого, второго и других уровней, которыми при заданном распределении функций и наличных технических средствах управления может эффективно управлять орган управления каждого последующего уровня.

Для определения количества уровней управления внутри транспортной организации или обособленного органа управления (например, управления дороги, парокходства и т.п.) можно использовать методы, основанные на анализе соотношений между количеством подчиненных работников и необходимым числом руководителей, исходя из норм управляемости или анализа информационных потоков.

*При формировании организационной структуры управления учитывается необходимость и возможность разделения (или объединения) функций в одном или нескольких функциональных структурных подразделениях с учетом следующих условий:*

– если по какой-либо функции управления численность ИТР и служащих значительно превышает установленную минимумом, то по данной функции может быть создано несколько структурных подразделений (например, отдел, в структуре которого предусматривают два и более секторов);



– если по отдельным функциям (смежным или родственным по характеру работы) численность специалистов и служащих окажется меньше установленного минимума, необходимого для создания по каждой из них самостоятельного структурного подразделения, то выполнение двух и более функций может быть возложено на одно структурное подразделение (отдел, сектор) или на одного исполнителя;

– какая-либо функция по своему характеру не может быть совмещена с другими в одном структурном подразделении, то по такой функции выделяют только ответственных исполнителей.

В производственных подразделениях транспортных организаций, где вследствие малой численности специалистов и служащих целесообразно создать структурные подразделения в аппарате, а также в тех случаях, когда такие подразделения не предусмотрены схемами должностных окладов, ответственные исполнители по функциям управления подчиняются непосредственно руководителю организации.

Для условий транспорта с большим числом однородных предприятий важное значение имеет *типизация структур управления* при соблюдении следующих основных условий:

– правильном выборе количества разновидностей типовых структур на основе группировки предприятий и их производственных единиц, т. е. при исключении возможности необоснованного выбора типа структуры;

– обеспечении высокой степени прогрессивности самой типовой структуры, т. е. при соответствии ее требованиям, предъявляемым к эффективно действующим системам управления;

– возможности учета конкретных особенностей каждого предприятия.

При проектировании типовых структурных подразделений должны приниматься наиболее характерные и прогрессивные для каждой рассматриваемой группы условия и методы управления, основанные на более прогрессивных условиях, обеспечивающих повышение эффективности управления производством.

### **3.8 Управление транспортной системой Республики Беларусь**

Управление транспортной системой страны выполняет Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, которое подчиняется Совету Министров Республики Беларусь. Оно осуществляет в соответствии с законодательством государственное регулирование и управление в области автомобильного, морского, внутреннего водного, железнодорожного, городского электрического транспорта и метрополитена, гражданской авиации и использования части воздушного пространства Республики Беларусь,

которая в установленном порядке определена для воздушных трасс, местных воздушных линий, районов выполнения авиационных работ, аэродромов гражданской авиации и аэропортов, дорожной деятельности, деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, выполняющих:

- перевозочную и транспортно-экспедиционную деятельность;
- работы (услуги), связанные с перевозкой пассажиров, грузов, транспортных средств, их ремонтом и эксплуатацией технологического оборудования;
- обследование, проектирование, строительство, реконструкцию, ремонт, содержание республиканских автомобильных дорог, объектов авиации, внутренних водных путей, судоходных гидротехнических сооружений и портов;
- научные исследования;
- подготовку кадров;
- информационное обеспечение и др.

Основные задачи, выполняемые Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, включают:

- реализацию единой дорожно-транспортной политики, направленной на создание условий для удовлетворения потребностей экономики и населения в транспортных услугах, с учетом минимизации вредного воздействия на окружающую среду;
- разработку программ и стратегических прогнозов развития в области транспортной деятельности;
- развитие смешанных перевозок, содействие установлению прямых связей между транспортными организациями Республики Беларусь и других государств, привлечение инвестиций;
- проведение в области транспортной деятельности экономической, научно-технической и социальной политики;
- формирование и совершенствование правовых основ функционирования в области транспортной деятельности;
- обеспечение эффективного управления республиканской собственностью в области транспортной деятельности;
- повышение эффективности и конкурентоспособности экспорта в области транспортной деятельности;
- развитие международного сотрудничества и внешнеэкономических связей, в том числе товаропроводящей сети за рубежом, по вопросам, относящимся к компетенции Минтранса;
- привлечение внешних государственных займов (кредитов) в области транспортной деятельности в соответствии с законодательными актами.

В соответствии с возложенными на министерство основными задачами выполняются функции управления транспортным комплексом, связанные с реализацией научно-технической и инвестиционной политики в области транспортной деятельности, демонополизацией, формированием конкурентной среды, поддержкой и развитием предпринимательства на транспорте. Оно также проводит единую государственную политику в области транспортно-экспедиционной деятельности, перспективного развития международных транспортных коридоров, проходящих через территорию Республики Беларусь и внешнеэкономической деятельности.

На министерство также возложены функции разработки и утверждения технических нормативных правовых актов, норм и требований к эксплуатационному состоянию и качеству содержания автомобильных дорог и в области транспортной деятельности на территории Республики Беларусь и её сертификации. Как орган государственного управления министерство определяет порядок прокладки и переустройства инженерных коммуникаций в пределах полосы отвода и на придорожных полосах республиканских автомобильных дорог, искусственных сооружений, утверждает генеральные схемы развития придорожного сервиса, выполняет организационно-правовое регулирование деятельности воздушного транспорта, связанное с допуском его на рынок воздушных перевозок и безопасностью полетов воздушных судов.

**Автомобильный транспорт** представляет собой часть автодорожного транспорта и комплекс организаций, осуществляющих перевозку пассажиров и грузов как в республике, так и за ее пределами автомобилями и автобусами. Формы организационного построения:

– *открытые акционерные общества*: Минскоблавтотранс; Брестоблавтотранс; Могилевоблавтотранс; Витебскоблавтотранс; Гомельоблавтотранс; Гродноблавтотранс;

– *коммунальные унитарные организации* – автопарки в областных центрах и городах областного подчинения, находящиеся в непосредственном подчинении горисполкомов.

**Нормативно-правовые документы функционирования:**

1) *законы и указы Президента Республики Беларусь*: об основах транспортной деятельности; автомобильном транспорте и автомобильных перевозках; транспортно-экспедиционной деятельности; некоторых мерах по развитию международных перевозок; улучшению условий реализации транспортных средств отечественного производства;

2) *правила*: экспедирования грузов при смешанных перевозках; автомобильных перевозок грузов; автомобильных перевозок пассажиров; о некоторых мерах по развитию международных перевозок;

3) *инструкции*: по охране труда при использовании автомобильного транспорта; транспортно-экспедиционной деятельности; учету движения транспортных средств; перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом; порядку оформления транспортных докумен-



тов; контроля технического состояния автомобильных транспортных средств при выпуске на линию и приемке с линии и др.;

4) *постановления Министерства транспорта и коммуникаций*: о порядке выдачи и использования лицензионных карточек на транспортные средства; включения в отраслевой перечень автомобильных перевозчиков, обязанных выполнять автомобильные перевозки пассажиров транспортом общего пользования; выдачи владельцам автомобильных транспортных средств, осуществляющим международные автомобильные перевозки грузов и пассажиров, международных сертификатов технического осмотра; сезонных ограничений нагрузок на оси транспортных средств при их движении по республиканским автомобильным дорогам общего пользования и др.

**Железнодорожный транспорт** представляет собой комплекс организаций, осуществляющих перевозку пассажиров и грузов по установленным для него видам сообщений, техническую эксплуатацию подвижного состава и устройств железнодорожной инфраструктуры. Он имеет *государственную форму собственности* и управляется государственным объединением «Белорусская железная дорога», подчинен Министерству транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Формы организационного построения:

- *административная*: подразделяется на уровни управления – дорожный, отделенческий и отраслевых организаций и структурных подразделений (пункты, станции, дистанции, локомотивные и вагонные депо и. д.);
- *совместные предприятия*, выполняющие виды транспортной деятельности в международном сообщении, выпуск, модернизацию и ремонт транспортных средств.

Нормативно-правовые документы функционирования:

- закон Республики Беларусь «О железнодорожном транспорте»;
- устав железнодорожного транспорта общего пользования Республики Беларусь;
- правила технической эксплуатации Белорусской железной дороги;
- инструкции по движению поездов и маневровой работе, сигнализации на Белорусской железной дороге и др.
- технологические документы: технологический процесс работы структурных подразделений; техническо-распорядительные акты; план формирования поездов; графики их движения.

**Водный транспорт** представляет собой комплекс организаций, осуществляющих перевозку пассажиров и грузов по рекам, закрытым водоемам и в морском сообщении. Координацию работы водного транспорта выполняет Управление морского и речного транспорта Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Формы организационного построения: парохозяйства, судоремонтные заводы. Нормативно-правовые документы функционирования:

1) *кодексы*: внутреннего водного транспорта Республики Беларусь; торгового мореплавания Республики Беларусь;

2) *правила*: технической безопасности и охраны труда при производстве выправительных работ на внутренних водных путях; перевозок грузов внутренним водным транспортом; технической эксплуатации внутреннего водного транспорта; перевозок пассажиров и багажа внутренним водным транспортом;

3) *инструкции*: о порядке организации работы по охране труда в организациях внутреннего водного транспорта; взимания портовых платежей; отражения в бухгалтерском учете и отчетности затрат на подготовительные работы в организациях внутреннего водного транспорта; выдачи и использования лицензионных карточек на транспортные средства; применения Положения о национальном удостоверении личности моряка Республики Беларусь; выполнения путевых работ и содержания судоходных гидротехнических сооружений на внутренних водных путях Республики Беларусь;

4) *постановления Министерства транспорта и коммуникаций*: об особенностях формирования тарифов на внутреннем водном транспорте; о минимальном составе экипажей самоходных транспортных судов.

**Воздушный транспорт** представляет собой комплекс предприятий, организаций, осуществляющих перевозку пассажиров и грузов по воздуху как в республике, так и за ее пределами. Все они являются государственными учреждениями и организационно входят в Департамент по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Формы организационного построения:

— *республиканские унитарные предприятия*: «Национальная авиакомпания «Белавиа»; «Авиакомпания Гомельавиа», «Авиакомпания Гродно», «Национальный аэропорт Минск», по аэронавигационному обслуживанию воздушного движения «Белэронавигация», «Минский авиаремонтный завод», «Информационно-вычислительный центр авиации», «Торговый комплекс «Аэродромный»;

— *открытые акционерные общества* «Авиакомпания Трансавиаэкспорт», «Оршанский авиаремонтный завод»;

— *государственное учреждение* «Медицинская служба гражданской авиации» Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

**Нормативно-правовые документы**: 1) *международные* – о регулярном сообщении [Варшавская конвенция (1929 г.) с учетом принятых позднее Гаагского (1955 г.) и Монреальского (1975 г.) протоколов; нерегулярным (чартерном) сообщении – Гвадалахарская конвенция (1961 г.)]; 2) *внутригосударственные* (Воздушный кодекс Республики Беларусь; авиационные правила перевозки пассажиров и багажа авиапредприятиями Республики Беларусь).

## 4 ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ

### 4.1 Виды построения транспортной сети

**Т**ранспортная сеть (TPC) – совокупность путей сообщения одного вида транспорта и транспортных линейных предприятий, используемая для перевозки грузов и пассажиров по видам сообщения. В мировой практике используются два варианта построения транспортной сети:

1) в пределах территориальных границ:

- с *территориальными ограничениями* – TPC, построенная в пределах государственного образования: республики, области, района, города;

- *надтерриториальная* – TPC, проходящая через территорию двух и более государств (реки, железная дорога, трубопроводный транспорт, пути авионавигации, лоции морских прибрежных зон). В основном используются транзитные линии и виды транснациональных транспортных компаний;

- *локальной концентрации* – TPC, имеющие территориально ограниченное пространство, не выходящее на сеть общего или частного пользования (аэропорты, аэродромы, технологическая);

- *по видам сообщения* – TPC, имеющие назначение для использования по видам сообщения в грузовых или пассажирских перевозках (международного, местного, пригородного, городского сообщения);

2) по форме геометрических фигур:

- *моноцентристские* – имеют выходящие линии из единого центра;

- *полицентрические* – сформированы по прямоугольной форме;

- *линейные* – все участки и узлы транспортной сети последовательно выстроены по прямой линии;

- *радиальные* – все участки и узлы расположены по радиусу относительно одного из транспортных узлов;

- *радиально-полукольцевые* – часть транспортных узлов расположена на полукольце;

- *радиально-кольцевые* – все внешние транспортные узлы соединены участками, образующими кольцо транспорта (автодорожные объезды, метро, городская транспортная сеть);

- *древовидные* – транспортная сеть построена по форме дерева, когда от главного направления вида транспорта отходят участки, имеющие менее важное значение [главные улицы городов, международные транспортные коридоры, автодорожные магистрали: (С.-Петербург – Одесса) и ответвления (Гомель – Жлобин), (Гомель – Ветка), железнодорожные направления (Москва – Берлин) и ответвления (Жабинка – Лунинец и Минск – Вильнюс)].



Схемы использования геометрических фигур при построении транспортной сети показаны на рисунке 4.1.

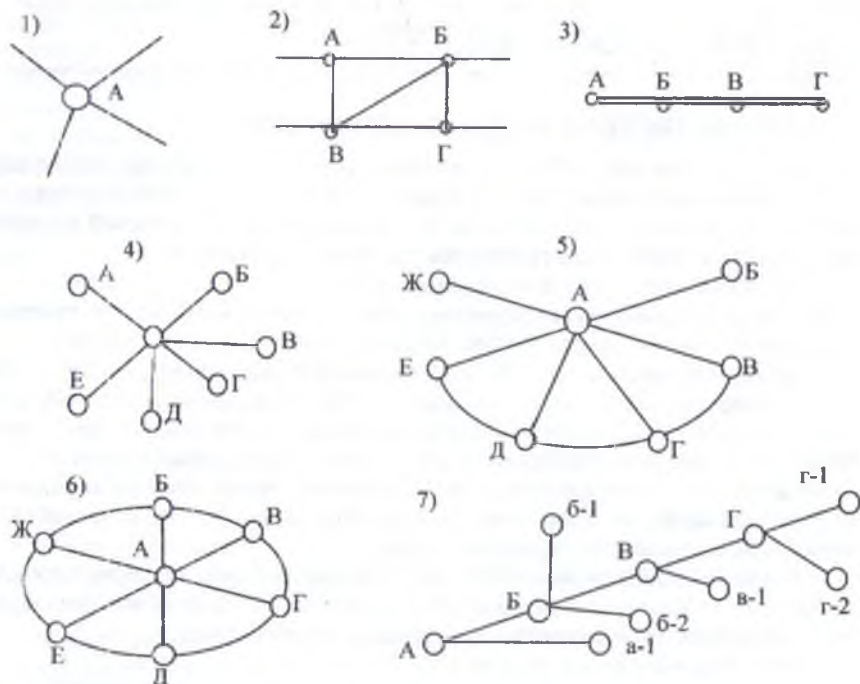


Рисунок 4.1 – Схемы геометрического построения транспортной сети:  
1 – моноцентристские; 2 – полицентрические; 3 – линейные; 4 – радиальные;  
5 – радиально-полукольцевые; 6 – радиально-кольцевые; 7 – древовидные

В практической деятельности наиболее часто применяются следующие схемы построения транспортной сети:

- *моноцентристские* используемые в небольших государствах (Литва, Латвия, Эстония) и населенных пунктах с компактной территорией;

- *полицентрические* – в населенных пунктах, образованных вокруг исторических центров (города Германии) с построением уличной сети по правилам прямолинейных геометрических фигур;

- *линейные* – в государствах, имеющих вытянутую географическую форму (Италия) и населенных пунктах с такой же географией (Бобруйск, Волгоград);

- *радиальные* – в государствах, имеющих территорию диаметрального характера (Беларусь, Франция, Испания, Польша) и в мегаполисах (Париж, Минск, С.-Петербург);

– *радиально-полукольцевые* – в государствах, имеющих часть территорий со сложными климатическими условиями, на которых неразвита транспортная инфраструктура (Китай, страны Северной Африки), и в городах, имеющих радиальное построение инфраструктуры и выходы на города-спутники (Гомель, Киев, Таллинн);

– *радиально-кольцевые* – в государствах, имеющих радиальную схему географического построения с размещением столицы в центре страны (Польша, Румыния, Болгария, Турция), и в городах, имеющих развитие вокруг административного центра (Варшава, Бухарест, Москва);

– *древовидные* – в государствах, имеющих прямолинейно-вытянутую географическую схему (Швеция, Норвегия, Чили), а также в городах, размещенных вдоль рек (Волгоград вдоль реки Волги – свыше 90 км) или железнодорожных коммуникаций (Донецк вдоль железной дороги на протяжении свыше 60 км).

## 4.2 Транспортное обслуживание территории

**Транспортное обслуживание территории** – совокупность технологических операций по перевозке грузов и пассажиров, выполняемых всеми видами транспорта в границах административной территории или национальных границ государства. Транспортное обслуживание выполняется с использованием имеющейся и вновь вводимой транспортной сети. Оно включает: перевозки грузов и пассажиров; выполнение транспортных услуг, связанных с перевозкой: оформление грузов, багажа и пассажиров, доставка грузов к местам погрузки, временного хранения, пассажиров – к местам посадки, обеспечение гарантий безопасной перевозки.

Схема транспортного обслуживания – это совокупность взаимосвязанных технологических операций, выполняемых на транспортных предприятиях и связанных с перевозкой грузов и пассажиров от момента поступления заявки на перевозку до момента завершения выполнения всех условий договора на перевозки. Она может предусматривать доставку груза или перевозку пассажира одним или несколькими видами транспорта. При этом различают модальные и интермодальные перевозки.

Развитие схемы транспортного обслуживания территории определяется степенью удовлетворения потребностей организаций и населения в перевозках и возможностями транспортных организаций для их выполнения. Возможны следующие варианты развития схемы транспортного обслуживания:

– расширение транспортной сети – строительство новых автомобильных и железных дорог, аэродромов, аэропортов, навигационных путей;

– увеличение пропускных способностей путевых коммуникаций – расширение автодорожной сети, строительство многопутных линий, ввод новых средств автоблокировки;

- расширение сети размещения и численности транспортно-эксплуатационных предприятий;
- увеличение производительности действующих транспортных предприятий, численности подвижного состава и персонала;
- расширение перечня услуг и работ на видах транспорта;
- организация взаимодействия видов транспорта с использованием для выполнения одной перевозки нескольких видов транспорта и сообщения.

Эффективность транспортного обслуживания территории оценивается следующими параметрами:

- линии видов транспорта должны быть одинаково удалены от пунктов начально-конечных операций (опыт США, где для увеличения густоты сети и доступности сделаны многочисленные однопутные линии, по которым выполняется в основном одностороннее движение, или опыт стран Западной Европы, когда плотность сети доведена до  $11,6 \text{ км/км}^2$ );
- на территории размещаются линии с одинаковой продолжительностью проезда, перевозки;
- имеются альтернативные решения транспортных проблем по экономическим параметрам. Иначе вид транспорта считается монопольным и к нему используется антимонопольное законодательство.

Транспортное обслуживание территории может быть выполнено по параллельным линиям видов транспорта. При этом, если задан район шириной  $B$ , то определяется потребность в транспортных линиях, которые необходимо иметь для транспортного обслуживания территории. Схематически это можно представить, как это показано на рисунке 4.2.

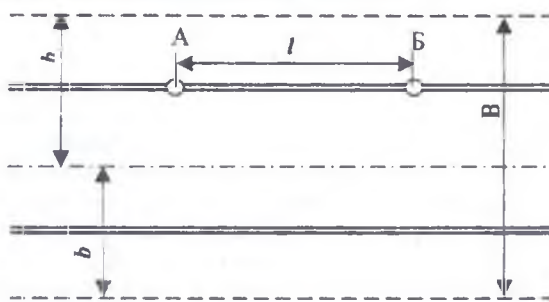


Рисунок 4.2 – Схема транспортного обслуживания территории параллельными линиями вида транспорта

Потребность в параллельных линиях для транспортного обслуживания территории рассчитывается следующим образом:

$$b_i^{\text{то}} = B_i^{\text{то}} / m_i^{\text{то}}, \quad (4.1)$$

где  $m_i^{\text{то}}$  – количество параллельных линий на территории.



Оптимальное количество транспортных линий зависит от следующих параметров:

- ширины района транспортного обслуживания  $B_i^{\text{то}}$ ;
- расстояния между пунктами транспортного обслуживания  $l_i^{\text{то}}$ ;
- скорости движения транспортного потока между пунктами транспортного обслуживания  $v_i^{\text{тп}}$ ;
- скорости подвоза к пункту транспортного обслуживания (региональная скорость передвижения транспортного потока  $v_i^{\text{рег}}$ );
- количественного значения транспортного потока, которое требует транспортного обслуживания  $W_i^{\text{то}}$ .

Показатели транспортной обеспеченности территории и доступности населения и производственных организаций отражают уровень транспортного обслуживания хозяйственных объектов и населения и зависят от протяженности сети путей сообщения, их пропускной и провозной способности, конфигурации размещения транспортных линий и других факторов. Очевидно, что эти показатели тем выше, чем более развита сеть путей сообщения. Различия в обеспечении путями сообщения отдельных стран и регионов характеризуются показателем *густоты сети* км/1000 км<sup>2</sup>, измеряемым отношением протяженности эксплуатационной длины сети к площади территории региона:

$$\delta_i^{\text{пл}} = 1000 \frac{L_i^{\text{экспл}}}{F_{\text{рег}}}, \quad (4.2)$$

где  $L_i^{\text{экспл}}$  – эксплуатационная длина линий  $i$ -го вида транспорта.

С использованием вышеприведенной формулы можно констатировать, что густота железнодорожной, автодорожной и трубопроводной сетей соответствует данным, приведенным в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Транспортная обеспеченность Республики Беларусь

Наименование областей	Эксплуатационная длина, км			Густота путей сообщения, км на 1000 км <sup>2</sup>		
	железных дорог	автомобильных дорог	трубопроводов	железных дорог	автомобильных дорог	трубопроводов
Брестская	1 062	10700		32,4	326,2	
Витебская	1 202	17700		30,0	442,5	
Гомельская	911	12400		22,6	306,9	
Гродненская	649	12900		25,8	513,9	
Минская	869	19500		21,6	488,7	
Могилевская	810	13300		27,9	457,0	
По стране	5 503	86500	11235	26,5	416,7	54,12

Однако при равной площади двух регионов потребность в транспорте будет больше у того региона, численность населения которого больше. Для

обобщенной характеристики транспортной обеспеченности территории немецкий статистик Э. Энгель предложил формулу определения единого показателя густоты сети  $\delta_3^{\text{пл}}$  км, с учетом и площади, и численности населения

$$\delta_3^{\text{пл}} = \frac{L_i^{\text{экспл}}}{\sqrt{FA}}, \quad (4.3)$$

где  $A$  – численность населения чел.

Вместе с тем очевидно, что при одинаковой численности населения и площади территории потребность в перевозках может быть различной в зависимости от структуры, объемов и размещения производства. Для учета этих факторов русский инженер Ю. И. Успенский модифицировал формулу Энгеля, введя в знаменатель объем предъявляемых к перевозке грузов  $Q$ , тыс. т:

$$\delta_3^{\text{пл}} = \frac{L_i^{\text{экспл}}}{\sqrt[3]{F_0 A Q}}. \quad (4.4)$$

Приведенные формулы не в полной мере отражают достаточность или оптимальность развития транспортной сети и являются важным индикатором уровня обеспеченности территорий путями сообщений отдельных видов транспорта. Для определения комплексного показателя густоты сети различных видов транспорта  $\delta_{\text{пр}}^{\text{пл}}$  (приведенных т-км), предложено указывать приведенную длину путей сообщения  $L_{\text{пр}}^{\text{пл}}$ , км, и учитывать только обжитую площадь  $F_0$  рассматриваемого региона:

$$\delta_{\text{пр}}^{\text{пл}} = \frac{L_i^{\text{пр}}}{\sqrt[3]{F_0 A Q}}. \quad (4.5)$$

Профессором Л. И. Василевским предложено использовать следующие коэффициенты приведения транспортных линий к 1 км железных дорог с учетом сопоставимых уровней их пропускной и провозной способности: для усовершенствованной автомагистрали – 0,45, автодороги с обычным твердым покрытием – 0,15, речного пути – 0,25, магистрального газопровода – 0,30 и для нефтепровода среднего диаметра – 1,0.

Пользуясь формулой определения комплексной густоты сети, можно, хотя и с большой степенью условности, сопоставить транспортную обеспеченность различных стран и регионов мира (таблица 4.2). Как видно из приведенной таблицы, страны СНГ, в том числе и Беларусь, имеют наиболее низкие показатели транспортной обеспеченности по отношению к мировым её значениям. Это свидетельствует о низком уровне транспортного обслуживания потребителей и необходимости дальнейшего развития транспортной сети Республики Беларусь.

Таблица 4.2 – Оценочные значения густоты сети в разных странах

Регионы и страны	$\delta_{жд}^{пл}$	$\delta_{ял}^{пл}$	$\delta_{общ}^{пл}$	$\delta_{я}^{пл}$	$\delta_{пр}^{пл}$
СНГ	0,65	5,2	5,0	10,6	2,6
США	2,27	62,3	28,4	54,3	10,5
Азия	1,35	13,8	5,7	4,4	1,4
Африка	0,50	2,1	1,2	2,8	1,1
Мир в целом	1,81	15,6	8,2	11,5	3,1

При оценке достаточности транспортного обслуживания территории следует учитывать интенсивность использования транспортных ресурсов и их доступность потребителям.

Относительными показателями интенсивности использования транспорта можно считать отношение удельного приведенного грузооборота соответственно к 1000 км<sup>2</sup> площади, 10000 жителей и 1000 т перевезенной в регионе продукции:

$$\delta_{с}^{пл} = \frac{\sum (PI)_{прив}}{F_{рег}}; \quad (4.6)$$

$$\delta_{с}^{пл} = \frac{\sum (PI)_{прив}}{\sqrt{FA}}; \quad (4.7)$$

$$\delta_{с}^{пл} = \frac{\sum (PI)_{прив}}{\sqrt{F_0 \cdot AQ}}. \quad (4.8)$$

Приведенный грузооборот  $\sum (PI)_{прив}$  образуется посредством «двойного приведения» через соответствующие коэффициенты тонно-километров грузовой и пассажирской работы различных видов транспорта и скорректированной протяженности транспортных линий  $L_{пр}^{пл}$  с учетом их перевозочной мощности. По существу, величина  $\sum (PI)_{прив}$  отражает объем транспортных услуг основной деятельности транспорта, оказываемых потребителям на рассматриваемой территории. В некоторых случаях вместо грузооборота, т. е. транспортной работы, используют объем перевозок, доходы или затраты транспорта.

Макроэкономическим показателем уровня транспортного обслуживания  $\delta_m$  можно считать объем приведенного грузооборота в тонно-километрах, приходящихся на единицу финансовой оценки национального дохода (валового внутреннего продукта –  $D_{ВВП}$ ) страны:

$$\delta_m = \frac{\sum (PI)_{прив}}{D_{ВВП}}. \quad (4.9)$$



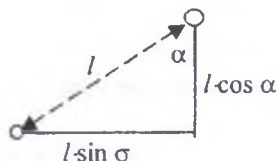
В нормальных условиях развития государства темпы роста удельной величины транспортной работы соответствуют темпам прироста валового внутреннего продукта (хотя в развивающихся странах временно возможно некоторое опережение темпов спроса на транспорт против прироста национального продукта). Эти соотношения в значительной мере зависят от общей транспортной политики государства, направленной на оптимизацию транспортной работы, сокращение затрат на перевозки, рационализацию размещения и развития производительных сил. В долгосрочной перспективе целью нашего государства должны быть рост объемов перевозок грузов и пассажиров при повышении уровня доступности транспорта потребителям транспортных услуг.

### 4.3 Принципы построения транспортной сети

Транспортная сеть региона формируется с использованием следующих методов и принципов:

- одинаковых удалений транспортных узлов;
- экономически выгодных маршрутов;
- зоны влияния линий видов транспорта;
- линий одинакового времени перевозки (движения);
- линий одинаковых затрат.

**1 Принцип одинаковых удалений** – построение транспортной сети по критерию пространственных удалений между точками отправления и прибытия. Расчет выполняется с использованием коэффициента непрямолинейности прокладки транспортной сети по территории по правилам линейной геометрии, как это показано на рисунке:



$$\varepsilon_{\text{ли}} = \frac{l(\cos \alpha + \sin \alpha)}{l} = \cos \alpha + \sin \alpha.$$

При  $\alpha = 45^\circ$   $\varepsilon = 1,4$ . Оптимальное значение получают при  $\alpha = 0^\circ$ ,  $\varepsilon = 1,0$ .

С использованием коэффициента  $\varepsilon$  определяется действительное расстояние перевозки, по величине которого находится площадь района транспортного обслуживания.

**Пример.** Рассмотрим способы доставки калийных удобрений от ст. Калий до порта Загреб.

*1-й вариант.* Груз доставляется по железной дороге от ст. Калий до ст. Херсон, где перегружается из железнодорожных вагонов на суда класса «река – море» и доставляется по Черному морю и рекам Дунай и Савва в Хорватию. Перегрузка в пор-

ту Херсон стоит \$26 за 1 т, перевозка осуществляется подвижным составом Украины на ее территории.

*2-й вариант.* Груз доставляется по железной дороге от ст. Калий до ст. Калинковичи (порт Мозырь), где перегружается из железнодорожных вагонов на суда класса «река – море» и доставляется по реке Днепр, Черному морю и рекам Дунай и Савва в Хорватию. Выполняется перевозка груза в вагоне Белорусской ж. д. по ее сети (\$6 за 1 т), перегрузка из вагона на ручное судно по ст. Калинковичи в порту Мозырь (\$12 за 1 т) и дальнейшая перевозка выполняется судами Белорусского речного пароходства (\$46 за 1 т).

*3-й вариант.* Груз доставляется автомобилями в речной порт Микашевичи, где перегружается на суда класса «река–море» и доставляется по реке Днепр, Черному морю и рекам Дунай и Савва в Хорватию при общей стоимости перевозки \$54.

**Вывод.** Получает транспортное обслуживание территория, выходящая за пределы государственных границ. При этом возрастают: площадь транспортного обслуживания, коэффициенты протяженности, плотности и непрямолинейности. В целом можно сказать, что произошло расширение транспортного рынка для национальных перевозчиков Республики Беларусь.

**2 Принцип экономически выгодных маршрутов** – использование маршрутов транспортной сети региона, обеспечивающих лучший экономический результат при выполнении перевозки. При его определении используются следующие критерии:

– *ближе к низкой себестоимости перевозки*  $e_i \leq e_j \rightarrow \min$  :

$$e_i = \sum_{i=1}^n E_i^{\text{mn}} / \sum_{i=1}^k W_i^{\text{mn}}, \quad (4.10)$$

где  $E_i^{\text{mn}}$  – совокупные эксплуатационные расходы на выполнение перевозочного процесса;  $W_i^{\text{mn}}$  – выполненный объем перевозок;

– *ближе к высоким доходным поступлениям:*

$$D = \sum_{i=1}^r d_i \rightarrow \max, \quad (4.11)$$

где  $d_i$  – доходная ставка от  $i$ -го вида деятельности;  $r$  – количество видов транспортной деятельности;

– *рентабельность перевозки по выбранному маршруту:*

$$\rho_i = \frac{D^{\text{mn}} - \sum_{i=1}^n E_i^{\text{mn}}}{\sum_{i=1}^n F_i^{\text{mn}}}, \quad (4.12)$$

где  $\sum_{i=1}^n F_i^{\text{mn}}$  – суммарная стоимость основных фондов, использованных при выполнении перевозок;

– *обеспечение срока перевозки, определенного договорными условиями:*

$$T_i^{\text{mn}} \leq T_j^{\text{mn}} \leq T^{\text{дог}}; \quad (4.13)$$

– обеспечение безопасности перевозок

$$\beta_i = \min \sum_{i=1}^n \Delta \vartheta_i^{\text{пн}}, \quad (4.14)$$

где  $\Delta \vartheta_i^{\text{пн}}$  – отклонение от технологии перевозок, не гарантирующее безопасное следование транспортного средства, сохранность груза, безопасность пассажира.

3 Принцип зоны влияний линий видов транспорта – определение кратчайших расстояний от пунктов зарождения транспортного потока до ближайшего пункта транспортного обслуживания, расположенного на транспортной сети региона. Рассматриваются в двух вариантах, показанных на рисунках 4.3 и 4.4.

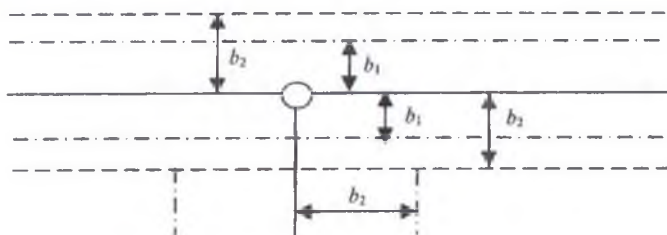


Рисунок 4.3 – Расчетная схема зон влияния видов транспорта в виде линий кратчайших расстояний

4 Принцип линий одинаковых времен перевозки (поездки) – *изохрома*. Определяется отношением расстояния перевозки на скорость. С учетом того, что скорость движения по зонам может быть различной, то густота расположения изохром может меняться. Время перевозки будет рассматриваться как сумма времен по каждой зоне, т.е.

$$T_n = \sum_{i=1}^n t_i. \quad (4.15)$$

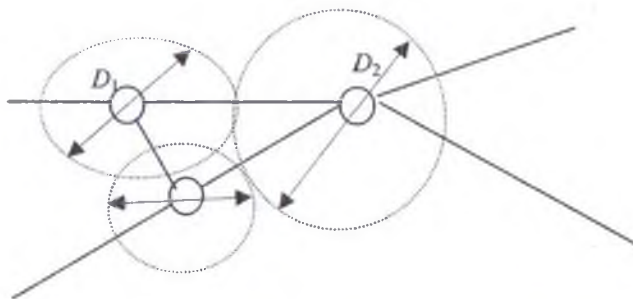


Рисунок 4.4 – Расчетная схема зон влияния видов транспорта и формирования транспортных узлов в виде окружностей



Порядок построения изохром следующий. От исходной точки А. рассчитывается время поездки транспортного средства до последующих пунктов, находящихся на маршруте. Возле каждого пункта строится собственная изохрома (рисунок 4.5). Зоны изохром показаны с интервалом 10 мин.

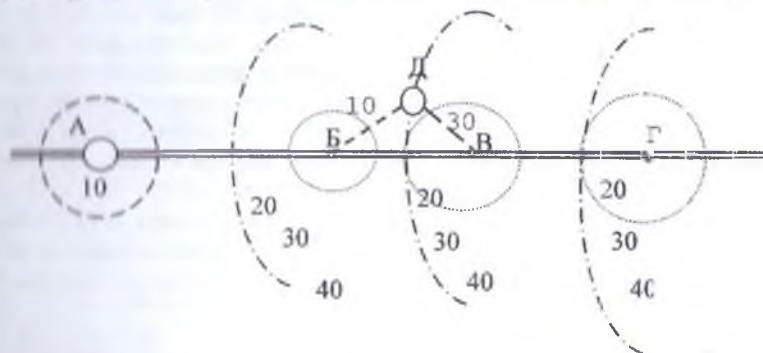


Рисунок 4.5 – Изохромы движения транспортных средств между транспортными узлами

Расчет может быть выполнен по двум вариантам:

- 1)  $t_{AD} = t_{AB} + t_{BD} = 40 + 10 = 50$  мин;
- 2)  $t_{AD} = t_{AG} + t_{DG} = 40 + 40 = 80$  мин.

Изохромы строят для любого вида транспорта в виде изохромных карт, в которых учитывается:

- продолжительность поездки;
- продолжительность ожидания транспортного средства в пунктах транспортного обслуживания;
- дифференциальная и суммарная продолжительность промежуточных остановок;
- продолжительность пересадок пассажиров и перегрузки грузов.

**5 Принцип линий одинаковых затрат.** Линии одинаковых затрат предполагают выбор элемента транспортной сети, который оценивается в денежном выражении себестоимости эксплуатации технических устройств:

$$E_{\text{ты}}^{\text{сб}} = \sum_{j=1}^k e_j^{\text{ты}} n_j^{\text{ты}}, \quad (4.16)$$

где  $e_j^{\text{ты}}$  – расходная ставка финансового показателя оценки  $n$ -го технического устройства;  $n_j^{\text{ты}}$  – количество технических устройств  $j$ -го вида транспорта, используемых для выполнения перевозочного процесса.

Расчеты по приведенной формуле позволяют получить для каждого пункта или участка инфраструктуры карту затрат. По этим затратам строят (выбирают) линии одинаковых (наименьших) затрат.

Производной характеристикой от линии одинаковой поездки являются линии одинакового выигрыша времени и линии одинаковой стоимости перевозки. Существенной характеристикой транспортной сети является ее структура. При ее описании главным элементом является оптимизация выбора совокупности вершин и связи между ними. На практике при формировании транспортной сети используют принцип агрегирования до необходимых размеров основной сети с дальнейшей детализацией при решении конкретных каких-либо задач в этой области. На высшем уровне агрегации формируется сеть путей сообщения в целом, а именно, устанавливаются списки вершин и звеньев между ними. Эти списки можно представить в виде топологии транспортной сети.

С учетом принципов построения транспортной сети устанавливаются также принципы её развития. При этом любая транспортная сеть имеет тенденцию к развитию и совершенствованию. Имеется всегда только два пути (варианта):

*1 Развитие:*

- расширение функций: расширение видов сообщений; расширение видов перевозок (грузовые, пассажирские, смешанные) организация и расширение ремонтной и промышленной базы, обеспечивающих перевозочных процесс; создание новых видов деятельности (банковская, экспедиторская, работа с населением);

- рост размеров транспортного полигона или сети: ввод новых видов транспорта, расширение действующей сети транспорта и зон тяготения к видам транспорта;

- прирост объемов работы: в целом; по видам перевозок; по видам сообщений, привлечение из других областей экономики;

- развитие аутстаффинга по отдельным видам деятельности транспортных организаций (выделение оператора перевозок, передача контрольных функций, функций оплаты за проезд, технического обслуживания транспортных средств, обследования транспортных потоков и т.д.).

*2 Свертывание:*

- сокращение функций: исключение ремонтной базы с передачей ее промышленным предприятиям; сокращение видов перевозок (грузовых или пассажирских); сокращение функций сервиса;

- уменьшение размеров транспортного полигона: разбор путей сообщения; сокращение воздушных линий, аэронавигационного обслуживания, запреты на полеты над территорией; пограничные запреты на въезд, ограничение движения по автомобильным дорогам;

- снижение объемов работы: сокращение видов сообщений, видов деятельности, объемов по оставшимся видам деятельности, исключение перевозок по отдельным видам; передача части работ и услуг внетранспортным организациям, фирмам и компаниям, иностранным транспортным компаниям.

#### 4.4 Условия интеграции инфраструктуры вида транспорта

Условие интеграции инфраструктуры вида транспорта в транспортную сеть страны рассчитывается по трем критериям:

- распределение транспортной сети на территории рассматриваемого региона ( $x_i^k$ );

- приоритетность линий международного значения ( $y_i^k$ );

- приоритетность линий внутригосударственного значения ( $z_i^k$ ).

Эти параметры рассчитываются с целью определения приоритетности инфраструктуры каждого вида транспорта в рассматриваемом регионе и степени ее важности для вида перевозок. С учетом международной практики приоритет отдается традиционно международным перевозкам.

С учетом рекомендаций международных экспертов расчет значений каждого критерия выполняется с использованием частного решения Фурье. В таком случае предложенные оценочные параметры каждого вида транспорта рассчитываются по формулам:

$$x_i^k = \frac{\sqrt{h_i^k + b_i^k}}{h_i^k} + \frac{\sqrt{h_i^k + b_i^k}}{b_i^k}; \quad (4.17)$$

$$y_i^k = \sqrt{\frac{(h_i^k)^2}{(h_i^k)^2 + (b_i^k)^2}}; \quad (4.18)$$

$$z_i^k = \sqrt{\frac{(b_i^k)^2}{(h_i^k)^2 + (b_i^k)^2}}, \quad (4.19)$$

где  $h_i^k$  – количество хорд у вида транспорта (хордой вида транспорта называется совокупность транспортных коммуникаций вида транспорта, интегрированная в международное или государственное направление, включенное в международный транспортный коридор), используемых для  $k$ -го вида перевозок (грузовых или пассажирских);  $b_i^k$  – количество дуг у вида транспорта (дугой называется транспортная коммуникация вида транспорта, которая предназначена для выполнения перевозок грузов или пассажиров во внутригосударственном сообщении или используется для перехода с одной международной линии на другую), используемых для  $k$ -го вида перевозок.

Расчет значения критерия интеграции транспортной сети каждого вида транспорта в региональную сеть производится по функциональным признакам интеграции на территории рассматриваемого региона ( $x_i^k$ ); интеграции в сеть международного значения, проходящую по территории реги-



она ( $\omega_i^k$ ); интеграции в сеть внутригосударственного значения, проходящую по территории региона ( $\mu_i^k$ ). Расчет выполняется следующим образом:

$$\chi_i^k = \frac{\sqrt{h_i^k + b_i^k}}{\sum_{i=1}^n h_i^k} + \frac{\sqrt{h_i^k + b_i^k}}{\sum_{i=1}^n b_i^k}; \quad (4.20)$$

$$\omega_i^k = \frac{(h_i^k)^2}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (h_i^k)\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n (b_i^k)\right)^2}}; \quad (4.21)$$

$$\mu_i^k = \frac{(b_i^k)^2}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (h_i^k)\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n (b_i^k)\right)^2}}. \quad (4.22)$$

На основании полученных результатов расчетов делается оценка глубины интеграции инфраструктуры транспортной сети каждого вида транспорта в транспортную сеть региона и степень приоритетности вида перевозок для рассматриваемого региона. Рассматриваются следующие условия:

- 1)  $\chi_i^{\text{TP}} - \omega_i^{\text{TP}} > 0$  – транспортная сеть вида транспорта региона хорошо развита и интегрирована в транспортную сеть региона;
- 2)  $\chi_i^{\text{TP}} - \omega_i^{\text{TP}} < 0$  – транспортная сеть вида транспорта имеет слабое развитие и не имеет приоритетного значения для него;
- 3)  $\chi_i^{\text{TP}} - \mu_i^{\text{TP}} > 0$  – транспортная сеть вида транспорта региона хорошо развита в региональном значении, но не интегрирована с другими видами транспорта в регионе и не имеет приоритетного значения для рассматриваемого региона;
- 4)  $\omega_i^{\text{TP}} - \mu_i^{\text{TP}} < 0$  – транспортная сеть вида транспорта слабо интегрирована в транспортную сеть региона, и отдается предпочтение перевозкам в регионе другим видам транспорта;
- 5)  $\omega_i^{\text{TP}} - \mu_i^{\text{TP}} > 0$  – транспортная сеть вида транспорта региона хорошо интегрирована в транспортную сеть региона и имеет для него приоритетное значение для данного транспорта;
- 6)  $\omega_i^{\text{TP}} - \mu_i^{\text{TP}} < 0$  – транспортная сеть вида транспорта слабо интегрирована в транспортную сеть региона и не имеет для него приоритетного значения.

#### Пример расчета.

По региону выбирают данные о количестве радиальных и соединительных направлений видов транспорта (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Исходные данные количества радиальных и соединительных направлений видов транспорта

Вид транспорта	Грузовые перевозки		Пассажирские перевозки	
	Количество хорд $h_i$	Количество дуг $b_i$	Количество хорд $b_i$	Количество дуг $b_i$
Железнодорожный	19	16	14	11
Автодорожный	26	28	28	20
Водный	5	8	4	5
Воздушный	11	4	30	10
Нефтепроводы	6	4		
Газопроводы	8	3		
Итого	75	63	76	46

Выполняется расчет оценочных критериев интеграции инфраструктуры одного из видов транспорта (например, для автодорожного) в транспортную сеть региона:

1) критерий распределения автодорожной транспортной сети на территории рассматриваемого региона:

– для грузовых перевозок –

$$x_1^{гр} = \frac{\sqrt{26+28}}{26} + \frac{\sqrt{26+28}}{28} = 0,55;$$

– для пассажирских перевозок –

$$x_{жд}^{пс} = \frac{\sqrt{28+20}}{28} + \frac{\sqrt{28+20}}{20} = 0,59;$$

2) критерий приоритетности линий международного значения:

– для грузовых перевозок –

$$y_{жд}^{гр} = \sqrt{\frac{26^2}{26^2 + 28^2}} = 0,68;$$

– для пассажирских перевозок –

$$y_{жд}^{пс} = \sqrt{\frac{28^2}{28^2 + 20^2}} = 0,81;$$

3) критерий приоритетности линий внутригосударственного значения:

– для грузовых перевозок –

$$z_{жд}^{гр} = \sqrt{\frac{28^2}{26^2 + 28^2}} = 0,73;$$

– для пассажирских перевозок –

$$z_{жд}^{пс} = \sqrt{\frac{20^2}{28^2 + 20^2}} = 0,58.$$

Выполняется расчет оценочных критериев интеграции инфраструктуры для всех видов транспорта и полученные результаты расчетов заносятся в таблицу 4.4. С учетом полученных результатов, приведенных в таблице 4.4, составляется таблица 4.5.

Таблица 4.4 – Результаты расчета критериев интеграции инфраструктуры одного из видов транспорта в региональную сеть

Вид транспорта	Грузовые перевозки			Пассажирские перевозки		
	$x_i^{гр}$	$y_{ж.д}^{гр}$	$z_{ж.д}^{гр}$	$x_i^{пс}$	$y_{ж.д}^{пс}$	$z_{ж.д}^{пс}$
Железнодорожный	0,68	0,76	0,64	0,81	0,79	0,62
Автодорожный	0,55	0,68	0,73	0,59	0,81	0,58
Водный	1,17	0,53	0,85	1,35	0,62	0,78
Воздушный	1,32	0,94	0,34	0,84	0,95	0,32
Нефтепроводы	1,32	0,83	0,55			
Газопроводы	1,52	0,94	0,35			
Итого	6,56	4,68	3,47	3,60	3,17	2,30

Таблица 4.5 – Результаты расчета оценочных параметров интеграции инфраструктуры видов транспорта в транспортную сеть региона

Вид транспорта	Грузовые перевозки			Пассажирские перевозки		
	$x_i^{гр} - y_i^{гр}$	$x_i^{гр} - z_i^{гр}$	$y_i^{гр} - z_i^{гр}$	$x_i^{пс} - y_i^{пс}$	$x_i^{пс} - z_i^{пс}$	$y_i^{пс} - z_i^{пс}$
Железнодорожный	-0,08	0,04	0,12	0,03	0,19	0,17
Автодорожный	-0,14	-0,19	-0,05	-0,22	0,01	0,23
Водный	0,64	0,32	-0,32	0,73	0,57	-0,16
Воздушный	0,38	0,98	0,60	-0,11	0,53	0,63
Нефтепроводы	0,49	0,76	0,28			
Газопроводы	0,58	1,17	0,59			
Итого	1,87	3,08	1,21	0,43	1,30	0,88

Расчеты критерия интеграции инфраструктуры вида транспорта в транспортную сеть региона выполняется в приведенной ниже последовательности.

С использованием исходных данных, приведенных в таблице 1.5, рассчитываются критерии для автодорожного транспорта:

1) критерий интеграции на территории рассматриваемого региона:

– для грузовых перевозок –

$$\chi_{а.д}^{гр} = \frac{\sqrt{26+28}}{75} + \frac{\sqrt{26+28}}{63} = 0,21;$$

– для пассажирских перевозок –

$$\chi_{а.д}^{пс} = \frac{\sqrt{28+20}}{76} + \frac{\sqrt{28+20}}{46} = 0,24;$$

2) критерий интеграции в сеть международного значения, проходящую по территории региона:

– для грузовых перевозок –

$$\omega_{а.д}^{гр} = \sqrt{\frac{26^2}{75^2 + 63^2}} = 0,27;$$

– для пассажирских перевозок –

$$\omega_{а.д}^{пс} = \sqrt{\frac{28^2}{76^2 + 46^2}} = 0,32;$$



3) критерий интеграции в сеть внутригосударственного значения, проходящую по территории региона:

– для грузовых перевозок –

$$\mu_{ад}^{гр} = \sqrt{\frac{28^2}{75^2 + 63^2}} = 0,29;$$

– для пассажирских перевозок –

$$\mu_{ад}^{пс} = \sqrt{\frac{20^2}{76^2 + 46^2}} = 0,23.$$

Полученные результаты расчетов заносятся в таблицу 4.6.

**Таблица 4.6 – Результаты расчетов критерия интеграции транспортной сети видов транспорта в транспортную сеть региона**

Вид транспорта	Грузовые перевозки			Пассажирские перевозки		
	$\chi_i^{гр}$	$\omega_i^{гр}$	$\mu_i^{гр}$	$\chi_i^{пс}$	$\omega_i^{пс}$	$\mu_i^{пс}$
Железнодорожный	0,17	0,19	0,16	0,17	0,16	0,12
Автомобильный	0,21	0,27	0,29	0,24	0,32	0,23
Водный	0,11	0,05	0,08	0,10	0,05	0,06
Воздушный	0,11	0,11	0,04	0,22	0,34	0,11
Нефтепроводы	0,09	0,06	0,04			
Газопроводы	0,10	0,08	0,03			
Итого	0,80	0,77	0,64	0,74	0,86	0,52

На основании таблицы 4.6 составляется таблица 4.7.

**Таблица 4.7 – Результаты расчетов оценки интеграции инфраструктуры видов транспорта в транспортную сеть региона**

Вид транспорта	Грузовые перевозки			Пассажирские перевозки		
	$\chi_i^{гр} - \omega_i^{гр}$	$\chi_i^{гр} - \mu_i^{гр}$	$\omega_i^{гр} - \mu_i^{гр}$	$\chi_i^{пс} - \omega_i^{пс}$	$\chi_i^{пс} - \mu_i^{пс}$	$\omega_i^{пс} - \mu_i^{пс}$
Железнодорожный	-0,02	0,01	0,03	0,02	0,05	0,03
Автомобильный	-0,05	-0,07	-0,02	-0,07	0,02	0,09
Водный	0,05	0,02	-0,03	0,06	0,05	-0,01
Воздушный	0,00	0,07	0,07	-0,12	0,11	0,23
Нефтепроводы	0,03	0,05	0,02			
Газопроводы	0,02	0,07	0,05			
Итого	0,03	0,15	0,12	-0,11	0,22	0,34

**Краткие выводы.** По полученным результатам расчета критерия интеграции инфраструктуры вида транспорта в транспортную сеть отрасли делаются выводы для каждого вида сообщения:

1) автомобильная сеть в регионе имеет недостаточное развитие для выполнения международных перевозок грузов и пассажиров и требует дополнительного её развития;

2) сеть водного и воздушного видов транспорта, а также трубопроводы и нефтепроводы, наоборот, хорошо развиты и имеют высокую плотность прохождения международных линий;

3) сеть железнодорожного транспорта для грузовых перевозок в регионе слабо интегрирована в международную транспортную сеть и при её использовании отдается предпочтение перевозкам грузов и пассажиров в местном сообщении;

4) сеть остальных видов транспорта хорошо интегрирована в международные транспортные коридоры и может быть эффективно использована для потребностей международных перевозок.

По полученным значениям критерия интеграции инфраструктуры вида транспорта в транспортную сеть региона делаются выводы:

1) отрицательные значения по графе 2 показывают, что железнодорожная и автодорожная сеть имеет слабое развитие и требует дополнительного усиления при включении её в международную транспортную сеть грузовых перевозок;

2) отрицательное значение по графе 3 для автодорожного транспорта показывает, что она слабо интегрирована в международную транспортную сеть и при её использовании отдается предпочтение грузовым перевозкам во внутригосударственном сообщении;

3) отрицательные значения по графе 5 для воздушного и автодорожного видов транспорта свидетельствуют, что транспортная сеть этих видов транспорта слабо интегрирована в международную сеть пассажирских перевозок и международные пассажирские перевозки не имеют приоритетного значения для этих видов транспорта в регионе;

4) остальные виды транспорта хорошо интегрированы в международную транспортную сеть для грузовых (водный, воздушный, нефтепроводы, газопроводы) и пассажирских (водный и воздушный) перевозок.

Критерий интеграции вида транспорта в транспортную сеть региона – это параметрическая оценка степени использования каждого вида транспорта в пределах региона, протяженности сети вида транспорта и плотности ее взаимодействия с другими видами транспорта в единой транспортной сети региона. Физический смысл расчетов сводится к определению значения выделенного критерия для рассматриваемого региона и сравнению ее с эталонным значением, предлагаемым экспертами Европейского банка реконструкции и развития для стран с различным уровнем развития экономики. В соответствии с полученным значением критерия делается предложение о значении той или иной линии для региона и необходимости инвестирования данной страной или группой стран. Данные принимаются из источников ЕБРР при наличии приоритета транспортной сети данного региона для континентальных транспортных потребностей или рассчитываются с учетом региональных интересов.

Величину критерия интеграции вида транспорта в единую транспортную сеть региона рассчитывают по формуле с использованием коэффициентов равных отношений каждого вида транспорта, т. е.

$$k_j^{\text{инт}} = \beta_j \sqrt{\frac{l_j}{\sum_{j=1}^n l_j} + \frac{l_j + n_j^{\text{инт}}}{\sum_{j=1}^n \rho_j}} + \delta_j \sqrt{\frac{l_j}{S_{\text{roc}}}} + \lambda_j \sqrt{\frac{l_j}{\sum_{j=1}^n l_j}} + \mu_j \sqrt{\frac{\eta_j}{\sum_{j=1}^n \eta_j}}, \quad (4.23)$$

где  $\beta_j$  – коэффициент приведения расчётного измерителя по критерию плотности размещения линий  $i$ -го вида транспорта в регионе;  $l_j$  – линейная протяженность транспортной сети  $i$ -го вида транспорта, используемого для вида перевозок (грузовых или пассажирских), км;  $n_j^{\text{нп}}$  – количество населенных пунктов, имеющих возможность использовать  $i$ -й вид транспорта;  $\rho_j$  – площадь территории района тяготения к  $i$ -му виду транспорта, км<sup>2</sup>;  $\delta_j$  – коэффициент паритетности протяженности коммуникаций  $i$ -го вида транспорта и площади территории региона, на которой они расположены;  $S_{\text{гос}}$  – площадь территории государства (региона); приводится в задании к работе, км<sup>2</sup>;  $\lambda_j$  – коэффициент корректности приведения протяженности сети видов транспорта по отношению к площади региона тяготения;  $\mu_j$  – коэффициент, отражающий плотность взаимодействия  $i$ -го вида транспорта в единой транспортной сети территории государства;  $\eta_j$  – количество стыковых пунктов перехода грузов и пассажиров на другие виды транспорта.

Интегрированный параметр эксплуатационных свойств транспортной сети региона для выполнения  $j$ -го вида перевозок является величиной расчётной:

$$k_j^{\text{тс}} = n \frac{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n k_i^{\text{инт}}}}{\sqrt[n]{\sum_{i=1}^n k_i^{\text{инт}}}} \quad (4.24)$$

Коэффициент  $k_j^{\text{тс}}$  указывает на степень развитости транспортной сети в регионе. При этом для грузовых перевозок рассматриваются следующие условия:

$1 < k_j^{\text{тс}} < 2$  – оптимальный вариант значения интеграции видов транспорта в транспортную сеть региона;

$k_j^{\text{тс}} < 1$  – виды транспорта практически не интегрированы в транспортную сеть региона, и требуется разработка специальных организационных мероприятий;

$k_j^{\text{тс}} > 2$  – виды транспорта интегрированы в транспортную сеть региона, и эта интеграция носит завершённый характер. На территории региона могут выполняться интермодальные перевозки без всяких ограничений.

#### Пример расчета.

Расчет выполняется на основании исходных данных, занесенных: для грузовых перевозок – в таблицу 4.8, для пассажирских – в таблицу 4.9.

Таблица 4.8 – Параметры элементов транспортной сети региона (грузовые перевозки)

Вид транспорта	$\beta_i$	$l_i$	$n_i^{\text{гп}}$	$\rho_i$	$\delta_i$	$\lambda_i$	$\mu_i$	$\eta_i$
Железнодорожный	2,8	13997	562	9430	0,17	6,4	2,6	7
Автодорожный	2,3	35800	988	15000	0,23	7,6	3,0	6
Водный	4,0	2068	187	2560	0,13	3,3	1,5	4
Воздушный	1,4	2648	120	1190	0,38	3,0	1,3	3
Нефтепроводы	1,6	3300	49	4800	0,40	2,8	1,8	4
Газопроводы	1,5	1900	203	9500	0,43	2,6	1,6	4
Итого		59713	2109	42480	1,74	25,7	11,8	28

По формуле (4.23) выполняется расчет критерия интеграции автодорожного транспорта по грузовому движению в единую транспортную сеть региона:

$$k_{г.д}^{\text{инт}} = 2,3 \sqrt{\frac{35800}{59713} + \frac{35800 + 988}{42480}} + 0,23 \sqrt{\frac{35800}{61000}} + 7,6 \sqrt{\frac{35800}{59713}} + 3,0 \sqrt{\frac{6}{28}} = 10,23.$$

Таблица 4.9 – Параметры элементов транспортной сети региона (пассажирские перевозки)

Вид транспорта	$\beta_i$	$L_i$	$n_i^{\text{пп}}$	$\rho_i$	$\delta_i$	$\lambda_i$	$\mu_i$	$\eta_i$
Железнодорожный	2,8	7535	562	9430	0,17	6,4	2,6	7
Автодорожный	2,3	29600	988	15000	0,23	7,6	3,0	6
Водный	3,0	2068	187	2560	0,13	3,3	1,5	4
Воздушный	1,4	812	140	1190	0,38	3,0	1,3	3
Итого		40015	1877	28180	0,91	20,3	8,4	20

По формуле (4.23) выполняется расчет критерия интеграции железнодорожного транспорта по пассажирскому движению в единую транспортную сеть региона:

$$k_{ж.д}^{\text{инт}} = 2,3 \sqrt{\frac{29600}{40015} + \frac{29600 + 988}{28180}} + 0,23 \sqrt{\frac{29600}{61000}} + 7,6 \sqrt{\frac{29600}{40015}} + 3,0 \sqrt{\frac{6}{20}} = 11,45.$$

Выполняются расчеты для всех видов транспорта для грузового и пассажирского движения. Результаты расчетов заносятся в таблицу 4.10.

Таблица 4.10 – Результаты расчетов критерия интеграции вида транспорта в единую транспортную сеть региона

Вид транспорта	Грузовые перевозки	Пассажирские перевозки
Железнодорожный	6,61	6,31
Автодорожный	10,23	11,45
Водный	2,39	2,90
Воздушный	1,60	1,30
Нефтепроводы	2,02	-
Газопроводы	1,57	-
Произведение	819,91	271,90
Итого	24,42	21,95

По данным, приведенным в таблице 4.10, выполняется расчет интегрированного критерия, оценивающего свойства транспортной сети региона, предназначенной: -- для грузовых перевозок:



$$k_{\text{гр}}^{\text{тс}} = \frac{6 \cdot \sqrt[6]{819,91}}{\sqrt{24,42}} = 1,85.$$

– пассажирских перевозок:

$$k_{\text{пс}}^{\text{тс}} = \frac{4 \cdot \sqrt[4]{271,9}}{\sqrt{21,95}} = 1,72.$$

*Краткие выводы.* Расчет интегрированного критерия, оценивающего свойства транспортной сети региона показал, что:

– для грузовых перевозок критерий находится в диапазоне  $1 < k_{\text{гр}}^{\text{тс}} < 2$ ; это значит, что имеет место оптимальный вариант значения интеграции видов транспорта в транспортную сеть региона при выполнении грузовых перевозок;

– для пассажирских перевозок критерий находится в диапазоне  $1 < k_{\text{пс}}^{\text{тс}} < 2$ ; это значит, что имеет место оптимальный вариант значения интеграции видов транспорта в транспортную сеть региона при выполнении пассажирских перевозок.

Коэффициент параллельности прохождения транспортных линий (направлений) различных видов транспорта устанавливает количественное отношение параллельных и непараллельных линий видов транспорта в регионе. Он рассчитывается для всех видов транспорта, находящихся в регионе, и для каждого вида транспорта, включенного в транспортную сеть региона при выполнении вида перевозок. Расчет выполняется отдельно для грузовых и пассажирских перевозок.

Для всех видов транспорта, находящихся в регионе,

$$k_{\text{инт}}^{\text{пар}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{\prod_{i=1}^n N_i^{\text{ли}}}}{\sum_{i=1}^n N_i^{\text{ли}}}, \quad (4.25)$$

где  $N_i^{\text{ли}}$  – количество линий видов транспорта, проходящих параллельно рассматриваемому виду транспорта, ед.

Величина  $\prod_{i=1}^n N_i^{\text{ли}}$  рассчитывается без учета нулевых значений для отдельных видов транспорта.

Для любого вида транспорта, включенного в транспортную сеть региона при выполнении перевозок,

$$k_i^{\text{пар}} = \frac{\sqrt{\prod_{i=1}^n N_i^{\text{ли}}}}{N_i^{\text{ли}}}. \quad (4.26)$$

При оценке выполнения грузовых перевозок расчет примет вид:  
 -- для железнодорожного транспорта --

$$k_{\text{ж.д.}}^{\text{пар}} = \frac{\sqrt{N_{\text{а.д.}}^{\text{ж.д.}} N_{\text{вод}}^{\text{ж.д.}} N_{\text{возд}}^{\text{ж.д.}} N_{\text{н.п.}}^{\text{ж.д.}} N_{\text{г.п.}}^{\text{ж.д.}}}}{N_{\text{ж.д.}}^{\text{ли}}}, \quad (4.27)$$

где  $N_{\text{а.д.}}^{\text{ж.д.}}$  -- количество автомобильных дорог (линий автодорожного транспорта), проходящих параллельно линиям железнодорожного транспорта, ед.;  $N_{\text{вод}}^{\text{ж.д.}}$  -- количество судоходных линий водного транспорта, проходящих параллельно линиям железнодорожного транспорта, ед.;  $N_{\text{возд}}^{\text{ж.д.}}$  -- количество аэронавигационных линий, проходящих параллельно линиям железнодорожного транспорта, ед.;  $N_{\text{н.п.}}^{\text{ж.д.}}$  -- количество «ниток» нефтепроводов, проходящих параллельно линиям железнодорожного транспорта, ед.;  $N_{\text{г.п.}}^{\text{ж.д.}}$  -- количество «ниток» газопроводов, проходящих параллельно линиям железнодорожного транспорта, ед.;  $N_{\text{ж.д.}}^{\text{ли}}$  -- количество линий железнодорожного транспорта, используемых для грузовых перевозок, ед.;

-- для автодорожного транспорта --

$$k_{\text{а.д.}}^{\text{пар}} = \frac{\sqrt{N_{\text{ж.д.}}^{\text{а.д.}} N_{\text{вод}}^{\text{а.д.}} N_{\text{возд}}^{\text{а.д.}} N_{\text{н.п.}}^{\text{а.д.}} N_{\text{г.п.}}^{\text{а.д.}}}}{N_{\text{а.д.}}^{\text{ли}}}, \quad (4.28)$$

где  $N_{\text{ж.д.}}^{\text{а.д.}}$  -- количество железнодорожных линий, проходящих параллельно линиям автодорожного транспорта, ед.;  $N_{\text{вод}}^{\text{а.д.}}$  -- количество судоходных линий водного транспорта, проходящих параллельно линиям автодорожного транспорта, ед.;  $N_{\text{возд}}^{\text{а.д.}}$  -- количество аэронавигационных линий, проходящих параллельно линиям автодорожного транспорта, ед.;  $N_{\text{н.п.}}^{\text{а.д.}}$  -- количество «ниток» нефтепроводов, проходящих параллельно линиям автодорожного транспорта, ед.;  $N_{\text{г.п.}}^{\text{а.д.}}$  -- количество «ниток» газопроводов, проходящих параллельно линиям автодорожного транспорта, ед.;  $N_{\text{а.д.}}^{\text{ли}}$  -- количество линий автодорожного транспорта, используемых для грузовых перевозок, ед.;

-- для водного (внутренние водные пути региона) транспорта --

$$k_{\text{вод}}^{\text{пар}} = \frac{\sqrt{N_{\text{ж.д.}}^{\text{вод}} N_{\text{а.д.}}^{\text{вод}} N_{\text{возд}}^{\text{вод}} N_{\text{н.п.}}^{\text{вод}} N_{\text{г.п.}}^{\text{вод}}}}{N_{\text{вод}}^{\text{ли}}}, \quad (4.29)$$

где  $N_{ж.д}^{вод}$  – количество железнодорожных линий, проходящих параллельно линиям водного транспорта, ед.;  $N_{а.д}^{вод}$  – количество линий автодорожного транспорта, проходящих параллельно линиям водного транспорта, ед.;  $N_{вод}^{вод}$  – количество аэронавигационных линий, проходящих параллельно линиям водного транспорта, ед.;  $N_{н.п}^{вод}$  – количество «ниток» нефтепроводов, проходящих параллельно линиям водного транспорта, ед.;  $N_{г.п}^{вод}$  – количество «ниток» газопроводов, проходящих параллельно линиям водного транспорта, ед.;  $N_{вод}^{лн}$  – количество линий водного транспорта, используемых для грузовых перевозок, ед.;  
– для воздушного транспорта –

$$k_{пар}^{вод} = \frac{\sqrt{N_{ж.д}^{вод} N_{а.д}^{вод} N_{вод}^{вод} N_{н.п}^{вод} N_{г.п}^{вод}}}{N_{вод}^{лн}}, \quad (4.30)$$

где  $N_{ж.д}^{возд}$  – количество железнодорожных линий, проходящих параллельно линиям воздушного транспорта, ед.;  $N_{а.д}^{возд}$  – количество линий автодорожного транспорта, проходящих параллельно линиям воздушного транспорта, ед.;  $N_{вод}^{возд}$  – количество судоходных линий водного транспорта, проходящих параллельно линиям воздушного транспорта, ед.;  $N_{н.п}^{возд}$  – количество «ниток» нефтепроводов, проходящих параллельно линиям воздушного транспорта, ед.;  $N_{г.п}^{возд}$  – количество «ниток» газопроводов, проходящих параллельно линиям воздушного транспорта, ед.;  $N_{возд}^{лн}$  – количество линий воздушного транспорта, используемых для грузовых перевозок, ед.;  
– для транспортировки нефти –

$$k_{н.п}^{пар} = \frac{\sqrt{N_{ж.д}^{н.п} N_{а.д}^{н.п} N_{вод}^{н.п}}}{N_{н.п}^{лн}}, \quad (4.31)$$

где  $N_{ж.д}^{н.п}$  – количество железнодорожных линий, проходящих параллельно линиям нефтепроводов, ед.;  $N_{а.д}^{н.п}$  – количество линий автодорожного транспорта, проходящих параллельно линиям нефтепроводов, ед.;  $N_{вод}^{н.п}$  – количество судоходных линий водного транспорта, проходящих параллельно ли-

ниям нефтепроводов, ед.;  $N_{г.п}^{лн}$  – количество «ниток» линий нефтепроводов, используемых для транспортировки нефти, ед.;

– для транспортировки газа –

$$k_{г.п}^{пар} = \frac{\sqrt{N_{ж.д}^{г.п} N_{а.д}^{г.п} N_{вод}^{г.п}}}{N_{г.п}^{лн}}, \quad (4.32)$$

где  $N_{ж.д}^{г.п}$  – количество железнодорожных линий, проходящих параллельно линиям газопроводов, ед.;  $N_{а.д}^{г.п}$  – количество линий автодорожного транспорта, проходящих параллельно линиям газопроводов, ед.;  $N_{вод}^{г.п}$  – количество судоходных линий водного транспорта, проходящих параллельно линиям газопроводов, ед.;  $N_{г.п}^{лн}$  – количество «ниток» линий газопроводов, используемых для транспортировки газа, ед.

По результатам расчетов делается оценочное заключение в зависимости от полученного значения:

– если  $k_i^{пар} > 2,0$ , имеет место высокий уровень плотности прохождения параллельных линий  $i$ -го вида транспорта по отношению к другим видам транспорта;

– если  $1 < k_i^{пар} < 2,0$ , уровень плотности прохождения параллельных линий  $i$ -го вида транспорта соответствует нормативному значению, принятому для европейских государств;

– если  $k_i^{пар} < 1,0$ , имеет место низкий уровень плотности прохождения параллельных линий  $i$ -го вида транспорта; при таком значении  $k_i^{пар}$  имеет место монополизм  $i$ -го вида транспорта в регионе.

**Пример расчета.**

Исходные данные для расчетов сводятся в таблицу 4.11.

**Таблица 4.11 – Количество параллельных линий по видам транспорта, используемых для грузовых перевозок**

Вид транспорта	Количество линий вида транспорта	Количество параллельных линий видов транспорта					
		$N_{г.п}^{г.п}$	$N_{г.п}^{а.д}$	$N_{г.п}^{ж.д}$	$N_{г.п}^{вод}$	$N_{г.п}^{лн}$	$N_{г.п}^{г.п}$
Железнодорожный	33	0	13	5	5	5	5
Автодорожный	52	13	0	6	5	4	6
Водный	11	5	9	0	5	4	3
Воздушный	8	5	6	5	0	5	5
Нефтепроводы	5	5	4	4	5	0	4
Газопроводы	5	5	6	3	5	4	0

Для каждого вида транспорта выполняется расчет коэффициента параллельности прохождения его линий по отношению к другим видам транспорта:



– железнодорожного –

$$k_{ж.д.}^{пар} = \frac{\sqrt{13 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5}}{33} = 2,7;$$

– автодорожного –

$$k_{а.д.}^{пар} = \frac{\sqrt{13 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 6}}{52} = 1,9;$$

– водного –

$$k_{вод.}^{пар} = \frac{\sqrt{5 \cdot 9 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3}}{11} = 4,7;$$

– воздушного –

$$k_{возд.}^{пар} = \frac{\sqrt{5 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5}}{8} = 7,7;$$

– для транспортировки нефти –

$$k_{н.п.}^{пар} = \frac{\sqrt{5 \cdot 4 \cdot 4}}{5} = 1,8;$$

– для транспортировки газа –

$$k_{г.п.}^{пар} = \frac{\sqrt{5 \cdot 6 \cdot 3}}{5} = 1,9.$$

По результатам расчетов делается оценочное заключение в зависимости от полученного значения:

– для железнодорожного транспорта  $k_{ж.д.}^{пар} = 2,7$ . Это означает, что имеет место высокий уровень плотности прохождения линий железнодорожного транспорта параллельно другим видам транспорта. Имеет место высокий уровень возможности конкуренции других видов транспорта по отношению к железнодорожному при выполнении грузовых перевозок;

– автомобильного транспорта  $k_{а.д.}^{пар} = 1,9$ . Это означает, что уровень плотности прохождения линий автодорожного транспорта параллельно другим видам транспорта, соответствует нормативу европейских государств. Имеет место нормативный уровень возможности конкуренции других видов транспорта по отношению к автодорожному при выполнении грузовых перевозок;

– водного транспорта  $k_{вод.}^{пар} = 4,7$ . Это означает, что имеет место высокий уровень плотности прохождения линий водного транспорта в регионе параллельно другим видам транспорта, а также высокий уровень конкуренции водного транспорта при выполнении грузовых перевозок для отдельных родов грузов (строительных материалов, калийных удобрений, зерна, топлива);

– воздушного транспорта  $k_{возд.}^{пар} = 7,7$ . Это означает, что имеет место высокий уровень плотности прохождения линий воздушного транспорта в регионе параллельно другим видам транспорта, а также высокий уровень конкуренции воздушно-

го транспорта при выполнении грузовых перевозок для отдельных родов грузов (ускоренная доставка грузов);

– нефтепроводов  $k_{н.н}^{пар} = 1,8$ . Это означает, что имеет место низкий уровень плотности прохождения линий нефтепроводов в регионе параллельно другим видам транспорта, а также нормативный уровень конкуренции железнодорожного, автодорожного и водного видов транспорта по отношению к трубопроводному транспорту при транспортировке нефти (при транспортировке нефти может предусматриваться использование этих видов транспорта);

– газопроводов  $k_{г.н}^{пар} = 1,9$ . Это означает, что имеет место низкий уровень плотности прохождения линий газопроводов в регионе параллельно другим видам транспорта, а также нормативный уровень конкуренции железнодорожного, автодорожного и водного видов транспорта по отношению к трубопроводному транспорту при транспортировке газа (в основном при перевозке сжиженного газа).

Для выполнения расчетов интегрированного коэффициента параллельности прохождения транспортных линий в регионе, используемых для грузовых перевозок, заполняется таблица 4.12.

Таблица 4.12 – Результативность расчета интегрированного коэффициента параллельности прохождения транспортных линий в регионе

Вид транспорта	Количество линий вида транспорта	Количество линий видов транспорта, параллельных рассматриваемому виду транспорта						Произведение $\sum N_i^{par}$
		$N_1^{par}$	$N_2^{par}$	$N_3^{par}$	$N_4^{par}$	$N_5^{par}$	$N_6^{par}$	
Железнодорожный	33	0	13	5	5	5	5	8125
Автодорожный	52	13	0	6	5	4	6	9360
Водный	11	5	9	0	5	4	3	2700
Воздушный	8	5	6	5	0	5	5	3750
Нефтепроводы	5	5	4	4	5	0	4	80
Газопроводы	5	5	6	3	5	4	0	90
Итого	114							

Выполняется расчет показателя:

$$k_{инт}^{пар} = \frac{\sqrt{8125} + \sqrt{9360} + \sqrt{2700} + \sqrt{3750} + \sqrt{80} + \sqrt{90}}{114} = 2,79.$$

Для каждого вида транспорта выполняется расчет коэффициента параллельности прохождения его линий по отношению к другим видам транспорта при их использовании для потребностей пассажирских перевозок. Следует отметить, что не все линии вида транспорта могут быть использованы как для грузовых, так и для пассажирских перевозок. Это является причиной их различного количества при включении в грузовую или пассажирскую транспортную сеть. Результаты расчетов заносятся в таблицу 4.13.

Таблица 4.13 – Количество параллельных линий по видам транспорта, используемых для пассажирских перевозок

Вид транспорта	Количество линий вида транспорта	Количество параллельных линий видов транспорта				$k_i^{\text{пар}}$	$\prod_{i=1}^n N_i^{\text{пар}}$
		$N_i^{\text{ж.д.}}$	$N_i^{\text{а.д.}}$	$N_i^{\text{вод.}}$	$N_i^{\text{возд.}}$		
Железнодорожный	26	0	16	8	8	1,2	1024
Автомобильный	43	13	0	6	5	0,5	390
Водный	13	5	9	0	5	1,2	225
Воздушный	16	5	6	5	0	0,8	150
Итого	98						

По результатам расчетов делается оценочное заключение в зависимости от полученного значения:

- для железнодорожного транспорта  $k_{\text{ж.д.}}^{\text{пар}} = 1,2$ , то имеет место низкий уровень плотности прохождения линий железнодорожного транспорта, используемых для пассажирских перевозок, параллельно другим видам транспорта, высокий уровень монополизма железнодорожного транспорта по отношению к другим видам транспорта;

- автомобильного транспорта  $k_{\text{а.д.}}^{\text{пар}} = 0,5$ , очень низкий уровень плотности прохождения линий автомобильного транспорта, используемых для пассажирских перевозок, высокий уровень монополизма автомобильного транспорта по отношению к другим видам транспорта;

- водного транспорта  $k_{\text{вод.}}^{\text{пар}} = 1,2$ , низкий уровень плотности прохождения линий водного транспорта, используемых для пассажирских перевозок, параллельно другим видам транспорта, а также высокий уровень монополизма водного транспорта по отношению к другим видам транспорта (это связано с сезонностью перевозок и удалением рек от основных транспортных коммуникаций других видов транспорта);

- воздушного транспорта  $k_{\text{возд.}}^{\text{пар}} = 0,8$ , имеет место низкий уровень плотности прохождения линий воздушного транспорта, используемых для пассажирских перевозок, параллельно другим видам транспорта, высокий уровень монополизма воздушного транспорта при выполнении пассажирских перевозок по отношению к другим видам транспорта (это связано с малочисленностью перевозок и удалением аэропортов от основных транспортных коммуникаций других видов транспорта).

С использованием формулы (3.1) выполняется расчет интегрированного коэффициента параллельности прохождения транспортных линий в регионе, используемых для пассажирских перевозок:

$$k_{\text{рег.}}^{\text{пар}} = \frac{\sqrt{1024} + \sqrt{390} + \sqrt{225} + \sqrt{150}}{26 + 43 + 13 + 16} = 0,81$$

**Краткие выводы.** Расчет интегрированного коэффициента параллельности прохождения транспортных линий в регионе:

1 Для грузовых перевозок. С учетом того, что для всех видов транспорта  $k_i^{\text{пар}} = 2,79$ , то можно отметить, что имеет место высокий уровень плотности параллельного прохождения линий всех видов транспорта в регионе и высокий уровень конкуренции каждого вида транспорта при выполнении грузовых перевозок в регионе.

2 Для пассажирских перевозок. С учетом того, что для всех видов транспорта  $k_{\text{рег.}}^{\text{пар}} = 0,81$ , можно отметить, что имеет место низкий уровень плотности параллель-

ного прохождения линий всех видов транспорта в регионе и высокий уровень монополизма каждого вида транспорта при выполнении пассажирских перевозок в регионе с минимальным взаимодействием видов транспорта.

Коэффициент плотности взаимодействия видов транспорта в пределах транспортной сети показывает степень их взаимодействия при перевозке грузов и пассажиров. Расчет данного коэффициента выполняется по двум параметрам: взаимодействие транспортных узлов и соединительных линий видов транспорта при перевозке грузов и пассажиров; взаимодействие видов транспорта по критерию частоты перехода грузов и пассажиров с одного вида транспорта на другой и при выполнении интермодальных перевозок.

Расчет оценочного параметра взаимодействия видов транспорта в транспортных узлах региона выполняется по формуле

$$k_i^{yz} = n_j \frac{\sqrt{N_j^{yz} + \sum \psi_{j-i}^{yz}} + \sqrt{\sum \psi_{j-i}^{yz}}}{\sum_{i=1}^n N_i^{yz} + \sum_{i=1}^n \psi_{j-i}^{yz}}, \quad (4.33)$$

где  $n_j$  – количество видов транспорта, взаимодействующих при выполнении перевозок грузов и пассажиров;  $N_i^{yz}$  – количество транспортных узлов  $i$ -го вида транспорта;  $\psi_{j-i}^{yz}$  – частота перехода груза с узла  $j$ -го транспорта на узлы  $i$ -го транспорта;

Расчет оценочного параметра взаимодействия транспортных линий определенного вида транспорта с линиями других видов транспорта в регионе выполняется по формуле

$$k_i^{ln} = n_j \frac{\sqrt{N_j^{ln} + \sum \psi_{j-i}^{ln}} + \sqrt{\sum \psi_{j-i}^{ln}}}{\sum_{i=1}^n N_i^{ln} + \sum_{i=1}^n \psi_{j-i}^{ln}}, \quad (4.34)$$

где  $N_i^{ln}$  – количество линий  $i$ -го вида транспорта;  $\psi_{j-i}^{ln}$  – частота перехода груза с линии  $j$ -го транспорта на линии  $i$ -го транспорта;

По результатам расчета делается заключение о том, какие виды транспорта имеют наибольшее взаимодействие по линиям и в транспортных узлах.

#### Пример расчета.

Исходные данные для расчета принимаются в табличной форме ( для грузовых перевозок -- таблица 4.14, пассажирских -- таблица 4.15).



Таблица 4.14 – Исходные данные для расчета оценочного параметра взаимодействия видов транспорта при выполнении грузовых перевозок

Вид транспорта	$N_i^{\text{г}}$	$N_i^{\text{м}}$	Частота перехода грузов на виды транспорта					
			ж.д.	а.д.	водн.	возд.	в.п.	г.п.
Железнодорожный	11	20	0	18	6	4	4	6
Автодорожный	9	35	18	0	20	8	3	6
Водный (речной)	4	5	6	20	0	0	4	3
Воздушный	4	8	4	8	0			
Нефтепроводы	6	6	4	3	4			
Газопроводы	6	8	6	6	3			
Итого	40	82	38	55	33	12	11	15

Таблица 4.15 – Исходные данные для расчета оценочного параметра взаимодействия видов транспорта при выполнении пассажирских перевозок

Вид транспорта	$N_i^{\text{г}}$	$N_i^{\text{м}}$	Частота перехода пассажиров на виды транспорта			
			ж.д.	а.д.	водн.	возд.
Железнодорожный	11	20	0	18	6	4
Автодорожный	9	35	18	0	20	8
Водный (речной)	4	5	6	20	0	0
Воздушный	4	8	4	8	0	0
Итого	28	68	28	46	26	12

По формуле (4.1) выполняется расчет взаимодействия в узлах для каждого вида транспорта по грузовым и пассажирским перевозкам. Количество видов транспорта, взаимодействующих при выполнении перевозок грузов:  $n_{\text{ж.д.}} = n_{\text{а.д.}} = n_{\text{вод.}} = 5$ ;  $n_{\text{возд.}} = 4$ ;  $n_{\text{г.п.}} = n_{\text{в.п.}} = 3$ , а  $n_{\text{сум}} = 6$ . Для грузовых перевозок на автодорожном транспорте

$$k_{\text{а.д.}}^{\text{г.д.}} = 5 \frac{\sqrt{9+55} + \sqrt{164}}{40+164} = 0,51.$$

Полученные результаты расчетов по каждому виду транспорта заносят в графу 4 таблицы 4.3. Аналогичный расчет выполняется по оценке взаимодействия линий каждого вида транспорта по грузовым перевозкам [формула (4.2)]. Например, на автодорожном транспорте для грузовых перевозок

$$k_{\text{а.д.}}^{\text{п.д.}} = 5 \frac{\sqrt{35+55} + \sqrt{164}}{82+164} = 0,45.$$

Полученные результаты расчетов по каждому виду транспорта заносят в графу 7 таблицы 4.16. Рассчитывается также средняя величина по региону, которая заносится в строку «Итого» по графам 4 и 7 таблицы 4.16. Выполняются подобные расчеты для узлов и линий видов транспорта по пассажирскому движению. При этом значение величины  $n_{\text{ж.д.}} = n_{\text{а.д.}} = n_{\text{вод.}} = n_{\text{возд.}} = 3$ , а  $n_{\text{сум}} = 4$ .

Для узлов автодорожного транспорта

$$k_{\text{а.д.}}^{\text{у.д.}} = 3 \frac{\sqrt{9+46} + \sqrt{112}}{28+112} = 0,39.$$

Таблица 4.16 – Расчетные данные оценочного параметра взаимодействия видов транспорта при выполнении грузовых перевозок

Вид транспорта	$N_{гр}^{гг}$	$\Psi_{гр}^{гг}$	$k_{гр}^{гг}$	$N_{гр}^{лг}$	$\Psi_{гр}^{лг}$	$k_{гр}^{лг}$
1	2	3	4	5	6	7
Железнодорожный	11	38	0,49	20	38	0,42
Автодорожный	9	55	0,51	35	55	0,45
Водный	4	33	0,46	5	33	0,39
Воздушный	4	12	0,33	8	12	0,28
Нефтепроводы	6	11	0,25	6	11	0,21
Газопроводы	6	15	0,26	8	15	0,21
Итого	40	164	0,80	82	164	0,69

Для линий автодорожного транспорта

$$k_{ад}^{лг} = 3 \frac{\sqrt{35 + 46} + \sqrt{112}}{68 + 112} = 0,33.$$

Полученные результаты расчетов по всем видам транспорта заносятся в таблицу 4.17, графу 4 по узлам и графу 7 – по линиям. Рассчитывается также средняя величина для пассажирских перевозок по региону, которая заносится в строку «Итого» по графам 4 и 7 таблицы 4.17.

Таблица 4.17 – Расчетные данные оценочного параметра взаимодействия видов транспорта при выполнении пассажирских перевозок

Вид транспорта	$N_{пс}^{гг}$	$\Psi_{пс}^{гг}$	$k_{пс}^{гг}$	$N_{пс}^{лг}$	$\Psi_{пс}^{лг}$	$k_{пс}^{лг}$
1	2	3	4	5	6	7
Железнодорожный	11	28	0,36	20	28	0,29
Автодорожный	9	46	0,39	35	46	0,33
Водный	4	26	0,34	5	26	0,27
Воздушный	4	12	0,31	8	12	0,25
Итого	28	112	0,64	68	112	0,53

*Краткие выводы.* По результатам выполненных расчетов делается вывод о том, что при выполнении грузовых перевозок в регионе наиболее весомым является взаимодействие автодорожного транспорта с другими видами транспорта, а наименее всего выполняется взаимодействие нефтепроводов с другими видами транспорта. В то же время в регионе уровень общего взаимодействия всех видов транспорта при выполнении грузовых перевозок является очень высоким. При выполнении пассажирских перевозок наиболее значительным является взаимодействие автодорожного транспорта с другими видами транспорта, а уровень общего взаимодействия всех видов транспорта выше, чем на каждом отдельном виде транспорта.

## 4.5 Технологическая готовность транспортной сети

Коэффициент технологической готовности транспортной системы региона по приему, трансформации и результативности обслуживания транспортного потока показывает степень готовности транспортной системы каждого вида транспорта к выполнению транспортной работы и наличие

резервов для их использования. Он рассчитывается по параметрам полноты использования технологических возможностей линий вида транспорта и ограничений по использованию транспортной системы региона.

Коэффициент параметров полноты использования технологических возможностей линий вида транспорта рассчитывается по формуле

$$\gamma_{\text{тс}}^{\text{вт}} = \frac{\sum_{i=1}^n [PI_{\text{факт}} + \alpha_i^{\text{прив}} (AI_{\text{факт}})]_i}{\sum_{i=1}^n [PI_{\text{норм}} + \alpha_i^{\text{прив}} (AI_{\text{норм}})]_i} \quad (4.35)$$

Для грузовых перевозок на  $i$ -м виде транспорта

$$\gamma_{\text{тс}}^{\text{гр}} = \frac{\sum_{i=1}^n (PI_{\text{факт}})_i}{\sum_{i=1}^n (PI_{\text{норм}})_i} \quad (4.36)$$

для пассажирских перевозок на  $i$ -м виде транспорта

$$\gamma_{\text{тс}}^{\text{пс}} = \frac{\sum_{i=1}^n (AI_{\text{факт}})_i}{\sum_{i=1}^n (AI_{\text{норм}})_i} \quad (4.37)$$

где  $PI_{\text{факт}}$  — грузооборот, фактически выполненный  $i$ -м видом транспорта, т·км;  $AI_{\text{факт}}$  — пассажирооборот, фактически выполненный  $i$ -м видом транспорта, пас. км;  $PI_{\text{норм}}$  — нормативный грузооборот  $i$ -го вида транспорта, т·км;  $AI_{\text{норм}}$  — нормативный пассажирооборот  $i$ -го вида транспорта, пас. км;  $\alpha_i^{\text{прив}}$  — коэффициент приведения пассажиропотока,  $\alpha_{\text{ж.д.}}^{\text{прив}} = 2$ ,  $\alpha_{\text{а.д.}}^{\text{прив}} = 0,4$ ,  $\alpha_{\text{вод.}}^{\text{прив}} = 10$ ,  $\alpha_{\text{воз.}}^{\text{прив}} = 0,09$ ,  $\alpha_{\text{общ.}}^{\text{прив}} = 2,4$ ;

По параметру ограничений использования транспортной системы в регионе и по видам транспорта для региона в целом расчет выполняется по формуле

$$k_{\text{тс}}^{\text{огр}} = \lambda_{\text{вт}} \sum_{j=1}^m \frac{\sum_{i=1}^n I_j^{\text{вт}}}{L_j^{\text{разв}}} + \lambda_{\text{в}} \sum_{j=1}^m \frac{\sum_{i=1}^n I_j^{\text{в}}}{L_j^{\text{разв}}} + \lambda_{\text{ту}} \sum_{j=1}^m \frac{\sum_{i=1}^n I_j^{\text{ту}}}{L_j^{\text{разв}}} \quad (4.38)$$

где  $\lambda_{\text{вт}}$ ,  $\lambda_{\text{в}}$ ,  $\lambda_{\text{ту}}$  — коэффициенты рекуррентных отношений между техническими измерителями:  $\lambda_{\text{вт}} = 1,2$ ;  $\lambda_{\text{в}} = 1,6$ ;  $\lambda_{\text{ту}} = 2,1$ ;  $m$  — количество ограничивающих участков вида транспорта;  $I_j^{\text{вт}}$  — линейная протяженность участ-

ков  $j$ -го вида транспорта, имеющих ограничения по транспортировке грузов и пассажиров, км;  $L_j^{\text{разв}}$  – развернутая длина транспортных коммуникаций вида транспорта, км;  $l_j^v$  – суммарная протяженность линий вида транспорта, имеющих ограничения по скорости движения, км;  $l_j^{\text{ту}}$  – суммарная протяженность линий вида транспорта, имеющих ограничения по неудовлетворительному состоянию технических устройств, км.

Для  $j$ -го вида транспорта

$$k_i^{\text{огр}} = \lambda_{\text{вг}} \frac{\sum_{j=1}^m l_j^{\text{вг}}}{L_j^{\text{разв}}} + \lambda_v \frac{\sum_{j=1}^m l_j^v}{L_j^{\text{разв}}} + \lambda_{\text{ту}} \frac{\sum_{j=1}^m l_j^{\text{ту}}}{L_j^{\text{разв}}} . \quad (4.39)$$

Расчеты производят для каждого вида транспорта и для транспортной системы региона в целом. По результатам расчетов делают заключение о наиболее эффективном варианте готовности транспортной системы либо вида транспорта для выполнения грузовых и пассажирских перевозок.

#### Пример расчета.

Значения исходных данных заносятся в таблицу 4.18.

Таблица 4.18 – Эксплуатационно-технологические параметры видов транспорта

Вид транспорта	$PI_{\text{факт}}$	$AI_{\text{факт}}$	$PI_{\text{норм}}$	$AI_{\text{норм}}$	$L_i$	$l_i^{\text{вг}}$	$l_i^v$	$l_i^{\text{ту}}$
Железнодорожный	40343,1	13913,2	87076,9	37517,8	14342,4	5040	1152,0	936,0
Автомобильный	21919,3	24670,1	73507,6	59827,3	42720	11520	1176,0	1152,0
Водный	1979,0	1146,0	6749,2	4110,0	2991,6	1680	492,0	384,0
Воздушный	183,0	1332,0	619,4	5474,4	2721,6	2808	588,0	456,0
Нефтепроводы	53871,0		100281,6		3840,0	768	228,0	144,0
Газопроводы	38079,0		81686,4		2088,0	984	175,2	175,2
Итого	156374,4	41061,3	349921,1	106929,5	68703,6	22800	3811,2	3247,2

Подробный расчет параметров полноты использования технологических возможностей линий вида транспорта и ограничений по использованию транспортной сети выполняется для каждого вида транспорта отдельно.

Расчет коэффициента готовности транспортной сети  $i$ -го вида транспорта по параметрам полноты использования технологических возможностей линий вида транспорта:

– в целом для всех видов перевозок –

$$\gamma_{\text{а.д}}^{\text{вг}} = \frac{21919,3 + 0,4 \cdot 24670,1}{73507,6 + 0,4 \cdot 59827,3} = 0,33 ;$$

– для грузовых перевозок –

$$\gamma_{\text{а.д}}^{\text{гп}} = 21919,3 / 73507,6 = 0,30 ;$$



– для пассажирских перевозок –

$$\gamma_{ад}^{пс} = 24670,1 / 59827,3 = 0,41.$$

Полученные результаты для всех видов транспорта и транспортной сети в целом по региону записываются в графы 2–4 таблицы 4.18.

Подробный расчет коэффициента готовности транспортной системы  $i$ -го вида транспорта (по выбору студента) по параметрам наличия ограничений по использованию технологических возможностей линий вида транспорта выполняется по формуле (4.19) для шотодорожного транспорта. Например,

$$k_{ад}^{огр} = 1,2 \frac{11520}{42720} + 1,6 \frac{1176}{42720} + 2,1 \frac{1152}{42720} = 0,42.$$

Результаты, полученные для всех видов транспорта и транспортной сети в целом по региону, записываются в графу 5 таблицы 4.19.

Таблица 4.19 – Результаты расчета коэффициента технологической готовности транспортной системы региона

Вид транспорта	$\gamma_i^{жс}$	$\gamma_i^{гс}$	$\gamma_i^{пс}$	$k_i^{огр}$
1	2	3	4	5
Железнодорожный	0,42	0,46	0,37	0,69
Автомобильный	0,33	0,30	0,41	0,42
Водный (речной)	0,28	0,29	0,28	0,80
Воздушный	0,25	0,30	0,24	0,92
Нефтепроводы	0,54	0,54		0,85
Газопроводы	0,47	0,47		0,88
Итого	0,42	0,45	0,38	0,55

**Краткие выводы.** По результатам выполненных расчетов делается краткий вывод о том, что при данных значениях эксплуатационно-технологических параметров видов транспорта получен низкий коэффициент использования транспортных коммуникаций всех видов транспорта в регионе. Имеется также высокий уровень ограничений по использованию железнодорожного ( $k_{жд}^{огр} = 0,69$ ), водного ( $k_{вод}^{огр} = 0,53$ ) и воздушного ( $k_{возд}^{огр} = 0,60$ ) видов транспорта для грузовых и пассажирских перевозок.

## 4.6 Технические параметры транспортной сети

И число технических оценочных параметров транспортной сети региона **входят:**

- оценка плотности транспортной системы региона;
- плотность распределения транспортных узлов региона.

**Оценка плотности транспортной системы региона.** Плотность транспортной системы региона (км/1000 км<sup>2</sup>) рассчитывается следующим образом:

○ для видов транспорта:

– в целом –

$$\rho_i^{\text{вт}} = 1000 \frac{L_i^{\text{экспл}}}{F_{\text{пер}}}, \quad (4.40)$$

где  $L_i^{\text{экспл}}$  – эксплуатационная длина линий  $i$ -го вида транспорта;

– по грузовым перевозкам –

$$\rho_i^{\text{гп}} = 1000 \frac{L_i^{\text{гп}}}{F_{\text{пер}}}; \quad (4.41)$$

– по пассажирским перевозкам –

$$\rho_i^{\text{пс}} = 1000 \frac{L_i^{\text{пс}}}{F_{\text{пер}}}, \quad (4.42)$$

где  $L_i^{\text{гп}}$ ,  $L_i^{\text{пс}}$  – развернутая длина линий вида транспорта, используемых для грузовых и пассажирских перевозок, км;  $F_{\text{пер}}$  – площадь территории региона, км<sup>2</sup>;

○ для транспортной системы региона:

– в целом для всех видов транспорта в регионе и видов перевозок –

$$\rho_{\text{тс}}^{\text{вт}} = 1000 \frac{\sum_{i=1}^n L_i^{\text{экспл}}}{F_{\text{пер}}}; \quad (4.43)$$

– по грузовым перевозкам –

$$\rho_{\text{тс}}^{\text{гп}} = 1000 \frac{\sum_{i=1}^n L_i^{\text{гп}}}{F_{\text{пер}}}; \quad (4.44)$$

– по пассажирским перевозкам –

$$\rho_{\text{тс}}^{\text{пс}} = 1000 \frac{\sum_{i=1}^K L_i^{\text{пс}}}{F_{\text{пер}}}. \quad (4.45)$$

*Коэффициент рейтинговой оценки плотности транспортной системы региона:*

– в целом для всех видов транспорта и видов перевозок –

$$R_{\text{тс}}^{\text{вт}} = \sqrt{\frac{\sqrt{\prod_{i=1}^K \rho_i^{\text{вт}}}}{(n_{\text{вт}} + 1) \sum_{i=1}^K \rho_i^{\text{вт}}}}; \quad (4.46)$$

– по грузовым перевозкам –

$$R_{\text{тс}}^{\text{гп}} = \sqrt{\frac{\sqrt{\prod_{i=1}^K \rho_i^{\text{гп}}}}{(n_{\text{гп}} + 1) \sum_{i=1}^K \rho_i^{\text{гп}}}}; \quad (4.47)$$

– по пассажирским перевозкам –

$$R_{\text{тс}}^{\text{пс}} = \sqrt{\frac{\sqrt{\prod_{i=1}^K \rho_i^{\text{пс}}}}{(n_{\text{пс}} + 1) \sum_{i=1}^K \rho_i^{\text{пс}}}}. \quad (4.48)$$

**Плотность распределения транспортных узлов в регионе** рассчитывается по двум параметрам: по отношению к протяженности коммуникаций вида транспорта (узлов/1000 км) и сравнительной оценки по площади региона (узлов/1000 км<sup>2</sup>). Для вида транспорта плотность размещения транспортных узлов на транспортной сети вида транспорта определяется следующим образом:

– для вида транспорта в целом –

$$\rho_{\text{уз}} = 1000 \sum_{i=1}^K \frac{(N_i^{\text{уз}})_{\text{гп}} + (N_i^{\text{уз}})_{\text{пс}}}{L_i^{\text{экспл}}}; \quad (4.49)$$

– по грузовым перевозкам –

$$\rho_{\text{уз}}^{\text{гп}} = 1000 \sum_{i=1}^K \frac{(N_i^{\text{уз}})_{\text{гп}}}{L_i^{\text{гп}}}; \quad (4.50)$$

– по пассажирским перевозкам –

$$\rho_{\text{уз}}^{\text{пс}} = 1000 \sum_{i=1}^K \frac{(N_i^{\text{уз}})_{\text{пс}}}{L_i^{\text{пс}}}, \quad (4.51)$$

где  $(N_i^{yz})_{гр}, (N_i^{yz})_{пс}$  – количество транспортных узлов вида транспорта, используемых для грузового и пассажирского движения.

Для транспортной сети региона плотность размещения транспортных узлов (узлов/1000 км<sup>2</sup>) рассчитывается следующим образом:

– для вида транспорта в целом –

$$\rho_F = 1000 \frac{(N_i^{yz})_{гр} + (N_i^{yz})_{пс}}{F_{рег}}; \quad (4.52)$$

– по грузовым перевозкам –

$$\rho_F^{гр} = 1000 \frac{(N_i^{yz})_{гр}}{F_{рег}}; \quad (4.53)$$

– по пассажирским перевозкам –

$$\rho_F^{пс} = 1000 \frac{(N_i^{yz})_{пс}}{F_{рег}}. \quad (4.54)$$

Коэффициент рейтинговой оценки плотности размещения транспортных узлов в транспортной системе региона:

– для всех видов перевозок в регионе в целом –

$$R_{yz}^{вт} = \sqrt{\frac{\sqrt{\prod_{i=1}^K \rho_{yz}^{вт}}}{(n_{вт} + 1) \sum_{i=1}^K \rho_{yz}^{вт}}}; \quad (4.55)$$

– по грузовым перевозкам –

$$R_{yz}^{гр} = \sqrt{\frac{\sqrt{\prod_{i=1}^K \rho_{yz}^{гр}}}{(n_{гр} + 1) \sum_{i=1}^K \rho_{yz}^{гр}}}; \quad (4.56)$$

– по пассажирским перевозкам –

$$R_{yz}^{пс} = \sqrt{\frac{\sqrt{\prod_{i=1}^K \rho_{yz}^{пс}}}{(n_{пс} + 1) \sum_{i=1}^K \rho_{yz}^{пс}}}. \quad (4.57)$$



Коэффициент рейтинговой оценки плотности размещения транспортных линий в регионе:

– для всех видов перевозок в регионе в целом –

$$R_F^{\text{вт}} = \frac{\sqrt{\prod_{i=1}^K \rho_F^{\text{вт}i}}}{(n_{\text{вт}} + 1) \sum_{i=1}^K \rho_F^{\text{вт}i}}, \quad (4.58)$$

– по грузовым перевозкам –

$$R_F^{\text{гп}} = \frac{\sqrt{\prod_{i=1}^K \rho_F^{\text{гп}i}}}{(n_{\text{гп}} + 1) \sum_{i=1}^K \rho_F^{\text{гп}i}}; \quad (4.59)$$

– по пассажирским перевозкам –

$$R_F^{\text{пс}} = \frac{\sqrt{\prod_{i=1}^K \rho_F^{\text{пс}i}}}{(n_{\text{пс}} + 1) \sum_{i=1}^K \rho_F^{\text{пс}i}}. \quad (4.60)$$

#### Пример расчета.

Исходные данные для расчетов включают: значение развернутой длины линий вида транспорта по грузовым и пассажирским перевозкам; протяженность эксплуатационной длины транспортных коммуникаций каждого вида транспорта; величина площади территории региона ( $F_{\text{рег}} = 61000 \text{ км}^2$ ).

Выполняется расчет плотности размещения линий для каждого вида транспорта. Например, для автодорожного транспорта

$$\rho_{\text{ад}}^{\text{пс}} = 1000 \frac{35600 \cdot 1,2}{61000} = 700,3 \text{ км/км}^2.$$

Результаты расчетов для всех видов транспорта заносят в таблицу 4.20.

Таблица 4.20 – Результаты расчета плотности размещения транспортных линий в регионе

Вид транспорта	$L_{\text{экспл}}^{\text{гп}}$	$L_{\text{экспл}}^{\text{гп}}$	$L_{\text{экспл}}^{\text{пс}}$	$\rho_{\text{ад}}^{\text{гп}}$	$\rho_{\text{ад}}^{\text{пс}}$	$\rho_{\text{ад}}^{\text{пс}}$
Железнодорожный	6362,4	13997	7535	104,3	222,5	123,5
Автодорожный	42720	35800	29600	700,3	585,9	485,2
Водный (речной)	2991,6	2068	2068	49,0	33,9	33,9
Воздушный	2721,6	2648	812	44,6	43,4	13,3
Нефтепроводы	2376	3300		39,0	54,1	
Газопроводы	2088	1900		34,2	31,1	
Итого	59259,6	59713	40015	971,5	978,9	656,0

Определяются коэффициенты рейтинговой оценки плотности транспортной системы региона:

– в целом для всех видов транспорта в регионе и видов перевозок –

$$R_{\text{ТС}}^{\text{вт}} = \sqrt{\frac{\sqrt{104,3 \cdot 700,3 \cdot 49 \cdot 44,6 \cdot 39 \cdot 34,2}}{(6 + 1) \cdot 971,5}} = 8,24;$$

– по грузовым перевозкам –

$$R_{\text{ТС}}^{\text{гр}} = \sqrt{\frac{\sqrt{229,5 \cdot 586,9 \cdot 33,9 \cdot 43,4 \cdot 54,1 \cdot 31,1}}{(6 + 1) \cdot 978,9}} = 9,18;$$

– по пассажирским перевозкам –

$$R_{\text{ТС}}^{\text{пс}} = \sqrt{\frac{\sqrt{123,5 \cdot 485,2 \cdot 33,9 \cdot 13,3}}{(4 + 1) \cdot 656}} = 1,26 .$$

По результатам расчетов делается вывод о том, что для пассажирских перевозок плотность размещения линий является явно недостаточной, если сравнивать с плотностью линий, предназначенных для грузовых перевозок, и с плотностью размещения транспортных коммуникаций в регионе.

## 5 МАРШРУТНАЯ СЕТЬ

### 5.1 Принципы и критерии построения маршрутной сети

**М**аршрутная сеть – это совокупность всех маршрутов движения общественного транспорта на территории города, района, региона или страны [45]. Она состоит из маршрутов движения. Маршрут является основной формой организации движения между двумя пунктами. Маршрут движения – это путь движения общественного транспорта между начальным и конечным пунктами в соответствии с расписанием или интервалами движения.

При выполнении пассажирских перевозок маршруты классифицируются по следующим признакам:

- *по времени действия* – постоянные (в течение всего года); временные (сезонные); регулярные (постоянные) и нерегулярные (периодические в час пик);

- *по назначению* – основные маршруты; подвозящие к маршрутам других видов транспорта;

- *по условиям использования и характеру движения* – обычные маршруты (остановка обязательна на всех промежуточных пунктах); укороченные (организуется лишь на определенной части обычного маршрута, где наиболее интенсивный пассажиропоток);

- *по характеру их расположения на территории* – диагональные, диаметральные (пересекающие центр населенного пункта или региона и соединяющие различные районы); радиальные (центр – окраина); кольцевые, полукольцевые (движение по замкнутому контуру); тангенциальные (соединяют отдельные районы населенного пункта, не проходя через его центр); комбинированные;

- *по характеру движения общественного транспорта* – с обычным, скоростным, экспрессным режимами движения;

- *по видам сообщения* – городские, пригородные, междугородные, международные;

- *по типу использования маршрута* – обычные, заказные, туристические.

При выполнении грузовых перевозок используется следующая классификация маршрутов:

- *по характеру выполнения перевозки и видам сообщения* – международные, районные, городские;

– в зависимости от периодичности выполнения – регулярные и нерегулярные;

– в зависимости от вида выполнения – магистральные, развозочные, технологические.

Маршруты, по которым осуществляется движение автобусов по городу, имеют установленные обозначения в виде номера в зависимости от трассы следования или режима работы. Типы городских маршрутов определяются также расположением их относительно центральной части города:

– *радиальные* – маршруты, проходящие с окраинной или пригородной зоны города и оканчивающиеся в центральной. Они обеспечивают наибольшие пассажиропотоки;

– *диаметральные* – маршруты, которые начинаются и заканчиваются за пределами центральной части города, но пересекают центральную часть города отдельными участками, что способствует рациональной перевозке пассажиров;

– *тангенциальные* – маршруты, проходящие по трассам, минуя центральную часть города. Они организуются в городах с населением более 200 тыс. чел. при расположении промышленных предприятий и жилых районов города в периферийной зоне относительно центра города;

– *кольцевые* – маршруты образующиеся из соединения нескольких тангенциальных и обслуживающие участки с большими пассажиропотоками на направлениях, обходящих центр города. Конечные пункты кольцевых маршрутов назначаются на участках с минимальными пассажиропотоками, возможна организация движения с одним конечным пунктом на маршруте.

В зависимости от длительности и времени работы транспорта можно выделить маршруты [41]:

*основные* – автобусы работают в течение двух смен;

*ночные* – автобусы работают только в ночное время;

*дневные* – с укороченным рабочим днем (до 19–20 ч) или только в часы «пик», по обслуживанию участков транспортной сети со значительным пассажиропотоком;

*дополнительные* – только по разовому обслуживанию в часы организации зрелищных мероприятий, а также вывоза населения в зоны массового отдыха и т.д.;

*производственные* – завоз (вывоз) рабочих смен крупных предприятий непосредственно перед началом и окончанием смены.

В целях снижения затрат времени пассажиров на поездки и повышения эффективности использования подвижного состава могут организовываться *скоростные* или *экспрессные* маршруты (рейсы), при выполнении которых автобусы останавливаются на остановочных пунктах маршрута, имеющих значительный пассажиропоток. При сокращении времени пассажиров на поездки до 20–25 % повышается производительность подвижного состава за счет увеличения его оборачиваемости (на 10–20 %), снижается себестоимость перевозок, уменьшается расход топлива (на 3–5 %).



По методам контроля и управления движением маршруты можно разделить на три категории [54]:

1) *интервал движения в часы «пик» свыше 15 мин.* Движение организуется по расписанию, которое доводится до пассажиров на всех остановочных пунктах маршрута, что дает возможность при больших интервалах планировать свой подход к остановке. Качество обслуживания пассажиров оценивается по проценту выполнения рейсов и точности движения. Из управляющих воздействий возможны только замены графика при сходе автобуса с маршрута;

2) *интервал движения в часы «пик» 6–15 мин.* Движение осуществляется по расписаниям, которые в зависимости от возмущающих воздействий – сбоев, опозданий, погодных условий могут изменяться по отдельным автобусам или всем работающим на маршруте. Качество обслуживания пассажиров оценивается по регулярности, индивидуальная работа водителей – по точности движения. Возможны управляющие воздействия: при сходе автобуса (направление резерва, переключение с маршрута на маршрут и раздвижка интервалов), при опоздании с прибытием на конечные пункты маршрута (проезд части маршрута без остановок, направление в укороченный или экспрессный рейс), при переходе на оперативный интервал (пересчет расписания движения в реальном масштабе времени);

3) *интервал движения в часы «пик» 2–6 мин.* Качество обслуживания пассажиров и работы водителей оценивается по регулярности движения. На этих маршрутах возможны только бригадная форма работы с коллективной ответственностью и управляющие воздействия, связанные со сходом автобуса с маршрута и переходом на оперативный интервал.

Важность постоянных транспортных связей между отдельными районами населенного пункта служит основой для создания маршрутной сети города. При обслуживании населения несколькими видами транспорта эта сеть является совокупностью их маршрутов.

Основным документом, характеризующим автобусный маршрут, является *п а с п о р т*, который составляют по утвержденной форме на действующие и вновь открываемые автобусные маршруты городского, пригородного и междугородного сообщения. До оформления паспорта движение автобусов не разрешается.

Проводится учет городских и районных маршрутов – получение и хранение документов, содержащих сведения об открытии, изменении, закрытии маршрутов и внесение указанных сведений в реестр маршрутов в объеме, необходимом для осуществления полномочий по организации предоставления транспортных услуг населению и организациям, транспортного обслуживания населения автомобильным и наземным электрическим пассажирским транспортом общего пользования. Реестр муниципальных маршрутов делается только для регулярных перевозок – это информационная система, представляющая собой организационно упорядоченную совокупность документов и информационных технологий, реализующих про-

цессы учета маршрутов перевозок грузов и пассажиров, предоставления сведений о них. Все данные о маршрутах вносятся в паспорт маршрута.

Имеется несколько критериев и принципов построения маршрутной сети при организации того или иного вида перевозок. Используются следующие принципы построения маршрутной сети [54]:

○ *грузовые перевозки:*

– маршрут следования транспортного средства должен пролегать по транспортной сети, обеспечивающей кратчайшее расстояние и наименьшие сроки нахождения транспортного потока в технологических системах. Дей-

ствует ограничение:  $L_m^p = \sum_{i=1}^S L_i^p = \min;$

– экономические показатели маршрута включают: минимальные издержки при его освоении  $E_m^p = \sum_{i=1}^S e_i^p = \min;$  выручка, обеспечивающая по-

крытие эксплуатационных расходов на выполнение перевозки и содержание транспортной инфраструктуры  $D_m^p = \sum_{i=1}^S d_i^p = \max;$  получение перевозчиком

и владельцем инфраструктуры максимальной прибыли  $R_m^p = \sum_{i=1}^S \pi_i^p = \max;$

– маршрут прохождения грузовых потоков должен обеспечивать безопасность перевозки и окружающей среды с минимальным риском

$\Delta D_m^p = \sum_{i=1}^S (\Delta d_i)^p = \min;$

○ *пассажирские перевозки:*

– в прямом сообщении предусматривается: кратчайшее расстояние перевозки (за исключением туристических маршрутов)  $L_m^{nac} = \sum_{i=1}^S L_i^{nac} = \min;$  ми-

нимальное количество остановок транспортных средств на территории региона  $N_m^{nac} = \sum_{i=1}^S n_i^{nac} = \min;$  высокие скорости движения – маршрутная

$v_m^{nac} = \max;$  перегонная  $v_i^{nac} = \max;$  короткая продолжительность нахождения пассажира в пути на маршруте  $T_m^{nac} = \sum_{i=1}^S t_i^{nac} = \min;$  экономические пока-

затели маршрута включают: минимальные издержки на выполнение перевозок пассажиров по маршруту в целом  $E_m^{nac} = \sum_{i=1}^S e_i^{nac} = \min;$  выручка от вы-

полнения перевозки пассажиров  $D_m^{nac} = \sum_{i=1}^S d_i^{nac} = \max;$  получение перевозчи-

вом и владельцем инфраструктуры максимальной прибыли от перевозки пассажиров  $R_m^{\text{пасс}} = \sum_{i=1}^S \pi_i^{\text{пасс}} = \max;$

– в межрегиональном сообщении маршрутная сеть строится по двум вариантам – дневной экспресс, ночной экспресс и обычный вид перевозки (эконом- или бизнес-класса): общие принципы – полное транспортное обслуживание региона в соответствии с потребностями населения  $\Delta a_i^{\text{м-р}} \rightarrow 0;$

окупаемость издержек на выполнение маршрута  $\Delta E_m^{\text{м-р}} = E_m^{\text{м-р}} - D_m^{\text{м-р}} \rightarrow 0.$

*Дневной экспресс* – перевозка организуется в дневное время суток (период активной деятельности населения), высокая скорость движения, остановки предусматриваются только в пунктах максимальной концентрации пассажиров; краткосрочная продолжительность стоянок транспортных средств; кратчайшее расстояние не имеет принципиального значения; доходность маршрута обеспечивается за счет массовости перевозок и низких (директивных) тарифов. *Ночной экспресс* – удобное время отправления и прибытия транспортного средства по начально-конечным пунктам и прохождение маршрута по условию полноты транспортного обслуживания населения; окупаемость достигается за счет более высокого уровня сервисных услуг и более высокого тарифа на перевозки;

– в региональном сообщении: дневное время выполнения перевозки пассажиров; полное транспортное обслуживание региона в соответствии с потребностями населения и социальным стандартом  $\Delta a_i^{\text{пер}} \rightarrow 0;$  окупаемость издержек на выполнение маршрута с учетом субсидий от государства  $\Delta E_m^{\text{пер}} = E_m^{\text{пер}} - D_m^{\text{пер}} + F_m^{\text{пер}} \rightarrow 0.$  Перевозки обычными автобусами и поездами – обеспечивается доступность населения к транспортному обслуживанию по всем населенным пунктам и поселкам дачного строительства;

– в городском сообщении: равномерное движение транспортных средств в течение светового дня, ограничение или отсутствие их движения в ночное время;

Одним из критериев построения маршрутной сети является *кратчайшее расстояние*. Кратчайшее расстояние маршрутов следования транспортных средств при выполнении перевозок грузов и пассажиров или от пункта назначения до пункта назначения транспортного потока определяется по прямой, соединяющей эти пункты. На транспортных коммуникациях территории геометрически кратчайшие пути реализуются приблизительно, т.к. привязанность этих маршрутов к сети автомобильных и железных дорог определяет их отклонения от кратчайшего пути транспортной сети.

Более выгодные пути кратчайшего маршрута должны выбираться по техническим, и экономическим параметрам, с учетом ограничивающих условий. Наличие ограничивающих условий поддерживается расхождением тарифных эксплуатационных грузо- или пассажирооборотов. Это происходит по двум причинам;



- наличие ограничений пропускной способности элементов транспортной сети на видах транспорта;
- кратчайший маршрут перевозки грузов или пассажиров не всегда является экономически выгодным.

При выборе оптимальных маршрутов движения транспорта используется метод построения кратчайших путей движения по транспортной сети, который является частным случаем задач линейного и динамического программирования. Поэтому критерий выбора оптимального пути маршрута включает [16]: 1) протяженность и условия (по равнинной или пересеченной местности) прохождения маршрута; 2) время (продолжительность перевозки или точность доставки груза или пассажира); 3) себестоимость перевозки.

При кратчайшем маршруте перевозки критерий минимизации расстояния на участке транспортной сети между транспортными узлами включает:

- оценку соответствующей длины маршрута

$$L_{\text{м}}^{\text{т.с}} \leq L_{\text{опт}}^{\text{т.с}} < L_{\text{мин}}^{\text{т.с}}; \quad (5.1)$$

- оценку доли пути, проходимой за наименьшую продолжительность для маршрутной сети, определяемую параметром

$$T_{\text{м.с}}^{\text{пер}} = T_{\text{мин}}^{\text{пер}}. \quad (5.2)$$

- критерия наименьших денежных затрат, который учитывает расходы на обеспечение перевозки по затратам транспортных организаций по маршрутам:

$$E_{\text{м.с}}^{\text{рент}} \geq E_{\text{м.с}}^{\text{факт}} \geq \min. \quad (5.3)$$

#### Пример расчета.

1 Задана маршрутная сеть региона (рисунок 5.1) и величина затрат на перевозки (таблица 5.1).

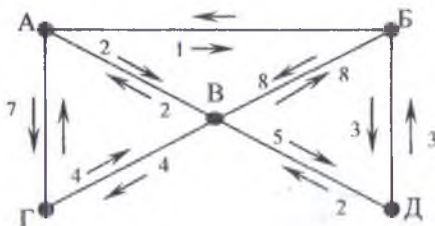


Рисунок 5.1 – Маршрутная сеть региона

Таблица 5.1 – Величина затрат на перевозки

С узла	На узел					
		А	Б	В	Г	Д
А		0	1	2	7	∞
Б		4	0	8	∞	3
В		2	8	0	4	5
Г		0	0	4	0	∞
Д		∞	3	2	∞	0



2 Составляется матрица затрат на перевозки между соседними транспортными узлами, т.е. по одному узлу транспортной сети:

$$E_{mc}^{(1)} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 7 & \infty \\ 4 & 0 & 8 & \infty & 3 \\ 2 & 8 & 0 & 4 & 5 \\ 9 & 0 & 4 & 0 & \infty \\ \infty & 3 & 2 & \infty & 0 \end{pmatrix} \quad (5.4)$$

3 Составляется матрица о маршрутах, которые включают два узла транспортной сети. При этом записываются те возможности сообщений, которые дают сумму наименьших затрат. Поэтому строится новая матрица

$$E_{mc}^{(2)} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 6_a & 4_b \\ 4 & 0 & 5_a & 11_a & 3 \\ 2 & 3_a & 0 & 4 & 5 \\ 6_a & 10_a & 4 & 0 & 9_a \\ 4_a & 3 & 2 & 6_a & 0 \end{pmatrix} \quad (5.5)$$

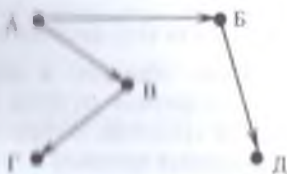
4 Составляется матрица  $E^{(3)}$  для маршрутов, проходящих через два узла. Она представляет собой сумму первой матрицы и второй.

$$E_{mc}^{(3)} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 6_a & 4_b \\ 4 & 0 & 5_a & 11_{ab} & 3 \\ 2 & 3_a & 0 & 4 & 5 \\ 6_a & 10_{ba} & 4 & 0 & 9_a \\ 4_a & 3 & 2 & 6_a & 0 \end{pmatrix} \quad (5.6)$$

Существуют общие правила построения матрицы:

— соединение матриц необходимо производить до тех пор, пока матрицы не достигнут оптимального решения. Метод предусматривает неограниченное число узлов. Более выгодные маршруты третьей матрицы могут быть выбраны и изображены в форме карты маршрута (рисунок 5.2).

а)



б)

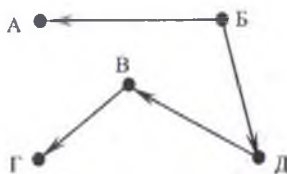


Рисунок 5.2 – Синтез оптимальной маршрутной сети по обобщающему квадратичному показателю качества:  
а – с маршрутами А – Д и А – Г; б – с маршрутами Б – А и Б – Г

Обобщенный квадратичный показатель качества маршрутной сети записывается в виде сэвокупности матриц:

$$q_m = \sum_{m=1}^M [E^*(k_m t_0) W_{mc} E^*(k_m t_0) + U'(k_m t_0) R U^*(k_m t_0)]_m, \quad (5.7)$$

где  $E^*$  – матрица затрат оцениваемого маршрута;  $k_m$  – матрица удельных оценочных коэффициентов, определяющих структуру маршрутной сети;  $U^*$  – управляющее воздействие на маршрутную сеть вида транспорта;  $U'$  – управляющее воздействие, на маршрутную сеть со стороны транспортной сети;  $R$  – матрица значений удельных оценочных коэффициентов управляющего воздействия  $U''$ ;  $k$  – коэффициент размерности матрицы;  $t_0$  – затраты времени на освоение данного маршрута;  $m$  – количество шагов расчетов.

## 5.2 Оценка критериев построения маршрутной сети

На различных видах транспорта существуют определенные **критерии построения маршрутной сети**, которые оцениваются технико-экономическими расчетами для основных видов наземного транспорта [45]:

1) технологические:

– продолжительность нахождения транспортного средства на маршруте:

$$T_m = \frac{L_m}{v_{дв}} + \sum n_{тс} t_{тс} + \sum n_{ос} t_{ос}, \quad (5.8)$$

где  $L_m$  – протяженность маршрута перевозки в обоих направлениях, км;  $v_{дв}$  – скорость движения автотранспортных средств на маршруте, км/ч;  $n_{тс}$  – количество технологических остановок (по условиям организации дорожного движения);  $t_{тс}$  – продолжительность технологической остановки, ч;  $n_{ос}$  – количество остановочных пунктов на маршруте, предназначенных для посадки и высадки пассажиров;  $t_{ос}$  – продолжительность остановки для посадки и высадки пассажиров на остановочных пунктах, ч;

– среднее расстояние между остановочными пунктами:

$$L_{оп} \leq L_{уд}, \quad (5.9)$$

где  $L_{уд}$  – установленный норматив шаговой доступности вида сообщения, км;

– система организации перевозок пассажиров: *обычная*: в маршрут включаются все специально оборудованные остановочные пункты, расположенные на маршруте следования транспортного средства; *экспрессная*: в маршрут включаются только выделенные остановочные пункты;

– система ограничений для движения по улично-дорожной сети: наличие одностороннего движения; ограничение скорости движения; движение общественного транспорта по специально выделенным полосам улично-дорожной сети;

– требования к квалификации персонала: наличие квалификации для перевозки пассажиров по видам подвижного состава; наличие допуска (категория прав); наличие документа, подтверждающего предрейсовое освидетельствование водителей; наличие квалификации технического персонала, выполняющего техническое обслуживание автотранспортного средства;

2) технические, включающие оценку типа подвижного состава, работающего на маршруте; состояние автодорожной инфраструктуры на маршруте; систему организации дорожного движения и светофорного регулирования; безопасности перевозок пассажиров и грузов; технической эксплуатации и условия технического регламента; состояние автодорожной инфраструктуры на маршруте (стоимость эксплуатации и ремонта элементов дорожной инфраструктуры, эксплуатации подвижного состава в зависимости от её состояния); систему организации дорожного движения и светофорного регулирования (скорости перемещения грузов и передвижения пассажиров, дополнительные простои при движении транспортных средств по маршруту); безопасность перевозок пассажиров и грузов (уровень безопасности выполнения перевозок грузов и пассажиров; риски выполнении перевозок; сохранность грузов при перевозке); уровня технической эксплуатации и технического регламента (сравнительная стоимость выполнения технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств при использовании их на определенном маршруте перевозки грузов и пассажиров); стоимости выполнения технического регламента транспортных средств и дорожной инфраструктуры;

3) топливно-энергетические, которые оцениваются по виду топлива (для троллейбусов и трамваев по виду тока и энергоснабжения); экологическим ограничениям; организации заправки подвижного состава топливом; нормативам топливно-энергетических затрат; затратам топлива или электроэнергии на выполнение перевозочного процесса и жизнеобеспечение транспортных организаций;

4) экономические, определяющие затраты на содержание автодорожной инфраструктуры на маршруте (улично-дорожной сети, включаемой в маршрут перевозки), эксплуатацию подвижного состава, персонал, занятый на перевозках грузов и пассажиров, государственные (субсидии, налоги, отчисления из бюджета). Они определяют денежное содержание критерия в зависимости от объема, т.е.

$$E_m = \sum_{j=1}^k (e_m w_m)_j, \quad (5.10)$$

где  $e_m$  – удельная стоимость (расходная ставка) оцениваемой единицы (1 л топлива, 1 ремонт, 1 техническое обслуживание и т.д.);  $w_m$  – количество оцениваемых единиц.

В зависимости от величины денежной оценки критерия по всем параметрам по её минимальному значению выбирается маршрут перевозки грузов или пассажиров из альтернативных их вариантов.

### 5.3 Синтез маршрутных сетей

Постановка задачи синтеза маршрутной сети формулируется следующим образом:

1 Определяется алгоритм для расчета управляющих воздействий  $U$  и  $U^*$  при заданных значениях  $n$ .

2 Выполняется решение этой задачи, которое может привести к нестационарному алгоритму синтеза маршрутной сети. В итоге получается количество, соответствующее количеству решений по каждой матрице.

При таком подходе к синтезу маршрутной сети остается открытым вопрос о выборе величины межрейсового периода движения транспортных средств и элементов матриц  $E$  и  $R$ . Поэтому сначала требуется определить эти величины исходя из показателей качества маршрутной сети, которая включает элемент быстрогодействия, а также точность выполнения маршрута по отношению к управляющим воздействиям и выполнению условий договора на перевозки [50]. С учетом этого ограничиваются при синтезе маршрутной сети одним дискретным началом расчета ( $n = 1$ ). Это приводит к стационарному, т.е. к математико-классическому линейному алгоритму, а сам обобщенный показатель качества примет следующую форму:

$$k_1 = E'(k_m t_0) E Y(k_m t_0) + r u_i^2(k_m t_0)_i, \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (5.11)$$

Необходимо отметить, что показатель качества есть приращение величины показателя качества вида перевозки. В этом случае для каждого вида транспорта при выполнении заданного плана дискретности показатель качества принимает вид

$$k_{\text{вт}} = k_n(k_m t_0) \beta_{\text{мс}} - k_n((k_m - 1)t_0) \beta_{\text{мс}}, \quad (5.12)$$

где  $\beta_{\text{мс}}$  — поправочный коэффициент вида транспорта.

В целях достижения рационального решения устройства маршрутной сети требуется, чтобы приращение параметра показателя качества на каждом его значении было минимальным [20]:

$$\min K_{\text{вт}} = \min \{K_N(kT_0) - K_N((k-1)T_0)\} \{u(T)\} \quad (5.13)$$

Результатом оптимального решения алгоритма управления процессом формирования маршрутной сети является выражение

$$U_T(kT_0) = -B(T_0)Y(kT_0); \quad (5.14)$$

$$B(T_0) = [H'(T_0)QH(T_0) + r]^{-1} H'(T_0)Q\Phi(T_0). \quad (5.15)$$

Задача синтеза оптимальной маршрутной сети сводится к определению двух величин  $T_0$ ,  $r$ , а также элементом матрицы  $Q$ . В то же время задача вы-



бора элементов матрицы  $Q$  решается с учетом заданного быстродействия перевозки, а также ее стоимости. В предыдущих расчетах установлено, что в случае синтеза матричной сети по критерию минимального значения количества шагов время регулирования рейсов маршрутной сети определяется по формуле

$$T_{мс} = \frac{T_p}{N+1}, \quad (5.16)$$

где  $N$  – количество расчетных шагов для конкретного вида транспорта.

$$T_{\text{метро}} = \frac{T_p}{N+1}. \quad (5.17)$$

Задача синтеза маршрутной сети по критерию минимального количества шагов расчета решается с использованием обобщенной матрицы управления  $B_m(T)$ :

$$B_m(T) = B_m^0(T). \quad (5.18)$$

Для проверки точности функционирования маршрутной сети с заданным параметром используется матрица постоянных внешних воздействий

$$|Y_{yч}| \leq Y_{yч}. \quad (5.19)$$

В случае, если это условие выполняется, то необходимо уменьшать величину  $T_m$  и найти новую матрицу  $B(T_m)$ , для того, чтобы обеспечить ожидаемое быстродействие маршрутной сети и точность ее работы. С учетом вышеизложенного рассчитываются элементы матрицы  $Q$  с использованием следующего выражения:

$$B_i^0(T_m) = [H'(T_m)QH(T_m)]^{-1} H(T_m)Q\Phi(T_m). \quad (5.20)$$

Для решения уравнения  $B_i^0(T_m)$  умножается левая и правая части на величину  $[H'(T_m)QH(T_m)]$ . В результате чего получается формула, которую можно записать в следующем виде:

$$B_i^0(T_m) = \Phi'(T_m)Q'H(T_m) \text{ при } Q'H(T_m) = Q_h, \quad (5.21)$$

где  $Q_h$  – весовой коэффициент технических средств.

$$[B_i^0(T_m)H'(T_m) - \Phi'(T_m)]H^d(T_m)Q^6 = 0. \quad (5.22)$$

Для рационального варианта расчета маршрутной сети используется определитель матрицы условий

$$A(T_m) = [B_i^0(T_m)H'(T_m) - \Phi'(T_m)]H^d(T_m). \quad (5.23)$$

Для каждого вида транспорта матрица условий представляется как совокупность

$$A_{\alpha}(T_{\tau}) = \|A_{\alpha 1}, A_{\alpha 2}, \dots, A_{\alpha n}\|. \quad (5.24)$$

В практических условиях при расчете матрицы  $A$  вектор  $Q < 1$ .

$$A_{2q_{32}} + A_{2q_{33}} + \dots + A_{mq_{im}} = -A_1. \quad (5.25)$$

Для обеспечения устойчивости работы маршрутной сети с использованием критерия Ляпунова структурные элементы матрицы  $Q$  принимают значение  $q_{ij} = 1, 2, 3, \dots > 0$ . В таком случае матрица  $Q \geq 0$ . Для полного решения задачи синтеза маршрутной сети вычисляют величины  $r$  и  $T_0$ :

$$r(T) = f[\beta^*, H(T), Q(T), \Phi(T_0)] > 0, \quad (5.26)$$

где  $\beta^*$  — коэффициент возмущающего воздействия матрицы состояний  $\beta^0$ .

С точки зрения экономии энергии для выполнения перевозок желательно выбирать наиболее возможное значение коэффициента  $r$ :

$$r(T) \rightarrow \frac{\max}{0}. \quad (5.27)$$

Для определения максимального значения коэффициента  $r$  необходимо вычислить производную от этой функции:

$$\frac{\partial[r(T)]}{\partial T} - \frac{\partial[\beta^*, H(T), Q(T), \Phi(T_0)]}{\partial T} = 0. \quad (5.28)$$

Тогда  $\max r(T) = r_{\tau}(T_0)$ .

## 5.4 Определение критериев взаимодействия

С учетом того, что транспортная сеть интегрирует маршрутные сети одного или нескольких видов транспорта при формировании маршрутной сети территории всегда возникает необходимость оценки плотности взаимодействия маршрутных сетей видов транспорта. Она показывает степень их взаимодействия при перевозке грузов и пассажиров. Расчет данного параметра выполняется с учетом взаимодействия транспортных узлов и соединительных линий видов транспорта при формировании маршрутной сети для перевозки грузов и пассажиров; взаимодействия видов транспорта по критерию частоты перехода грузов и пассажиров с одного вида транспорта на другой и при выполнении интермодальных перевозок в пределах маршрута перевозки.

Следует также учитывать, что на одном маршруте могут работать несколько видов транспорта: метро, автобус, троллейбус, трамвай. При этом расчет оценочного параметра взаимодействия транспортных узлов при формировании маршрутной сети выполняется аналогично (4.33) с незначительными изменениями, характерными для особенностей маршрутной сети:

– для одного вида транспорта –

$$\rho_i^{yz} = \frac{\sqrt{N_j^{yz} + \sum \psi_{j-i}^{yz}} + \sqrt{\sum \psi_{j-i}^{yz}}}{\sqrt{N_i^{yz} + \sum \psi_{j-i}^{yz}}}, \quad (5.29)$$

где  $N_j^{yz}$  – количество транспортных узлов  $i$ -го вида транспорта, размещаемых на маршруте;  $\psi_{j-i}^{yz}$  – частота перехода пассажира с узла  $j$ -го транспорта на узлы  $i$ -го транспорта;

– при участии нескольких видов транспорта на маршруте перевозки –

$$\rho_i^{yz} = n_j \frac{{}^{n_j} \sqrt{N_j^{yz} + \sum \psi_{j-i}^{yz}} + {}^{n_j} \sqrt{\sum \psi_{j-i}^{yz}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n N_i^{yz} + \sum_{i=1}^n \psi_{j-i}^{yz}}}, \quad (5.30)$$

где  $n_j$  – количество видов транспорта, включаемых в маршрут перевозки.

Расчет оценочного параметра взаимодействия транспортных линий определенного вида транспорта с линиями других видов транспорта, включаемых в маршрут перевозки пассажиров выполняется по формуле

$$\rho_i^{an} = n_j \frac{{}^{n_j} \sqrt{N_j^{an} + \sum \psi_{j-i}^{an}} + {}^{n_j} \sqrt{\sum \psi_{j-i}^{an}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n N_i^{an} + \sum_{i=1}^n \psi_{j-i}^{an}}}, \quad (5.31)$$

где  $\psi_{j-i}^{an}$  – частота перехода пассажиров с линии  $j$ -го транспорта на линии  $i$ -го транспорта;  $N_i^{an}$  – количество линий  $i$ -го вида транспорта, включаемых в маршрут перевозки пассажиров.

По результатам расчета делается заключение о том, какие виды транспорта имеют наибольшее взаимодействие при формировании маршрута перевозки пассажиров по линиям и в транспортных узлах каждого вида транспорта и какой из видов транспорта можно исключить из маршрута перевозки пассажиров.

#### Пример расчета.

Исходные данные для расчета принимаются в табличной форме (таблица 5.2).

**Таблица 5.2 – Исходные данные для расчета оценочного параметра взаимодействия видов транспорта при реализации пассажирского маршрута**

Вид транспорта	$N_i^{yz}$	$N_i^{an}$	Частота перехода пассажиров на виды транспорта:			
			троллейбус	автобус	метро	трамвай
Автобус	16	15	18	6	11	6
Троллейбус	16	15	4	18	8	4
Метро	11	10	8	11	1	4
Трамвай	8	7	4	6	4	4
Итого	51	47	34	41	24	18

Выполняется расчет взаимодействия в узлах для каждого вида транспорта по маршруту выполнения пассажирских перевозок:

$$\rho_{\text{авт}}^{\text{уз}} = \frac{\sqrt{16 + (18 + 6 + 11 + 6)} + \sqrt{41}}{\sqrt{16 + 41}} = 1,85; \quad \rho_{\text{трол}}^{\text{уз}} = \frac{\sqrt{16 + (4 + 18 + 8 + 4)} + \sqrt{34}}{\sqrt{16 + 34}} = 1,83;$$

$$\rho_{\text{метро}}^{\text{уз}} = \frac{\sqrt{11 + (8 + 11 + 1 + 4)} + \sqrt{24}}{\sqrt{11 + 24}} = 1,83; \quad \rho_{\text{трам}}^{\text{ли}} = \frac{\sqrt{8 + 18} + \sqrt{18}}{\sqrt{8 + 18}} = 1,83.$$

Выполняется расчет взаимодействия пассажиропотоков на линии работы каждого вида транспорта по маршруту выполнения пассажирских перевозок:

$$\rho_{\text{авт}}^{\text{ли}} = \frac{\sqrt{15 + 41} + \sqrt{41}}{\sqrt{15 + 41}} = 1,86; \quad \rho_{\text{трол}}^{\text{ли}} = \frac{\sqrt{15 + 34} + \sqrt{34}}{\sqrt{15 + 34}} = 2,01;$$

$$\rho_{\text{метро}}^{\text{ли}} = \frac{\sqrt{10 + 24} + \sqrt{24}}{\sqrt{10 + 24}} = 1,84; \quad \rho_{\text{трам}}^{\text{ли}} = \frac{\sqrt{7 + 18} + \sqrt{18}}{\sqrt{7 + 18}} = 1,85.$$

По результатам выполненных расчетов делается вывод о том, что при выполнении пассажирских перевозок на выделенном маршруте:

– при взаимодействии в узлах каждого вида транспорта с другими видами наиболее слабым является автобусный транспорт, что позволяет исключить его из маршрута по перевозке пассажиров;

– при рассмотрении взаимодействия линейных участков транспорта (параллельности прохождения) более высокое значение коэффициента у троллейбуса, что позволяет его также исключить из маршрута перевозки пассажиров.

В таком случае по условиям приоритетности выполняются расчеты по формуле (5.30) или (5.31). Тогда:

$$\rho_{\text{авт}}^{\text{ли}} = 4 \frac{\sqrt[4]{15 + 41} + \sqrt[4]{41}}{\sqrt{15 + 41}} = 0,704; \quad \rho_{\text{трол}}^{\text{ли}} = 4 \frac{\sqrt[4]{15 + 34} + \sqrt[4]{34}}{\sqrt{15 + 34}} = 0,722;$$

$$\rho_{\text{метро}}^{\text{ли}} = 4 \frac{\sqrt[4]{10 + 24} + \sqrt[4]{24}}{\sqrt{10 + 24}} = 0,159; \quad \rho_{\text{трам}}^{\text{ли}} = 4 \frac{\sqrt[4]{7 + 18} + \sqrt[4]{7 + 18}}{\sqrt{7 + 18}} = 0,859.$$

С учетом приведенной рейтинговой оценки наибольший коэффициент у трамвайного транспорта. При суммарном рассмотрении значений, полученных для одного и нескольких видов транспорта, работающих на маршруте, получены значения:  $\rho_{\text{авт}}^{\text{ли}} = 2,564$ ;  $\rho_{\text{трол}}^{\text{ли}} = 2,732$ ;  $\rho_{\text{метро}}^{\text{ли}} = 1,999$ ;  $\rho_{\text{трам}}^{\text{ли}} = 2,709$ . В результате можно отметить, что предпочтительнее не использовать троллейбус при перевозке пассажиров при данных параметрах на маршруте.



## 6 ТРАНСПОРТНЫЕ ПОТОКИ

### 6.1 Термины, понятия, характеристики

При рассмотрении всех перевозок грузов и пассажиров по отдельной транспортной коммуникации используют понятие транспортного потока. Под транспортным потоком понимают совокупность всех одновременно перевозимых грузов или движущихся транспортных средств по данной транспортной коммуникации. В практической деятельности используются более узкие понятия транспортного потока:

- при рассмотрении системы доставки грузов или пассажиров – «грузопоток» или «пассажиропоток»;
- при рассмотрении транспортных сетей и систем организации грузов и пассажиров с использованием различных видов транспорта – «поток автомобилей», «поездпоток», «вагонопоток», «поток воздушных судов» и т.д.

Реальные транспортные потоки имеют сложную структуру, обусловленную тем, что по одной коммуникации могут перевозиться грузы, следующие из разных пунктов отправления к разным пунктам назначения. Рассматриваемая коммуникация может являться общим отрезком для реализации множества маршрутов.

Параметрические характеристики транспортного потока включают [46]:

- интенсивность – количество перевезенных грузов или пассажиров, в тиске транспортных средств, проследовавших через элементы транспортной сети в единицу времени

$$\bar{\gamma}(t) = N(t) : \Delta t, \quad (6.1)$$

где  $N(t)$  – транспортный поток, проследовавший по транспортной коммуникации за период  $\Delta t$ . Для автомобильного транспорта интенсивность определяется как число транспортных средств, проезжающих через сечение дороги за единицу времени и равна сумме интенсивностей однородных элементарных потоков:

$$\bar{\gamma}(t) = \sum_{i=1}^K \bar{\gamma}_i(t); \quad (6.2)$$

- плотность – количество одновременно находящихся на коммуникации транспортных средств (грузов), приходящихся на единицу ее длины:

$$\bar{\lambda}(t) = N(t) / L_{\text{тк}}, \quad (6.3)$$

где  $L_{\text{тк}}$  – длина транспортной коммуникации, по которой проходит поток  $N(t)$ , км;

– объем движения – фактическое число автомобилей, проследовавших по дороге в течение принятой единицы времени, полученное непрерывным наблюдением за обозначенный период;

– неравномерность – проявляется во времени и в пространстве, то есть по длине дороги и по направлениям. Для характеристики пространственной неравномерности транспортного или пешеходного потока могут быть определены соответствующие коэффициенты неравномерности по отдельным улицам и участкам дорог;

– скорость продвижения – путь, проходимый транспортным потоком в единицу времени. Рассчитывается как отношение его интенсивности к плотности:

$$\bar{v}_{\text{пр}}(t) = \frac{N(t)}{\Delta t} = \frac{\bar{\gamma}(t)}{\bar{\lambda}(t)} = \frac{N(t)/\Delta t}{N(t)/L} = \frac{L}{\Delta t}; \quad (6.4)$$

– средняя пространственная скорость – средняя скорость продвижения транспортного потока на участке пути, определяемая по критерию времени его прохождения (рассчитывается делением интенсивности движения на плотность транспортного потока):

$$\bar{v}_s = \frac{\sum_{i=1}^k l_i}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (\Delta t_i)}, \quad (6.5)$$

где  $\sum_{i=1}^k l_i$  – суммарное расстояние, проходимое транспортным потоком в пределах ограниченного пространства (по городу, региону, стране), км;  
 $\sum_{i=1}^k (\Delta t_i)$  – соответствующий промежуток времени прохождения транспортного потока ограниченного пространства (с учетом затрат времени на технологические стоянки, остановки для прохождения пограничного и таможенного контроля и т.д.);

– средняя скорость по времени – средняя скорость движения транспортного потока при его проследовании через сечение транспортных коммуникаций в заданный интервал времени:

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^k N_i(\Delta t_i)}{\sum_{i=1}^k (\Delta t_i)}; \quad (6.6)$$

– время доставки – продолжительность доставки (продвижения) транспортного потока (потока грузов или пассажиров, транспортных средств) на заданном отрезке пути или продолжительность времени, затрачиваемая на продвижение транспортного потока между стоком и истоком:

$$t_{\text{дк}} = \frac{\sum_{i=1}^k (\Delta t_i)}{\sum_{i=1}^k (\Delta l_i)}; \quad (6.7)$$

– удельные затраты времени – продолжительность времени, приходящаяся на единицу пройденного пути:

$$t_{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^k (\Delta t_i)}{l_j}; \quad (6.8)$$

– интервал времени – промежуток времени между лобовыми частями двух прибывающих к определенному сечению пути транспортных средств:

$$t_{\text{и}} = \frac{\Delta S_j}{\Delta v_{\text{тс}}}, \quad (6.9)$$

где  $\Delta S_j$  – дистанция между транспортными средствами – расстояние между задним буфером одного средства и передним другого, м;  $\Delta v_{\text{тс}}$  – удельная скорость движения транспортного средства, км/ч;

– расстояние доставки – протяженность транспортного пути, проходимого транспортным потоком от начальной до конечной точек маршрута перевозки;

– интервал транспортного расстояния – расстояние между тяговыми модулями, расположенными друг за другом на определенном участке пути;

– дистанция – расстояние между задним буфером одного средства и передним другого.

По отношению к транспортной системе потоки могут быть транзитными, ввозными, вывозными и местными. Транзитный поток зарождается и погашается вне рассматриваемой транспортной системы, при этом по ней проходит часть маршрута этого потока. Ввозной поток погашается, вывозной поток зарождается, а местный поток и зарождается и погашается внутри рассматриваемой транспортной системы. Графическое представление транспортных потоков различных категорий представлено на рисунке 6.1.

Транспортный поток имеет ряд основных характеристик: направление, интенсивность, плотность, скорость продвижения. Направление транспортного потока определяется маршрутом его движения.



Рисунок 6.1 – Категории транспортных потоков

Транспортные потоки определяют загрузку транспортной системы. Для каждой из коммуникаций существует транспортный поток максимальной интенсивности, который может быть по ней пропущен при соблюдении условий беспрепятственности и безопасности. Изучение транспортных потоков позволяет решить две практические задачи:

- определение оптимального по величине транспортного потока, который может быть пропущен по рассматриваемой транспортной коммуникации;
- определение уровня технического развития транспортной коммуникации, необходимого для пропуска заданного по величине и структуре транспортного потока.

В целях эффективного управления транспортными потоками на сети государства, других территориальных образований выполняется *функциональное зонирование транспортной территории* по факту зарождения или погашения транспортного потока. Основными признаками такого зонирования являются:

- наличие предприятий агропромышленного комплекса: мощность их производственной базы, объемы отгрузки готовой продукции и потребления исходных материалов, сезонность функционирования, денежные затраты на транспортировку готовой продукции и исходных материалов, наличие технологических перевозок и расстояние их выполнения, наличие распределенной или интегрированной ремонтной базы для основных фондов и подвижного состава, схема размещения баз снабжения;
- размещение свободных экономических зон различного уровня хозяйствования и принципов функционирования: проведение таможенных операций в зонах или вне их, привязка к банковской системе платежей, наличие ремонтной базы для подвижного состава, система транспортного обслуживания, наличие собственного подвижного состава;
- размещение добывающих сырьевых зон, которые делятся на зоны добычи сырья полезных и ископаемых, соединительные, переработки, концентрации в местах погрузки и выгрузки, перегрузки на другие виды транспорта, складского хозяйства, технического обслуживания подвижного состава и подъемно-транспортного оборудования;
- размещение логистических центров различной функциональности.



По результатам зонирования транспортной территории выполняется пространственная корреспонденция транспортных потоков (рисунок 6.2).


	Положение стока			
	внутри региона		вне региона	
	$i_1$	$s_1$	$s_2$	$m_1$   $m_2$
	$i_2$	внутригосударственное		экспорт
	$j_1$ $j_2$	импорт		транзит

Рисунок 6.2 – Пространственная корреспонденция транспортных потоков

На основании пространственной корреспонденции транспортных потоков составляется матрица перевозок грузов и пассажиров для расчета интенсивности движения транспортных средств. Для условного обозначения величины транспортного потока на масштабной схеме транспортной сети используется *картограмма транспортных потоков* – условное обозначение в масштабе величины транспортного потока на схеме транспортной сети. На картограмме отражаются общие объемы транспортного потока, определяется интенсивность его движения и распределение после прохождения транспортного узла. Выполняется в двух вариантах: 1) для линейного участка транспортной сети; 2) для транспортного узла. Для части линейной маршрутной сети картограмма транспортного потока приведена на рисунке 6.3.

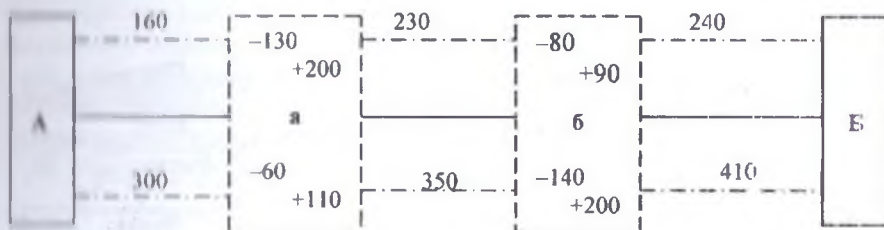


Рисунок 6.3 – Вариант картограммы транспортного потока на линейной части маршрутной сети

Картограмма транспортного узла строится по трем параметрам: объему грузовых перевозок, следующих транзитом с обработкой в логистических центрах различной функциональности; величине пассажиропотока в транспортном узле, количеству транспортных средств. Картограммы транспортного потока по указанным параметрам показаны на рисунках 6.4–6.6.

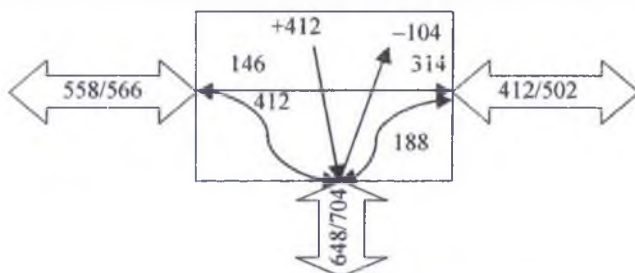


Рисунок 6.4 – Вариант картограммы грузопотока в транспортном узле (в тонах)

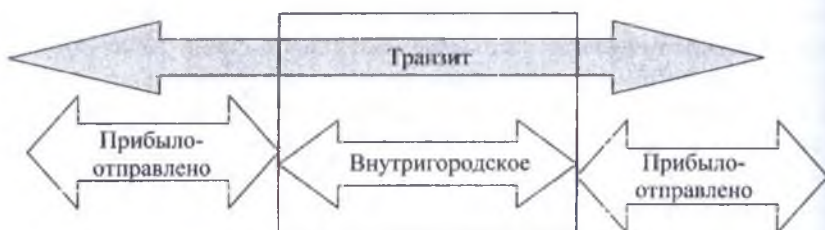


Рисунок 6.5 – Вариант картограммы пассажиропотока в транспортном узле (в пассажирах)

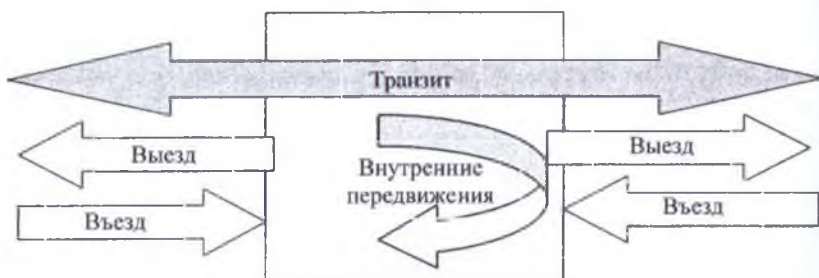


Рисунок 6.6 – Вариант картограммы потока транспортных средств в транспортном узле

В ряде случаев при формировании картограммы пассажиропотока в узлах выделяются виды сообщений: международное, межрегиональное и региональное; эконом-класс, бизнес-класс. На основании картограммы транспортных узлов на всех видах транспорта составляется картограмма транспортных потоков в целом для всей транспортной сети.

## 6.2 Характеристики транспортных потоков

К характеристикам транспортного потока относятся: неравномерность, мощность, качественные параметры. **Неравномерность** транспортного потока определяется в основном по фактору времени (периода его прохождения) с выделением пиковых периодов активного сгущения на элементах транспортной сети. Она связана с условиями адаптации транспортной сети к условиям выполнения маршрутов перевозки грузов, пассажиров, движения транспортных средств и определяется нестационарностью транспортного потока, который распределяется на три группы: I – колебание ТП, имеющего устойчивые изменения ( $K = f[VLT] = \text{const}$ ); II – регулярное повторение колебаний транспортного потока, которое определяет периодичность перевозок и характеризуется понятием: годовая и сезонная периодичность; квартально-месячная; по дням недели; по периодам суток (важно при выделении периодов «пик»). На годовую периодичность оказывает влияние климатические факторы, экономические изменения. Месячные колебания связаны с технологией организации производства и концентрации производств. Суточная неравномерность связана с выполнением технологического процесса производства погрузки и выгрузки в дневной период времени, а также с дневной формой потребления товаров и услуг; III – технологические факторы, которые базируются на погодных условиях, нарушениях технологического процесса, финансовые факторы. В условиях реального автотранспортного производства при анализе графических зависимостей многофакторного анализа интенсивность транспортного потока по периодам времени технологическим отношением к экономическим параметрам разрабатывают прогноз объемных показателей. С использованием коэффициента неравномерности выполняется расчет оценочных параметров:

– отношение максимальных значений к средним:

$$r_n = \frac{W_{\max}}{W_{\text{mid}}}, \quad (6.10)$$

где  $W_{\max}$ ,  $W_{\text{mid}}$  – максимальные и средние размеры транспортного потока;

– за конкретный период времени:

$$r_n(t_i) = \frac{W(t_i)}{W(t_0 - t_i)}; \quad (6.11)$$

– как разновидность – годовая неравномерность:

$$r_n = \frac{12W_{\text{мес}}}{\sum W_{\text{с/с}}}, \quad (6.12)$$

где  $W_{\text{мес}}$  – месячный объем транспортного потока;  $\sum N_{\text{с/с}}$  – сумма за год среднесуточная.

Отношение предельного значения  $N_{\max}$  ... транспортного потока к среднему значению  $\frac{N_{\max}}{N_c}$  не учитывает влияние определенного значения внутри периода анализа. Этот недостаток устраняется путем использования меры рассеивания, которая определяется нормальным распределением (рисунок 6.7, а)

$$k_z(\sigma) = e^{\ln N_{\max}(\sigma)}$$

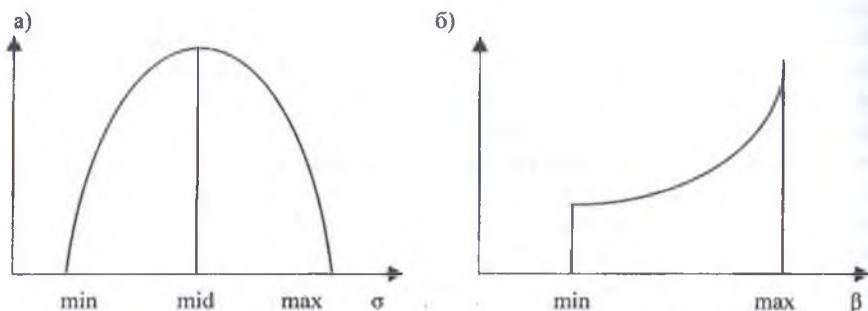


Рисунок 6.7 – Графическая интерпретация интенсивности транспортного потока: а – при нормальном распределении; б – с использованием коэффициента вариации

Наиболее точная оценка неравномерности ТП определяется с использованием коэффициента вариации  $\beta_k$  (рисунок 6.7, б):

$$\beta_k = \frac{\tau W}{W_{\max}}; \quad (6.13)$$

$$\tau_N = \frac{(W_{\max} - W_{\min})}{\sigma_N}. \quad (6.14)$$

Коэффициент предела уровня неравномерности транспортного потока определяется по результатам расчета доверительного интервала его оценки.

**Мощность** транспортного потока характеризуется количеством транспортной массы, поделенной на единицу времени:

$$\lambda = M / T, \quad (6.15)$$

Она является векторной величиной. В транспортных перевозках под мощностью потока понимают интенсивность движения транспортных единиц. Она определяется отдачей транспортной массы, в единицу времени. Эта величина является скалярной.

Мощность транспортного потока зависит от объема выпускаемой продукции и численности населения в городах и на территории обслуживания транспортной (маршрутной) сетью. На объем мощности транспортного потока оказывает наибольшее влияние структура грузообразующих объектов,



вторую следует рассматривать как функцию от расстояния и продолжительности нахождения транспортного потока в пути следования:

$$S_T = F(L_T, T_{nc}, E_{\text{эп}}, V), \quad (6.16)$$

где  $L_T$  – расстояние между грузообразующими объектами в пределах одной зоны обслуживания;  $T_{nc}$  – время в пути следования транспортных средств в пределах расположения грузообразующих объектов;  $E_{\text{эп}}$  – эксплуатационные расходы на обслуживание и транспортировку в пределах грузообразующего объекта;  $V$  – объем груза в зоне грузообразующего объекта.

При расчете оптимальной мощности транспортного потока в пределах грузообразующего района используется показатель финансовой отдачи:

$$F_o = e_d V_s, \quad (6.17)$$

где  $e_d$  – доходная ставка.

*Количественные параметры* транспортного потока (объемы) могут определяться двумя способами: 1) простым суммированием грузовых отправок (6.18); 2) суммированием корреспонденции транспортных средств (6.19):

$$\bar{V} = \sum V_j; \quad (6.18)$$

$$W(t, e) = P[f, d, e]/t, \quad (6.19)$$

где  $P$  – зависимость факторов погрузки.

*Качественные параметры* транспортного потока могут задаваться:

– интервалами ввода, вывода и проследования транспортных средств по элементам транспортной сети

$$\Delta t = \frac{T(t)}{W}; \quad (6.20)$$

– графиком или расписанием движения транспортного средства

$$< N, t_n, d_{to} > = R(t), \quad (6.21)$$

где  $N$  – количество единиц;  $t_n$  – время нахождения на пункте;  $d_{to}$  – коэффициент технологических операций.

$$R(t) = \begin{bmatrix} N_1 t_1 \alpha_1 & N_1 t_2 \alpha_2 & \dots \\ N_2 t_1 \alpha_2 & N_2 t_2 \alpha_2 & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ N_m t_1 \alpha_1 & N_m t_2 \alpha_2 & \dots \end{bmatrix}. \quad (6.22)$$

Пример матрицы кортежа расписания движения пассажирского поезда:

$$R(t) = \begin{bmatrix} 648, \text{ Минск} - \text{Пас.}, 15 \frac{47}{0}; 648, \text{ П} - \text{ПС} 16 \frac{10}{12} \dots 648 \text{ Гом.} 20 \frac{0}{14} \\ 708, \text{ М} - \text{ПС} 19^{00}; \dots 708 \text{ Гом.} 22 \frac{0}{00} \end{bmatrix},$$

или автобуса:

$$R(t) = 5, 23, 8 \frac{00}{0} ; 5, 08, 21 \frac{30}{33}.$$

Аналогичное расписание в виде кортежа может разрабатываться для всех видов транспорта. Особенно актуальным оно является для городского транспорта, когда интервальное регулирование не достигает поставленной цели – обеспечения равномерности движения транспортных единиц.

### 6.3 Закономерности распределения транспортных потоков в сетях

Пространственное распределение транспортных потоков в сетях, транспортная структура сети, которая включает совокупность соединяющихся транспортных линий и их взаимное расположение, определяют потенциальные возможности видов транспорта в обеспечении перевозок между отдельными пунктами. В зависимости от их развития устанавливаются закономерности распределения транспортных потоков в сетях и обеспечения их беспрепятственного движения. Уровень этого обеспечения показывает степень транспортного обслуживания территории. При этом транспортная сеть представляется в двух вариантах: 1) в виде линий, которые устанавливают связи между пунктами; 2) в виде структуры линий, имеющих связи между транспортными объектами. При этом выделяют несколько уровней транспортного обслуживания:

- территории в целом;
- отдельно взятого транспортного полигона;
- по видам перевозок;
- категории перевозок.

При рассмотрении транспортных потоков, особенно их пространственного распределения, используют понятия «транспортные истоки» (пункт, в котором зарождается перевозка) и «транспортные стоки». Пункт расположения имеет три варианта:

- распределение по площади рассматриваемого полигона;
- концентрация в отдельных пунктах территории;
- концентрация в отдельных зонах территории.

Учитываются *основные факторы, определяющие положение стоков и истоков*: 1) уровень развития экономической инфраструктуры региона; 2) природные условия; 3) народонаселение; 4) развитие транспортной сети.

Расположение стока перевозки в отдельных случаях может совпадать с местами нахождения истока (характерно для небольших населенных пунктов или пунктов зарождения грузопотоков).

Структурные свойства транспортной сети по связям истоков и стоков описываются количеством вершин – узлов и дуг.

Узлы и дуги подразделяют по следующим факторам:

- выделяют транспортные узлы, в которых транспортный поток зарождается, погашается, накапливается и форсируется, и промежуточные, в которых имеет место пересечения двух и более транспортных потоков;

- устанавливают взаимодействие линий транспортной сети между двумя узлами;

- выделяют центральные связи, с помощью которых увязываются центральные узлы с пунктами зарождения и погашения транспортного потока.

Для транспортных потоков характерно агрегирование, которое включает уменьшенное количество транспортных единиц между транспортными узлами. При этом в качестве оптимизации рассматривают *два основных принципа* агрегирования: 1) исключение дуг, которые заранее определены как неэффективные; 2) объединение дуг с разными свойствами в одну агрегированную систему.

Каждый отдельный сток и исток транспортного потока определяется понятием *мощности*. Мощность транспортного потока – объемный показатель, определяющий его массу, а также качественно-технические и финансовые показатели.

## 6.4 Прогнозирование транспортных потоков

Развитие транспортной сети осуществляется исходя из потребности в пропуске возникающих в ходе экономического обмена транспортных потоков. Для обеспечения устойчивых непрерывных транспортных связей субъектов хозяйствования региона или страны развитие сети должно опережать темпы роста интенсивностей транспортных потоков. При этом строительство новых и развитие существующих транспортных коммуникаций требует больших затрат ресурсов.

Развитие транспортных организаций также сопряжено с большими затратами ресурсов на закупку дорогостоящих транспортных средств, их эксплуатацию и содержание. При этом деятельность транспортных организаций общего пользования происходит в условиях неопределенности прогнозируемых объемов работы (если прогноз составлен недостаточно точно, то могут быть затрачены излишние ресурсы транспортной организации на выполнение транспортной работы, что всегда приводит к убыточности транспортной деятельности). Поэтому для рационального использования ресурсов на развитие транспортной сети и транспортных организаций необходимо прогнозировать транспортные потоки, определяющие транспортную деятельность организаций.

**Прогнозирование** – процесс разработки конкретных измерителей транспортной деятельности с учетом параметрических особенностей про-

гнозируемого периода. Исходными данными для прогнозирования являются:

1) действующая ситуация (объемы перевозок грузов и пассажиров, виды сообщений, условия перевозки, качественные показатели использования подвижного состава);

2) динамика развития (сдерживания) транспортных потоков и выявление факторов, оказывающих на неё существенного влияния;

3) прогнозные значения влияния косвенных факторов на динамику развития транспортных потоков;

4) динамика развития условий обеспечения транспортных потоков.

Постановка задачи прогнозирования:

1) процесс выбора методики прогнозирования;

2) выбор цели самого прогноза и использования его результатов, определение целевых индикаторов прогнозирования;

3) выбор периода прогнозирования и расчет тренда значений объемных показателей транспортного потока;

4) получение конкретных значений транспортного потока и их сопоставление с возможностями транспортной сети по их освоению.

Результативность прогноза – ожидаемые значения основных характеристик транспортных потоков.

При прогнозировании транспортных потоков различают периоды основания и упреждения. Период основания – промежуток времени, за который используют информацию для разработки прогноза. Срок, на который разрабатывается прогноз, называют периодом упреждения прогноза. Наглядно соотношение периодов основания и упреждения прогнозов представлено на рисунке 6.8.

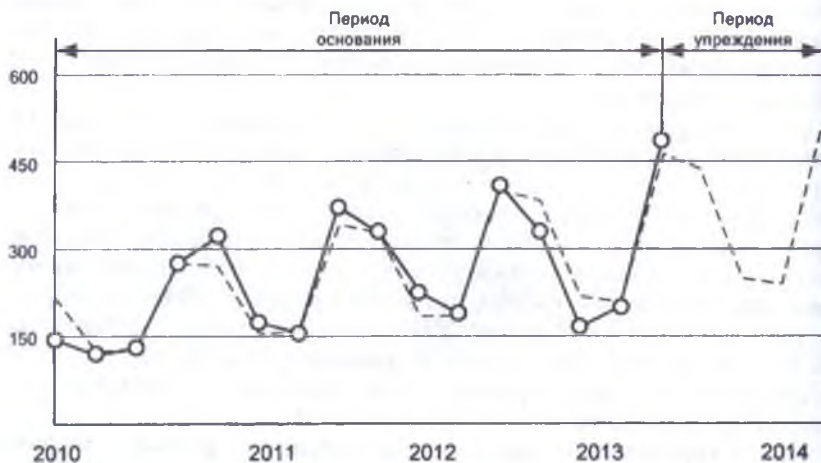


Рисунок 6.8 – Пример прогноза количественного показателя



**В зависимости от периода упреждения выделяют прогнозы:**

- **оперативные** – рассчитываются на период, в течение которого не ожидается существенных изменений объекта наблюдения. Для транспортных потоков период упреждения оперативного прогноза обычно не превышает одного – трех месяцев, когда колебаниями интенсивностей транспортных потоков можно пренебречь. Используются для планирования текущей деятельности транспортных предприятий. Срок прогнозирования – менее месяцев;

- **краткосрочные** – выполняются на перспективу количественных изменений характеристик объекта наблюдения. Изменение интенсивности транспортных потоков носит сезонный характер. Поэтому для транспортных потоков период упреждения краткосрочного прогноза обычно не превышает одного года. Используются для годового бизнес-планирования деятельности транспортных предприятий. Срок прогнозирования – до года;

- **среднесрочные** – рассчитываются на перспективу количественных и качественных изменений, но когда качественные изменения объекта наблюдения еще несутся и ими можно пренебречь. Используется для выработки решений по развитию транспортных предприятий и коммуникаций. Срок прогнозирования – не более 5 лет;

- **долгосрочные** – рассчитываются на перспективу количественных и качественных изменений объекта наблюдения. Используются для выработки стратегии транспортного предприятия, а также решений по развитию транспортной сети. Срок прогнозирования – до 15 лет;

- **перспективные** – рассчитываются на длительные периоды времени и носят рекомендательный характер для развития транспортной системы (строительство новых железнодорожных путей, автомобильных дорог, аэродромов, водных путей сообщения). Срок прогнозирования – до 30 лет.

Указанные периоды упреждения различных прогнозов не являются точными. Во многом они зависят от макроэкономических параметров среды, в которой находится объект наблюдения. В условиях политической или экономической нестабильности периоды упреждения прогнозов сокращаются, и наоборот. В соответствии с этим устанавливается характер прогнозирования: 1) *точечный* – определяются отдельные прогнозные значения транспортного потока не на всей сети, а для отдельных её элементов (загрузка части уличной сети, пропускные способности на части железнодорожной линии и т.д.); 2) *интегральный* – прогноз устанавливается в пределах значений доверительного интервала значений; 3) *всеобъемлющий* – устанавливается прогноз величины транспортных потоков по каждому

направлению движения и простым суммированием прогнозируется общегосударственные значения объемов транспортных потоков.

В зависимости от цели прогнозирования выделяют следующие группы прогнозов:

- **целевой** – служит для определения наиболее желательного состояния объекта исследования. Для целевого прогноза разрабатываются прогнозы возможных состояний объекта, каждое из которых оценивается согласно его предпочтительности. Наиболее предпочтительный вариант принимается к реализации;

- **поисковый** – состоит в определении объективно существующих тенденций развития путем анализа исторических тенденций. Этот вид прогнозирования основан на использовании принципа развития из настоящего в будущее. Он позволяет установить возможное состояние объекта в определенные моменты времени в будущем, исходя из предположения о продолжении в будущем тенденции развития наблюдаемого объекта в прошлом. Этот прогноз дает ответ на вопрос, что вероятнее всего произойдет при условии сохранения существующих тенденций и может служить основой для стратегического планирования;

- **нормативный** – определяет пути и сроки достижения возможных состояний и явлений, принятых в качестве целей. Сам процесс прогнозирования начинается от конечного желаемого состояния и заканчивается настоящим состоянием. При таком подходе рассматриваются только те варианты прогноза, которые обеспечивают попадание прогнозируемого параметра в требуемое его конечное состояние с учетом существующих ограничений на ресурсы (в том числе и по времени наступления событий). Нормативное прогнозирование является близким к нормативным плановым и проектным разработкам. Отличие состоит в том, что планы подразумевают директивное выполнение мероприятий, а прогнозирование – это описание вероятностных альтернатив достижения заданных состояний.

В практике выполнения прогнозов выделяют следующие **основные методы прогнозирования**:

- **статистические** – основаны на анализе временных рядов. По анализу значений прогнозируемой величины в прошлом строится прогноз ее значений в будущем. Методы особенно эффективны при изучении устоявшихся систем, в которых не происходит существенных качественных изменений;

- **экспертный** – заключается в изучении мнений экспертов о предполагаемом значении прогнозного параметра в будущем с последующим согласованием полученных оценок. Несмотря на субъективность полученного

таким образом прогноза применение методов экспертной оценки эффективно в условиях неопределенности;

- моделирование – используется для прогнозирования поведения детерминированной системы. Реально существующей системе ставится в соответствие ее математическая модель. На основании поведения математической модели при различных значениях входных параметров делается вывод о прогнозном поведении реальной системы.

*Использование многофакторных моделей прогнозирования включает:*

- корреляцию факторов отраслевых значений величины транспортных потоков (при формировании грузопотока) и характерных для населения (платежеспособности, миграции трудовых ресурсов, размещения зон проживания и кратковременного отдыха). Расчет коэффициента корреляции;
- обоснование выбора факторов, отвечающих требованиям установленного коэффициента корреляции;
- выделения из всего количества факторов прогнозирования тех из них, которые имеют множественные коэффициенты корреляции;
- выполнение контроля правомерности выбора и значений факторов (заведомо невыполнимые выбрасываются, отклонение ложной и неполной информации о предполагаемых транспортных потоках).

**Факторы, влияющие на точность прогнозирования:**

- неравномерность распределения транспортных потоков по направлениям их продвижения;
- изменение пропускных способностей транспортной инфраструктуры по мере продвижения транспортных потоков по участкам и направлениям;
- диспропорции развития транспортной сети, экономике региона и потребностями в перевозках грузов и пассажиров.

С учетом целей прогнозирования устанавливаются требования к прогнозируемым системам:

- точность прогноза транспортного потока – степень отклонения прогнозных и реализуемых в прогнозном периоде значений транспортного потока (по количественным и качественным параметрам);
- способность к гибкому перераспределению прогнозных значений с учетом ожидаемых изменений внешней среды (увеличение транзита грузовых перевозок с уменьшением объема внутригосударственных перевозок, рост региональных трудовых передвижений с использованием общественного транспорта при увеличении стоимости топлива и др.).

Устанавливается схема функционирования системы прогнозирования, которая предусматривает технологический процесс, представленный на рисунке 6.9. При этом рассматривается первоначальное состояние транс-

портной системы  $[Z(t_0)]$ , совокупность управляющих воздействий  $[\omega(P/t)]$  в периоде прогнозирования, влияющие факторы внешнего воздействия на прогнозирующую и управляемую системы  $(f', f'')$ , информационный поток, отражающий анализ прогнозируемого параметра  $[x(W/t)]$  состояния управляемого объекта в зависимости от результативности управляющего воздействия  $[g(\omega)]$ , состояние управляемой системы  $(Z_i)$ .



Рисунок 6.9 – Схема функционирования системы прогнозирования

#### Этапы прогнозирования:

- 1) формирование группы экспертов – расчёт количества экспертов:

$$\alpha_j = \frac{b^2 v^2}{\sqrt{\epsilon^2}}, \quad (6.23)$$

где  $b^2$  – аргумент интервала вероятности уровней зависимости экспертного коллектива по фактору времени;  $v^2$  – критерий вариации ожидаемых мнений экспертов ( $v^2 \leq 0,3$ );  $\epsilon^2$  – значение ожидаемой ошибки выбора;

- 2) разработка программы опроса и тестирования – выполняется на основании результативности согласования мнения экспертов при прогнозе по показателям: критерию вариации, математическому ожиданию, параметру взаимного согласования коэффициентов вариации и согласия для конкретного прогнозируемого объекта на транспорте;

- 3) изучение объекта прогнозирования – оценка параметров предыдущих состояний, точности ранее выполняемых прогнозов, причин отклонения прогнозных значений от полученных фактических параметров;

- 4) анализ ситуации развития объекта прогнозирования – дается поэтапная оценка развития транспортных объектов, появления ограничивающих элементов для пропуска транспортного потока, оцениваются варианты развития объектов прогнозирования;

- 5) анализ ответов экспертов по прогнозам – уровень квалификации и соответствия ответов рассматриваемой ситуации продвижения транспортных потоков по объектам транспортной системы;



6) обработка экспертных заключений – интегрированная оценка мнений экспертов с использованием математического ожидания совпадения их значений:

$$\mu_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\alpha_{ij}, a_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\alpha_{ij})}, \quad (6.24)$$

где  $n$  – количество экспертов;  $\alpha_{ij}$  – количество параметров отклонений в каждом мнении экспертов;

7) получение рекомендаций прогнозного характера.

## 6.5 Распределение транспортных потоков по видам транспорта

### 6.5.1 Системное

Существуют различные варианты перевозок грузов и пассажиров разными видами транспорта:

1) одним видом транспорта на всем протяжении маршрута – юнимодальная перевозка;

2) несколькими видами транспорта на протяжении маршрута – мультимодальная или интермодальная перевозка.

Юнимодальная перевозка возможна при взаимной доступности пунктов отправления и назначения на коммуникации этого вида транспорта. В развитой транспортной системе, как правило, существует несколько альтернативных маршрутов доставки различными видами транспорта. Например, доставку груза из Гомеля до Минска можно осуществить автомобильным, железнодорожным и авиационным транспортом. Но с учетом транспортного обслуживания местных грузовых пунктов, не имеющих прямого выхода на железнодорожную сеть, может использоваться интермодальная перевозка.

Однако нередко использование одного вида транспорта на всем маршруте невозможно или нецелесообразно в случаях, когда:

– пункты отправления и назначения взаимно недоступны при помощи коммуникаций одного вида транспорта. Примером могут служить рабочие вахтовые поселки, транспортная доступность которых обеспечивается за счет использования вертолетов. Грузы, следующие в эти поселки, перевозятся до ближайшего доступного магистральным транспортом аэропорта, откуда вертолетами доставляются в поселок;

– загрузка коммуникаций некоторого вида транспорта, связывающих пункты отправления и назначения, близка к максимальной и поэтому пропуск по ним дополнительного потока может осуществляться с задержками,

снижающими скорость доставки и эффективность использования транспортных средств;

- экономически целесообразно перевозку на основной части маршрута осуществлять одним видом транспорта с подвозом к его коммуникациям грузов и пассажиров другим видом транспорта. Например, вывоз щебня из карьера Глушкевичи (Лельчицкий район): щебень автомобилями вывозится на железнодорожную станцию Житковичи, откуда после перегрузки на платформы доставляется железнодорожным транспортом до пункта назначения.

При использовании на протяжении маршрута нескольких видов транспорта перевозка может осуществляться по двум схемам:

- в пунктах передачи грузов с одного вида транспорта на другой происходит перегрузка груза с одного транспортного средства в другое – мультимодальная перевозка;

- груз может перевозиться в единой транспортной единице (контейнере, сменном кузове и др.). При ее использовании в пункте передачи грузов с одного вида транспорта на другой происходит перестановка единой транспортной единицы с одного транспортного средства на другое без непосредственной перегрузки груза – интермодальная перевозка.

Задача выбора маршрута и вида транспорта для перевозки грузов и пассажиров является одной из основных в транспортной логистике.

### 6.5.2 Распределение грузопотоков

Объем перевозок грузов и его распределение в транспортных сетях характеризует показатель – **грузопоток**. Он определяется как объем перевозок, проходящий в единицу времени через определенное сечение транспортного пути в определенном направлении. Грузопоток является четко выраженным векторным понятием, так как имеет размер и направление перемещения.

Определение реального грузопотока на транспортной сети в целом или в её элементах связано с целым рядом объективных и субъективных трудностей: отсутствием учета перевозимых грузов по номенклатуре грузов у производителей и потребителей продукции и в автотранспортных организациях; необъективными заявками отправителей грузов и отсутствием учета повторяемости перевозок и массы тары (одноразовой или обменной – многократной).

В зависимости от территории освоения грузопотоки могут относиться к пункту производства, транспортному пункту, участку дороги, экономическому или административному району и всей стране. *Грузопоток транспортного пункта* (склад, грузовая станция, пристань, порт и т.д.) изме-

ряется количеством прибывающих, отправляемых и транзитных грузов. *Грузопоток, распределяемый на участке дороги*, характеризуется количеством грузов, транспортируемых по нему в обоих направлениях. *Грузопоток экономического района или страны в целом* определяется суммарным количеством отправляемых и транзитных грузов. По размеру грузопотоки разделяются на *массовые* и *мелкопартионные*. Под мелкой отправкой грузов понимается такое их количество, которое не может загрузить полностью транспортное средство (по грузоподъемности или объему кузова). На автомобильном транспорте мелкопартионными грузами считаются партии весом от 10 до 2000 кг.

По периоду осуществления грузопотоки классифицируются как *постоянные, временные и сезонные*. Их структура определяется наименованием и классом перевозимых грузов. При этом грузопоток пункта производства связан с его производственной мощностью (объем продукции, выпускаемый в единицу времени), с провозной возможностью подвижного состава и потребностью пункта потребления в данном грузе (например, в разгар уборки урожая зерна на токах образуется больше, чем его могут принять элеваторы; а в морских портах при завершении или открытии навигации всегда имеется значительный избыток грузов). В такие периоды грузопоток лимитируется приемной возможностью складских площадей. Грузопоток может быть равен, а может и отличаться от производственной возможности (мощности) пункта производства. Все пункты производства по характеру работы можно разделить на две группы. К первой группе относятся пункты производства, продукция которых сразу же поступает на транспорт (карьеры песка, угля, бетонно-растворные заводы на строительных площадках и т. д.). Для этих пунктов грузопоток равен фактической производственной мощности. Ко второй группе относятся пункты производства, продукция которых вначале поступает на склад готовой продукции. В этом случае, как правило, грузопоток не равен мощности пунктов производства.

При массовых перевозках грузопоток зависит от объема партии перевозимого груза и продолжительности перевозки этого объема как единого целого. Объем партии перевозимого груза зависит от заказа потребителя на данный груз и мощности погрузочного пункта. Под партией груза, как уже отмечалось, понимается совокупность однородных грузовых единиц, одновременно перемещаемых по одному общему маршруту и, возможно, единому перевозочному документу. При этом необходимо отметить, что увеличению партионности перевозок способствует рост грузоподъемности транспортных средств. В различных отраслях промышленности и торговли имеет место различное распределение провозной возможности подвижного состава автотранспортных предприятий (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Распределение объёмов перевозок по параметрам партий грузов для различных потребителей

Размер партии груза	Промышленность	Строительство	Торговля	Все отрасли
До 0,5 (включительно)	—	—	5,3	0,4
Свыше 0,5 до 1,0	0,5	—	27,1	2,3
1,0–1,5	3,0	0,2	16,0	4,2
1,5–3,0	17,3	11,9	36,5	13,7
3,0–5,0	15,3	16,7	7,9	18,5
5,0–8,0	30,8	31,8	4,4	20,1
8,0–12,0	20,1	25,0	1,9	22,9
12,0–25,0	12,4	11,5	0,9	14,5
Свыше 25,0	0,6	2,9	—	3,4

Например, недельная потребность в перевозках грузов бетона определяется с учетом распределения:

$$w_j(t) = \frac{0,3W_j(t)}{1 + 0,6e^{-0,1t^2}} + 0,1W_j(t)e^{-t^2}, \quad (6.25)$$

где  $t$  – порядковый номер недели месяца;  $e$  – основание натурального логарифма;  $W_j(t)$  – планируемый месячный объем перевозок грузов, т.

Потребность в необходимом количестве поставляемого груза определяется наличием технологической в нем потребности. При рассмотрении завершенного цикла производства необходимой предпосылкой обеспечения нормального производственного процесса любого промышленного предприятия является образование материальных запасов, основное назначение которых состоит в необходимости обеспечения точного соответствия в каждый момент между поступлением сырья и потребностью при некотором разобщении темпов поступления сырья и потребности в нем. В целях непрерывного выполнения технологического процесса необходимо, чтобы на месте производства постоянно имелся в наличии запас сырья, зависящий от различных условий: скорости, регулярности и надежности, обеспечивающих непрерывность производственных процессов.

Для обеспечения бесперебойного производственного процесса промышленное предприятие выделяет оборотные средства, из которых более 65 % расходуются на содержание производственных запасов (сырья, покупных полуфабрикатов, вспомогательных материалов, топлива и горючего, тары и тарных материалов, инструментов и др.) и 21 % – на транспортную составляющую. При этом в процессе прогнозирования транспортных операций с материальными потоками нормируют максимально и минимально допустимые запасы. Максимально допустимый запас – это такой объем запаса, превышение которого ведёт к затоваренности предприятия – сверхнормативным запасом. Поэтому при определении объема запасов стремятся к тому, чтобы затраты на ведение складского хозяйства были бы минимальными. Наличие незначительных материальных запасов повышает



опасность того, что их объем может оказаться недостаточным для своевременного удовлетворения промышленного производства. При минимальном запасе потребности в материальных ресурсах предприятия не могут быть удовлетворены в нужный момент времени. В результате система снабжения предприятия будет работать без промежуточного складирования (с колес), так как при сбое в продвижении материальных потоков появится дефицит и нарушение процесса материального обеспечения производства.

В данном случае управление запасами промышленных предприятий напрямую связано с управлением грузопотоками на автотранспорте. При большом количестве вариантов такого управления значительную их часть составляет наиболее простая модель, когда поставщик обслуживает одного потребителя. При этом затраты, связанные с запасом, сделанным в течение учетного периода ( $t$ ), определяются по формуле

$$E_j(t) = \sum_{i=1}^j e_i(t) = e_1(t) + e_2(t) + \dots + e_i(t), \quad (6.26)$$

где  $e_1(t), e_2(t), e_i(t)$  – затраты промышленного предприятия, связанные с запасом, организацией запаса, стоимостью материала, хранением запаса, неиспользованием провозной возможности подвижного состава, транспортированием, выполнением погрузочно-разгрузочных работ.

Затраты, связанные с организацией запаса предприятия, зависят от количества поставок, сделанных в течение учетного периода:

$$E_{\text{м}}(t) = n_{\text{н}} E_j(t) = E_j(t) \frac{W_{\text{пм}}}{w_{\text{пм}}}, \quad (6.27)$$

где  $n_{\text{н}}$  – количество поставок материальных ресурсов предприятию в течение учетного периода;  $W_{\text{пм}}$  – потребность в материале, т/год (потребность постоянна и непрерывна, весь спрос удовлетворяется);  $w_{\text{пм}}$  – объем перевозимой партии груза, т (поступление происходит, как только уровень запаса становится равным нулю).

Стоимость поставляемых материалов

$$C_{\text{пм}}(t) = \varepsilon_{\text{пм}} W_{\text{пм}}, \quad (6.28)$$

где  $\varepsilon_{\text{пм}}$  – удельная стоимость потребляемых материалов.

Средний уровень запаса предприятия в учетном периоде

$$\bar{g}_{\text{зн}}(t) = \frac{e_{\text{пм}}^{\text{сп}} (G_{\text{пр}} - W_{\text{пм}}) w_{\text{пм}}}{2G_{\text{пр}}}, \quad (6.29)$$

где  $G_{\text{пр}}$  – производительность предприятия, поставляющего материалы.

Затраты, связанные с хранением запасов,

$$C_{\text{пм}}^{\text{сп}}(t) = e_{\text{пм}}^{\text{сп}} \bar{g}_{\text{зн}}(t), \quad (6.30)$$

Затраты, связанные с недоиспользованием провозной возможности подвижного состава,

$$E_{\text{зн}}(t) = E_{\text{зн}}(t) \overline{g_{\text{зн}}(t)}. \quad (6.31)$$

Затраты, связанные с транспортированием,

$$E_{\text{зн}}^{\text{тр}}(t) = e_{\text{зн}}^{\text{тр}} W_{\text{пм}}. \quad (6.32)$$

Затраты, связанные с выполнением погрузочно-разгрузочных работ,

$$E_{\text{зн}}^{\text{пр}}(t) = e_{\text{зн}}^{\text{пр}} W_{\text{пм}}. \quad (6.33)$$

Окончательное решение

$$E_{\text{зн}}^{\text{об}}(t) = E_{\text{зн}}(t) + C_{\text{пм}}(t) + E_{\text{пм}}^{\text{хр}}(t) + E_{\text{зн}}^{\text{пр}}(t) + E_{\text{зн}}^{\text{тр}}(t) + E_{\text{зн}}^{\text{опр}}(t). \quad (6.34)$$

Оптимальный размер поступающей партии материала

$$w_{\text{пм}} = \sqrt{\frac{2 G_{\text{пм}} W_{\text{пм}} (e_{\text{const}} + \Delta c_{\text{пм}})}{e_{\text{сп}} (G_{\text{пм}} - W_{\text{пм}})}}. \quad (6.35)$$

Это позволяет определить величину грузопотока

$$\begin{aligned} \omega_{\text{пм}}^{\text{р}} &= w_{\text{пм}} \quad \text{при } w_{\text{пм}} < G_{\text{пм}}^{\text{г}}; \\ \omega_{\text{пм}}^{\text{р}} &= G_{\text{пм}} \quad \text{при } w_{\text{пм}} < G_{\text{пм}}^0. \end{aligned} \quad (6.36)$$

где  $G_{\text{пм}}^{\text{г}}$  – часовая производительность пункта, поставляющего материал, т/ч.

В практической деятельности из приведенных значений можно отметить, что если  $G$  почти равняется  $W_{\text{пм}}$ , то  $W_{\text{пм}}$  приобретает большое значение, приближаясь к бесконечности по мере того, как разница между  $G$  и  $W_{\text{пм}}$  приближается к нулю. В практической деятельности поставок это означает, что в случае, когда уровень спроса равняется объему производства, процесс перевозки должен быть непрерывным. Однако наблюдаются диаметрально противоположные тенденции развития современного рынка: низкая предсказуемость продажи товаров, что требует наличия больших запасов для обретения уверенности при возникновении риска, и уменьшение капитала, представленного в запасе, что снижает размеры запасов и увеличивает объемы перевозок, требующие точности их исполнения.

### 6.5.3 Распределение пассажиропотоков

Под пассажиропотоком понимается количество пассажиров, проезжающих в единицу времени через какое-либо сечение сети общественного пассажирского транспорта. Пассажиропоток может определяться по направлениям движения на отдельных участках рассматриваемого маршру-

та, по всем маршрутам каждого вида транспорта в отдельности или суммарно по всем видам массового пассажирского транспорта.

Пассажиропоток на начальном участке какого-либо маршрута соответствует количеству пассажиров, вошедших в пункте отправления маршрута. На следующем участке маршрута он увеличивается на число пассажиров, вошедших в транспортное средство на следующем остановочном пункте, и уменьшается на число вышедших. Пассажиропоток на последнем участке маршрута равен количеству пассажиров, вышедших на конечном пункте маршрута. Общий пассажиропоток устанавливается путем суммирования пассажиропотоков по отдельным видам транспорта на маршруте в целом.

Суммированием количества вошедших и вышедших пассажиров по каждому остановочному пункту определяет пассажирооборот данного пункта по рассматриваемому маршруту, виду транспорта или общий по всем видам транспорта, включенным в транспортную сеть региона. Пассажирооборот остановочного пункта может рассматриваться за учетный период: час, сутки, месяц или год.

При разработке перспектив развития транспортной сети территории, выборе типа транспорта и расчете потребного подвижного состава объемы перевозок и пассажиропотоки определяются для часа «пик» – максимальных перевозок пассажиров на наиболее загруженных участках сети. Для установления технико-экономической эффективности применения того или иного вида транспорта и выбора количества транспортных средств определяется годовой объем пассажирских перевозок и пассажиропотоков.

Норма наполнения подвижного состава 4–5 чел/м<sup>3</sup> пола салона транспортной единицы обычно не выдерживается. В часы «пик» на 1 м<sup>3</sup> свободной площади пола автотранспортного средства приходится 8–10 чел. Это вызывает повышенную транспортную усталость и ведет к снижению производительности труда пассажиров после совершения ими поездки.

Ограничение провозной возможности подвижной единицы, используемой при выполнении пассажирских перевозок, приводит в отдельные часы суток и на отдельных направлениях либо к переполнению салонов транспортных единиц, либо к его перегрузке. Переполнение ухудшает качество перевозки пассажиров, а недогрузка понижает эффективность использования транспортных средств.

Возникает проблема соизмерения качества и количества, для решения которой выполняется **нормирование пассажиропотоков**, которое имеет следующие особенности:

– в сельской местности – для правильного понимания закономерностей транспортной инфраструктуры сельскохозяйственного района важно выделить в качестве системообразующих трудовые, школьные, социально-культурные и бытовые территориальные связи населения. Системообразу-

ющие связи сельского населения распределяются по *трем* уровням: в пределах зоны влияния населенного пункта, в пределах хозяйства и межхозяйственные передвижения, в пределах района.

— в городах — закономерности транспортной инфраструктуры предусматривают в качестве системообразующих трудовые, социально-культурные и бытовые внутригородские связи населения. Системообразующие связи городского населения распределяются по *трем* уровням: в пределах города, районов территориальных передвижений населения (связи промышленных зон и «спальных районов»), зоны влияния города на пригородную зону (дачные застройки, города-спутники). Потребность городского населения в поездках меняется по числу, времени и направлениям движения транспортных единиц (рисунок 6.10).

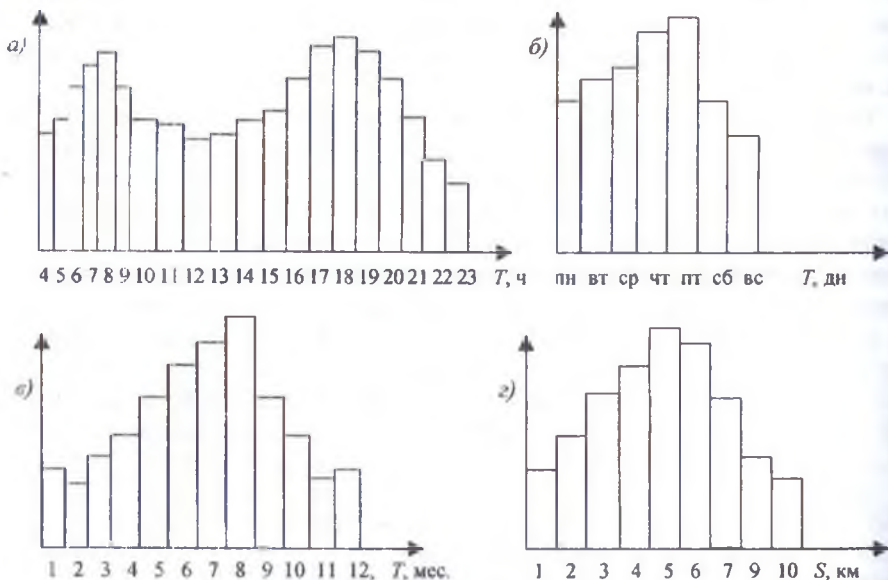


Рисунок 6.10 – Диаграммы изменения пассажиропотоков:

а – по часам суток; б – по дням недели; в – по месяцам года; г – по длине маршрута

Учет и прогнозирование объемов передвижений сельского населения представляет важную транспортную проблему. Рациональное сочетание пешеходных и транспортных территориальных передвижений населения позволяет более эффективно решить вопросы внутрихозяйственного и внутрирайонного размещения объектов производства и социальной инфраструктуры. Ввиду того, что при прогнозировании пассажиропотоков в сельской местности используются недифференцированные связи населения, это не



потребляет в должной мере исследовать механизм формирования пассажиро-потоков и влияющих на него факторов.

**Трудовые передвижения** — это передвижения населения, проживающего в сельской местности, к местам приложения труда. В отличие от трудовых передвижений в городах, для сельских жителей они характеризуются территориальной разбросанностью рабочих мест при различной концентрации населения в поселках, и подразделяются: на трудовые связи общего характера, ориентированные на максимальное приближение к местам приложения труда и минимальные затраты времени на передвижения; специализированные трудовые связи, ориентированные на соответствие выбора трудовой деятельности потребностям личности, избирательности профессии.

Специализированные трудовые связи охватывают занятость сельского населения в сфере обслуживания, на предприятиях промышленности в городах, на транспорте, в леспромпхозах, добывающей промышленности. Этот тип связей формируется на связях места жительства с районным центром или другими промышленными центрами. Для данных связей затраты времени на трудовые передвижения, как критерий выбора места приложения труда, отступают на второй план (в пределах максимально доступных затрат времени).

**Внутрихозяйственные связи** — это передвижения населения в пределах агропромышленной организации. Они стремятся к локализации в пределах населенного пункта или обслуживаемой территории. Трудовые передвижения в этом случае от места жительства к месту приложения труда осуществляются как на транспорте, так и пешком. При этом отдельные профессиональные группы населения (механизаторы, зоотехники, бригадиры, шоферы и др.) имеют тесную связь в своей трудовой деятельности с центром хозяйства, где размещается основная производственно-техническая база и сосредоточено административное управление. Эти производственные внутрихозяйственные передвижения являются установленными в учетном периоде. Основу структуры трудовых связей составляют передвижения населения, формирующиеся: 1) на территории, обслуживаемой автотранспортной организацией данного населенного пункта; 2) хозяйственными центрами различного уровня — центром сельского района, межхозяйственным центром, центром сельскохозяйственной организации; 3) на связях между поселками и указанными центрами, а также между центрами.

Передвижения в пределах территории, обслуживаемой населенным пунктом, характеризуются параметром пешеходной доступности. При этом внутрихозяйственные трудовые передвижения характеризуются радиусом транспортной доступности, ограниченным возможным доступным временем передвижения, равным 25–30 мин. Передвижения к центру района нормируются параметром транспортной доступности, ограниченным временем передвижения к месту работы 45–60 мин. Предельно допустимое время внутрирайонного передвижения населения определяется статистическими методами, которые учитывают сложившееся, экстремальное время на трудовые передвижения в крупных населенных пунктах со слабо развитой

транспортной пассажирской маршрутной сетью. В Республике Беларусь по численности сельского населения выделены: малозаселенные районы с поселениями 150–200 чел., охватывающие 42,5 % территории; средние заселенные районы с поселениями 200–400 чел., охватывающие 40,2 % территории; крупнозаселенные районы с поселениями более 400 чел., охватывающие 17,3 % территории. При этом каждый населенный пункт в сельских районах с численностью населения 150–400 чел. имеет учреждения, осуществляющие повседневное обслуживание населения. В населенных пунктах, численность населения которых составляет 500–1200 чел., имеются промышленные предприятия (по переработке сельхозпродукции), и в центрах хозяйств размещаются учреждения, осуществляющие периодическое обслуживание населения (обслуживание недельного цикла).

**Нетрудовые передвижения** сельского населения связаны с посещением магазинов, клубов, комбинатов бытового обслуживания, лечебных и административных учреждений, рынка. При выполнении таких передвижений формируются пассажиропотоки как на внутрихозяйственных связях, замыкающихся на объектах обслуживания в центрах хозяйств, так и на внешних связях к межхозяйственному центру и более высокого уровня обслуживания – к административному центру. Такое распределение нетрудовых передвижений объясняется существованием трехступенчатой структуры сети социального и культурно-бытового обслуживания сельского населения: I ступень – повседневное обслуживание представляется учреждениями торговли товарами повседневного спроса, начальной или средней школой, библиотекой, которые размещаются в неперспективных населенных пунктах; II ступень – периодическое обслуживание – состоит из клубных и административных учреждений, предприятий торговли, общественного питания и бытового обслуживания, общеобразовательных школ, медицинских учреждений, спортивных сооружений, находящихся в перспективных населенных пунктах, центрах хозяйств и опорных центрах; III ступень – эпизодическое обслуживание – состоит из тех же учреждений, что и II ступень, но более высокого ранга, и размещающихся в районном центре.

Ступень развития и концентрации учреждений сферы обслуживания в сельской местности связана с функциональным типом населенного пункта и с определенной концентрацией в нем населения. Частично потребность в определенных видах обслуживания населения удовлетворяется учреждениями, расположенными в близлежащих населенных пунктах.

*Передвижения учащихся* связаны с посещением общеобразовательных школ и являются устойчивыми в течение учебного периода. Эти передвижения зависят от развития сети общеобразовательных школ в сельской местности, системы расселения, контингента учащихся и реализуются по всем выделенным уровням. Передвижения учащихся начальных школ реа-

дизуются в населенных пунктах, учащихся средних школ частично реализуются в населенном пункте, а основной объем их передвижений реализуется на II ступени. Названные школы охватывают обслуживанием учащихся ряда поселков, относящихся к одному хозяйству или нескольким. Иногда школьные передвижения к центру района связаны с посещением городских школ сельскими учащимися.

Многообразие целей передвижений населения определяется развитием и размещением сельскохозяйственного производства, объектов и учреждений обслуживания, системой расселения. Передвижения населения распределяются по частоте их совершения на регулярные и нерегулярные. Регулярными, в основном, являются установившиеся трудовые, культурно-бытовые и школьные связи населения. Периодическим и эпизодическим соответствуют по характеру социальные и культурно-бытовые связи.

**Трудовые передвижения** при внутригородских перевозок – это передвижения населения, проживающего в городских кварталах, к местам приложения труда. В отличие от трудовых передвижений в сельской местности, для городских жителей они характеризуются территориальной разбросанностью рабочих мест (обычно расположенных в промышленных зонах) при различной концентрации населения в жилых массивах (спальных районах), и подразделяются: на трудовые связи общего характера, ориентированные на максимальное приближение к местам приложения труда и минимальные затраты времени на передвижения; специализированные трудовые связи, ориентированные на соответствие выбора трудовой деятельности потребностям личности, избирательности профессии.

**Нетрудовые передвижения городского населения** связаны с посещением мест торговли, учреждений бытового обслуживания, финансовых, лечебных и административных учреждений, рынка. При выполнении таких передвижений формируются пассажиропотоки как на внутрирайонных связях города и городов-спутников, замыкающихся на объектах обслуживания в центрах городов, так и на внешних связях более высокого уровня обслуживания – к административному центру города (исполком, парки культуры, учреждения образования и культуры и т. д.).

Для городских перевозок пассажиров при определении пассажиропотоков на улично-дорожной сети можно выделить отдельные участки и зоны, где движение транспортных средств общего пользования достигает максимальных размеров, в то время как на других участках оно в несколько раз меньше. Такая пространственная неравномерность отражает, прежде всего, неравномерность размещения пассажирообразующих пунктов и мест их тяготения. Неравномерность может быть выражена как доля интенсивности движения транспортных средств общего пользования, приходящаяся на данный отрезок времени, либо как отношение наблюдаемой интенсивности



к средней за одинаковые промежутки времени. Наиболее часто интенсивность движения транспортных средств и пешеходов в практике организации движения характеризуют их часовыми значениями.

При формировании маршрутной транспортной сети и оценке пассажиропотоков учитывается *транспортная подвижность* населения, которая выражается количеством передвижений за учетный период на одного жителя и является одной из социальных характеристик образа жизни населения. При этом, чем больше численность населения города, тем больше в нем возможностей для удовлетворения культурно-бытовых потребностей человека, а следовательно, больше и подвижность жителей города. Следует различать термины:

- *подвижность населения* – количество передвижений, совершаемых на транспорте и пешком, приходящаяся на одного жителя за учетный период;

- *транспортная подвижность* – количество передвижений, совершаемых на транспорте одним жителем города за учетный период (без пешеходных);

- *подвижность на автомобильном транспорте* – количество передвижений, совершаемых на автомобильном транспорте на одного жителя за учетный период;

- *учетная транспортная подвижность* – количество перевезенных на всех видах городского общественного транспорта пассажиров, приходящееся на одного жителя за учетный период (с учетом приежжих и пригородных пассажиров, а также пересадок с одного маршрута или вида транспорта на другой).

В настоящее время статистикой регистрируется только число поездок пассажиров определенным видом транспорта, но не учитывается число поездок пассажиров от начального до конечного пункта. Поэтому показатель подвижности населения, определяемый отношением числа поездок по видам транспорта к количеству жителей, не отражает действительной подвижности населения. Так, при пересадочном сообщении, когда пассажир, чтобы добраться до места назначения, пользуется, например, двумя автобусами и должен сделать пересадку, в статистике числится две поездки, несмотря на то, что это поездка с одной целью.

Для правильной оценки пассажиропотоков и организации перевозок пассажиров выполняется распределение подвижности населения. При этом отмечено, что общая подвижность населения для городов одной величины с близким уровнем транспортного обслуживания достаточно устойчива (таблица 6.2).



Таблица 6.2 – Распределение передвижений городского населения

Показатель	Численность городского населения, тыс. чел		
	250–500	500–1000	более 1000
Подвижность, число передвижений	600–900	700–1000	1100–1300
Передвижения по целям, %:			
трудоуые	18–20	18–20	18–22
культурно-бытовые	34–37	35–38	37–41
возвратные домой	45–46	44–45	43–44
Среднее значение коэффициента пользования транспортом	0,34–0,48	0,43–0,54	0,47–0,54
Значение коэффициента пользования транспортом по целям передвижения:			
трудоуые	0,43–0,55	0,55–0,64	0,67–0,74
культурно-бытовые	0,34–0,40	0,35–0,39	0,42–0,50
возвратные домой	0,35–0,45	0,34–0,50	0,47–0,49

Объем перевозок пассажиров определяется как произведение количества населения на величину его учетной транспортной подвижности. Численное значение общего объема перевозок пассажиров определяется на основе фактических и расчетных данных, т. е.

$$A_{об}^{пс} = \sum_{i=1}^k A_i = A_{пост} + A_{инт} + A_{приг} + \dots + A_k, \quad (6.37)$$

где  $A_{пост}$ ,  $A_{инт}$ ,  $A_{приг}$ ,  $A_k$  – объемы перевозок пассажиров: постоянно проживающего городского населения, приезжих в город, пригородных пассажиров, пассажиров, относимых к другим формам транспортного обслуживания.

Годовой объем перевозок постоянно проживающего городского населения

$$A_{инт} = k_d k_{к.б} k_{обр} k_{тр} k_{пр} \sum A_{гор} [\beta_{см} \sum (An)_{тр} + \beta_{уч} \sum (An)_{уч}], \quad (6.38)$$

где  $k_d$ ,  $k_{к.б}$ ,  $k_{обр}$ ,  $k_{тр}$ ,  $k_{пр}$  – коэффициенты, учитывающие деловые, культурно-бытовые, обратные (возврата) поездки, учитывающие количество населения, использующего общественный транспорт, пересадочности;  $\beta_{см}$  – отношение количества самостоятельного населения к общей расчетной численности населения города;  $A_{гор}$  – количество населения, постоянно проживающего в городе;  $\sum (An)_{тр}$  – годовое количество передвижений трудящихся на работу в одну сторону;  $\beta_{уч}$  – отношение количества учащихся в учреждениях образования к общей расчетной численности населения города;  $\sum (An)_{уч}$  – годовое количество передвижений учащихся в одну сторону.

При выполнении расчетов следует учитывать, что годовое количество передвижений трудящихся на работу в одну сторону при шестидневной рабочей неделе составляет 290, а пятидневной – 240. Количество передвижений учащихся в учреждениях образования, с учетом каникул, в одну сторону

принимается равным 230, деловых передвижений – 2–5 % от количества трудовых. Значение коэффициентов, используемых при расчетах поездок:

– культурно-бытовых –  $k_{к-б} = 1,9$  (при пятидневной рабочей неделе трудовые поездки в свободные дни заменяются поездками с культурными целями и в зоны отдыха, что предопределяет увеличение коэффициента  $k_{к-б}$  до 2,3; в малонаселенных городах количество культурно-бытовых поездок должно быть ниже в связи с меньшим количеством и более близким расположением культурных и зрелищных предприятий);

– обратных (возврата) –  $k_{обр} = 1,9$  с учетом того, что не все пассажиры возвращаются с работы непосредственно домой, а часть из них (около 10 %) направляется с работы в театры, кино, парки, магазины и другие пункты, уменьшая тем самым количество обратных поездок, относимых к трудовым передвижениям.

С учетом того, что часть передвижений населения на короткие расстояния совершается пешком: до 1 км – 75 %, от 1 до 2 км – 45 %, от 2 до 3 км – 25 %, от 3 до 4 км – 10 %, то в перспективе с учетом увеличения плотности транспортной сети и улучшения обслуживания населения значение коэффициента  $k_{тр} = 0,3$  при передвижении на расстояние до 1 км,  $k_{тр} = 0,7... 0,85$  – от 1 до 2 км и  $k_{тр} = 1,0$  – свыше 2 км. Коэффициент пересадочности принимается для городов с отсутствием внеуличного транспорта  $k_{пр} = 1,0... 1,15$ , а для городов, в которых есть метро  $k_{пр} = 1,2... 1,35$ .

Количество поездок на городском транспорте  $A_{инт}$ , выполняемых приезжими гражданами определяется в зависимости от их количества, прибывающих из других населенных пунктов, длительности их пребывания в планируемом городе приезжего населения и его подвижности. Объем перевозок в городе пригородных пассажиров  $A_{приг}$  является величиной расчетной

$$A_{приг} = k_{обр}^{приг} k_{гор}^{приг} k_{пер}^{приг} k_{приг}^{гор} \sum A_{приг} \quad (6.39)$$

где  $\sum A_{приг}$  – количество пригородных пассажиров по отправлению;  $k_{обр}^{приг}$  – коэффициент возвратности пригородных пассажиров ( $k_{обр}^{приг} = 2$ );  $k_{гор}^{приг}$  – коэффициент пользования городским транспортом пригородными пассажирами ( $k_{гор}^{приг} = 0,95$ ; считается, что 5 % пригородных пассажиров от вокзалов города следуют пешком);  $k_{пер}^{приг}$  – коэффициент пересадочности пригородных пассажиров ( $k_{пер}^{приг} = 1,46$ );  $k_{приг}^{гор}$  – коэффициент поездок жителей города в пригородную зону (учтенных в культурно-бытовых поездках населения города),  $k_{приг}^{гор} = 1,35$ .

---

## 7 ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

---

### 7.1 Формы организации перевозок

#### 7.1.1 Пассажирские перевозки

Существуют две формы организации пассажирских перевозок автомобильным транспортом – регулярные и нерегулярные. Регулярные перевозки выполняются в соответствии с расписанием постоянного движения транспортных средств по установленным маршрутам. Данная форма пассажирских перевозок используется при организации городского пассажирского транспорта (автобус, троллейбус, трамвай, метрополитен), при реализации пригородного, междугороднего и международного сообщения. *Преимущество* регулярных перевозок заключается в стабильности использования транспортных средств (исключается дополнительный и продолжительный простой в ожидании рейса), прогнозируемости ресурсного обеспечения перевозок пассажиров и жизнедеятельности транспортных организаций (снижается потребность в водителях, сверхнормативных запасах топлива, запасных частях), предсказуемости перевозочного процесса и доходов поступлений от его выполнения, надёжности транспортного обслуживания населения. *Недостатком* регулярных перевозок является высокая затратность их выполнения, связанная с большим колебанием пассажиропотоков и необходимостью обязательного назначения рейса независимо от величины пассажиропотока.

Нерегулярные перевозки: осуществляются в соответствии с договором, заключаемыми между физическими или юридическими лицами, на выполнение перевозок пассажиров в оговоренные договором время и маршрут. *Преимущества* нерегулярных перевозок заключаются в высоком уровне использования транспортных средств (исключение нулевых и мало загруженных пробегов) и их окупаемости, эффективности использования транспортных средств по наполняемости пассажирами (при выполнении чартерных рейсов) и потребности в небольшом их количестве, более широкой возможности использования аусортинга в транспортной деятельности (найм водителей для выполнения конкретной перевозки и использование транспортных средств частных владельцев), отсутствии дебиторской задолженности. *Недостатки* нерегулярных перевозок: низкий коэффициент пробега, небольшая производительность труда водителей, высокий удельный расход топлива.



### 7.1.2 Грузовые перевозки

На автомобильном транспорте различают две формы организации перевозок — централизованные и децентрализованные. Централизованные используются в основном при выполнении государственных поставок социально значимых товаров и строительных материалов. Широкое распространение в Республике Беларусь получили централизованные перевозки автомобильным транспортом строительных материалов (кирпича, бетона, раствора, железобетонных изделий), опасных грузов (кислорода, нефтепродуктов, сжиженного газа), чёрных металлов. При этом выполняется полный цикл транспортных операций [41]: перевозки грузов транспортной организацией по полному её циклу; весь объём перевозок поставки по закреплённой клиентуре; заключение договора на перевозку груза по отправительскому принципу; строгое распределение функциональных задач между клиентурой и автотранспортной организацией; финансовые расчеты за перевозки со стороны, заключившей договор.

При выполнении централизованных перевозок грузов *функциональные задачи сторон* распределяются следующим образом: погрузка грузов на заводах, складах и базах осуществляется поставщиком, перевозка и экспедирование — транспортной организацией или индивидуальным предпринимателем, выгрузка грузов — грузополучателем.

К *преимуществам* централизованной формы перевозок грузов отнесены: более высокая эффективность использования подвижного состава за счёт сокращения простоев в пунктах погрузки и выгрузки грузов, увеличения продолжительности производительной работы транспортных средств и водителей, повышения коэффициента использования пробега и грузоподъёмности; улучшение качества экспедирования грузов и упрощение документации на отпуск и получение грузов и оплату за перевозки; расчёты с автотранспортной организацией или предпринимателем производит поставщик грузов, которому разрешается включать стоимость перевозки, погрузки и экспедирования в себестоимость отпускаемой продукции; сокращается численность обслуживающего (вспомогательного) персонала, необходимого для организации перевозок грузов за счёт снижения операций транспортного процесса; создаются условия для укрупнения отправок грузов и применения автопоездов, механизации погрузочно-разгрузочных работ и использования специализированных транспортных средств; постоянно улучшается качество перевозочного процесса. Автотранспортная организация, выступая в роли организатора централизованных перевозок, оказывает постоянное влияние на поставщиков, получателей грузов и органы местного управления в сфере улучшения состояния транспортных коммуникаций, механизации погрузочно-разгрузочных работ, развития транспортной логистики и логистических складов. При этом решается проблема более рационального складирования грузов, лучшей подготовки их к перевозке и повышается производительность труда водителей за



счёт работы на постоянных маршрутах и перевозки однородных грузов, а следовательно, сокращается продолжительность процесса перевозки грузов, что способствует снижению себестоимости перевозок.

К недостаткам организации централизованных перевозок грузов следует отнести снижение надёжности перевозок для некоторых «невыгодных» потребителей и необходимость, в некоторых случаях, изменений перечня сбытовых организаций. Для транспортных организаций при выполнении централизованных перевозок грузов требуется подготовительная работа, которая заключается в изучении: размера грузопотока, его структуры; особенностей выполнения перевозок грузов; состояния технологических путей при заезде к поставщику и потребителю при заводе-вывозе продукции; наличия и свойств средств механизации погрузочно-разгрузочных работ; выбора наиболее рационального типа подвижного состава; возможности увеличения коэффициента использования пробега автомобилей и применения современных методов оперативного планирования и управления перевозок.

Форма выполнения децентрализованных перевозок предусматривает условия, при которых грузополучатели заказывают транспортное средство в автотранспортных организациях самостоятельно (или используют собственное транспортное средство), самостоятельно организуют вывоз груза для своих организаций без согласования очередности перевозок с грузоотправителями (поставщиками грузов). Получатели грузов самостоятельно выполняют погрузочно-разгрузочные работы, имея для этого определённый штат грузчиков, экспедиторов и агентов по снабжению.

Преимущества децентрализованных перевозок заключается в том, что повышается своевременность и надёжность необходимых перевозок. К недостаткам их выполнения следует отнести снижение эффективности использования подвижного состава в связи с тем, что организацией перевозочного процесса занимаются грузополучатели, а не автотранспортное предприятие, увеличивается число грузчиков и экспедиторов, качества единиц подвижного состава, увеличиваются непроизводительные затраты, повышается себестоимость перевозок.

Грузы могут перевозиться различными способами: навалом, с использованием контейнеров и пакетами. При этом организация перевозок грузов в контейнерах предусматривает использование грузовых контейнеров, съёмных кузовов-контейнеров, автомобилей-контейнеровозов-самоспрузчиков, прицепов-контейнеровозов, полуприцепов-контейнеровозов, платформ полуприцепов-контейнеровозов, автопоездов-контейнеровозов, контейнерных кранов, крановых контейнерных кранов, погрузчиков, фронтальных и боковых контейнерных погрузчиков, контейнерных захватов, спредеров, контейнерных автозахватов, строп и домкратов. Основным элементом контейнерных перевозок является контейнер. Контейнеры подразделяются:

— по назначению — универсальные — для широкой номенклатуры грузов и специализированные, предназначенные для ограниченной номенкла-

туры или отдельных видов грузов. *Специализированные* контейнеры, в свою очередь, делятся на *групповые* – для группы однородных по физико-химическим свойствам и условиям перевозок грузов и *индивидуальные* – для отдельных видов грузов, имеющих специфические свойства; *контейнеры-цистерны* – для жидких сыпучих грузов и газов; *изотермические* контейнеры, стенки, пол, крыша и двери которых покрыты или изготовлены из теплоизоляционного материала, ограничивающего теплообмен между внутренним объемом контейнера и окружающей средой; *теплоизолированные* – изотермические, без средств охлаждения и отопления; *отопливаемые* – изотермические с отопительной установкой; *рефрижераторные* – с расходуемым теплоносителем и др.;

– по конструктивным признакам – закрытые, открытые, контейнеры-платформы, контейнеры-цистерны, разборные, складные и мягкие.

Перевозка контейнеров между пунктами отправления и назначения может быть *прямой* – осуществляется одним видом транспорта и *смешанной* – несколькими видами транспорта. Контейнеры перевозят по следующей схеме: *по отправлению груза* – вывоз порожнего или груженого (отправитель является получателем) контейнера грузоотправителю под загрузку, завоз груженого контейнера от грузоотправителя на контейнерный пункт автомобильной станции (железнодорожной станции, порта, пристани); *по прибытию груза* – вывоз с контейнерного пункта станции (порта, пристани) груженого контейнера под разгрузку. После разгрузки порожний контейнер загружают на месте (грузополучатель является отправителем) или доставляют ближайшему грузоотправителю под загрузку, или завозят на контейнерный пункт. Завоз-вывоз контейнеров осуществляется таким образом, чтобы пробеги без груза и простои подвижного состава под погрузочно-разгрузочными операциями были минимальными.

Контейнеры могут разгружаться (загружаться) *без съема* или *со съемом* с автомобиля. В первом случае не реализуется основное преимущество контейнеров по уменьшению простоев подвижного состава под загрузкой-разгрузкой, но сокращается время нахождения контейнера у заказчика. Основная причина, вызывающая такую схему перевозок, – отсутствие у клиента средств механизации погрузочно-разгрузочных работ. Во втором случае у заказчика организуется обменный контейнерный пункт с обменным контейнерным парком: у грузополучателя оставляют груженные контейнеры и забирают порожние или груженные (при наличии груза к отправке); у грузоотправителя снимают порожние или груженные (при прибытии в его адрес груза) контейнеры и устанавливают груженные.

Эффективность использования контейнеров: 1) *преимущества*: сокращаются простои подвижного состава; может быть применена комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ на всех этапах транспортного процесса; резко сокращаются затраты на тару и упаковку грузов за счет применения облегченной цеховой упаковки и перевозки без упаковки; обеспе-

нижается сокращение грузов; более низкие затраты на перегрузку за счет более эффективного использования механизмов и укрупнения партий грузов; можно использовать более дешевое открытое транспортное средство и применять контейнеры для кратковременного хранения грузов; имеется возможность расширить перевозки грузов в смешанном сообщении; 2) *недостатки*: требуются значительные единовременные затраты на приобретение контейнеров и на их содержание; снижается грузоподъемность и вместимость подвижного состава за счет массы и объема стенок контейнеров; возникает необходимость организовывать возврат порожних контейнеров в пункты погрузки; увеличивается время доставки на автомобильном транспорте в случае неяркой перевозки.

При перевозке грузов пакетами используется транспортный пакет – укрупненная грузовая единица, сформированная из штучных грузов в таре или без нее с применением различных способов и средств пакетирования, обеспечивающая форму в процессе обращения и обеспечивающая возможность комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и складских операций. *Пакетирование* – это формирование транспортного пакета. Перевозка грузов пакетами позволяет сокращать общие затраты по доставке его от производства до потребления и осуществлять комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных и складских работ у отправителей, получателей и транспортных организаций. Перевозят пакетами грузы, упакованные в транспортную или потребительскую тару, а также штучные грузы без упаковки, которые по своим физико-механическим свойствам могут быть сформированы в пакеты. Основным средством пакетирования грузов являются поддоны: *универсальный* – предназначен для широкой номенклатуры грузов; *специализированный* – для определенных видов грузов; *фасцированный*, имеющий конструкцию, обеспечивающую ввод вилочного захвата с двух противоположных сторон, и *четырёхзаходный* – с четырех сторон; *поддон-платформа* – предназначен для крупногабаритных грузов или нескольких пакетов тарно-штучных грузов; с выступами – с настилом или настилами, выступающими за опорные элементы; *плоский без надстроек*; *стопочный* – со свободными или скрепленными связями стойками; *ящичный* – со стенками, с крышкой или без нее; *решетчатый* – ящичный поддон с решетчатыми стенками; *однонастильный* – с одним настилом для груза, и *двухнастильный* – с верхним и нижним настилами; *обратимый* – плоский двухнастильный поддон, каждый настил которого может использоваться для размещения груза.

Пакетирование грузов осуществляется механизированным и ручными способами. Пакеты, сформированные из ценных грузов – тарно-упаковочных, штучных без упаковки, цветных металлов, должны иметь средства скрепления с отправительскими контрольными знаками и пломбами. Перспективными являются пакетные перевозки на легких бумажных поддонах или без них. В последнем случае пакет формируется так, чтобы в нижнем и среднем рядах



оставались каналы для ввода вил погрузчика, или применяется несущая обвязка и верхний захват.

Перевозка грузов в пакетах на поддонах и без них позволяет повысить производительность труда на погрузочно-разгрузочных работах, снизить простои подвижного состава, сократить экспедиционные затраты. Стоимость, обслуживание и ремонт поддонов ниже аналогичных затрат в случае применения контейнеров, однако возникают дополнительные расходы на пакетирование грузов и приобретение пакетирующих устройств. Перевозки грузов выполняются в междугородном и международном видах сообщений. Внутри городов и районных центров используются развозочные маршруты.

Регулярные междугородные перевозки осуществляются по графикам движения автомобильных транспортных средств, согласованным между транспортной организацией и заказчиком перевозки.

По территориальному признаку междугородные перевозки подразделяются на *внутриобластные* и *межобластные*. Междугородные перевозки выполняются, как правило, автомобилями и автопоездами большой и особо большой грузоподъемности. Автомобили-тягачи должны иметь повышенные скоростные свойства, запас хода по топливу, надежность, топливную экономичность, комфортабельность кабины, оборудованной спальным местом. При перевозке, требующей особых условий, могут использоваться автомобили малой и средней грузоподъемности.

**Международные перевозки** грузов выполняются юридическими и индивидуальными предпринимателями, которые получили лицензию на осуществление такой деятельности. Перевозчики принимают грузы к перевозке на основании срочных договоров (контрактов) или разовых заказов. На международные перевозки государства обмениваются разрешениями или устанавливают порядок, когда разрешения не требуются. Разрешения бывают универсальные (двухсторонние, транзитные, в третьи страны) и специальные (перевозка с превышением предельных параметров транспортного средства с грузом по габаритам, полной массе, осевым нагрузкам; перевозка особо опасных грузов). На отдельные виды перевозок разрешения не требуются (при полной массе транспортных средств не более 6 т или при грузоподъемности не более 3,5 т, движимого имущества при переселении, грузов для ярмарок, выставок, спортивных мероприятий и зрелищных представлений, поврежденных автомобилей, останков или урн с прахом умерших, перевозки, связанные со стихийными бедствиями, авариями и катастрофами).

*Международные перевозки выполняются на основе двухсторонних межправительственных соглашений, а также действующих международных конвенций и соглашений.* Разработкой последних занимается Комитет по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН (КВТ ЕЭК ООН). Договор международной перевозки грузов автомобильным транспортом оформляется товарно-транспортной накладной (CMR) на условиях Конвенции о договоре международной дорожной перевозки грузов



(Конвенция CMR). Грузоотправитель обязан приложить к CMR-накладной документы, необходимые для списания и оприходования груза, таможенных и других формальностей (отгрузочная спецификация, счет-фактура, контракт на поставку, свидетельства и сертификаты: качества, соответствия, ветеринарные, фито-санитарные, медико-санитарные, происхождения и др.).

Режим труда и отдыха, требования к водителям определяются Европейским соглашением, касающимся работы экипажей транспортных средств, выполняющих международные автомобильные перевозки (AETR).

Результативность технологического процесса перевозки грузов определяется тарифами на их выполнение. Тарифы на перевозку грузов – цена транспортной продукции, которая должна возместить расходы перевозчика на выполнение перевозок с учетом налогов, сборов, пошлин и отчислений в фонды и обеспечить определенную рентабельность работы. В зависимости от условий перевозок грузов и вида транспортных услуг применяются следующие виды тарифов (тарифные схемы): *сдельные*; на условиях платных автотонно-часов; *повременные*; *фрахтовые* за пользование автотранспортом на уровне такси и грузовыми автомобилями из по километрового расчета (*покилометровые*); *за перегон подвижного состава*; *до-договорные*. Тарифы применяются по определенным правилам с учетом установленной классификации грузов. При формировании тарифов используются надбавки, скидки, штрафы, которые предусматривают изменение тарифной платы при различных особенностях перевозок или санкции в случаях отклонений от установленных норм и правил. Автотранспортные предприятия имеют право снижать, где это экономически целесообразно, тарифы на перевозку грузов. При применении сдельных тарифов за простой автомобиля, связанный с выполнением дополнительных операций, берется плата за каждую минуту в зависимости от грузоподъемности автомобиля. По такой же системе заказчикам предоставляется скидка за сокращение ими продолжительности простоя подвижного состава в пунктах погрузки и разгрузки против основных и дополнительных норм.

За услуги, связанные с перевозками, предусмотрены сборы за хранение грузов транспортными предприятиями; экспедиционные операции; пользование контейнерами и съемными кузовами и обменными полуприцепами, принадлежащими перевозчику. В результате плата за перевозку груза зависит, в основном, от следующих факторов: разновидности применяемого тарифа; класса, рода, срочности, цены и размера партии груза; расстояния и вида перевозки; типа и грузопместимости транспортного средства; дорожных, сезонных и климатических условий перевозок; продолжительности погрузочно-разгрузочных работ; риска потери количества или качества груза; обеспечения обратной загрузки; размера пошлин, налогов и сборов; конъюнктуры рынка автотранспортных услуг.

Юридические и физические лица, участвующие в перевозках, оказывают определенные транспортно-экспедиционные услуги. В транспортно-экспедиционной деятельности участвуют:

-- *грузоотправитель* -- юридическое или физическое лицо, от имени которого оформляется отправка груза;

-- *грузополучатель* -- юридическое или физическое лицо, уполномоченное на получение груза на основании договора или на иных законных основаниях;

-- *клиент* -- грузоотправитель или грузополучатель, которые заключают с экспедитором договор транспортной экспедиции;

-- *перевозчик* -- юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, выполняющие перевозку груза на основании договора;

*экспедитор* -- юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, осуществляющие транспортно-экспедиционную деятельность;

-- *транспортно-экспедиционная деятельность* -- вид предпринимательской деятельности экспедитора по оказанию транспортно-экспедиционных услуг;

-- *транспортно-экспедиционные услуги* -- услуги, связанные с организацией и (или) обеспечением перевозки груза одним или несколькими видами транспорта [11].

Технология выполнения транспортно-экспедиционного обслуживания предприятий и организаций предусматривает: прием груза к перевозке, сопровождение, охрану в пути и сдачу заказчику. При выполнении *междугородных* перевозок грузов в дополнение к основным, выполняются операции: оформления товарно-транспортных накладных; завоза-вывоза мелких партий грузов и контейнеров; информирования клиентуры о прибытии к ним автомобилей под погрузку (разгрузку). При прямых *смешанных* перевозках (централизованный завоз и вывоз грузов) предприятия (организации) транспорта могут выполнять следующий комплекс работ:

-- получение на станции железной дороги (в порту, аэропорту) визы на отправление грузов по предъявленным грузоотправителем накладным;

-- составление товарно-транспортных документов;

-- приём груза у грузоотправителя в соответствии с завизированными накладными;

-- сопровождение и охрана груза;

-- оформление передачи груза на станции железной дороги (порту, аэропорту);

-- предъявление грузоотправителю квитанции на сданные к отправлению грузы и денежные документы;

-- раскредитация документов на прибывшие в адрес грузополучателей грузы (роспись в дорожной ведомости за накладные железнодорожного, водного и воздушного транспорта на право получения груза);

-- уведомление грузополучателя телефонограммой (с записью в книге уведомлений) о прибытии в его адрес грузов и времени их вывоза;

- проведение расчетных операций со станциями (портами, аэропортами) на перевозку грузов, по дополнительным сборам и штрафам за задержку контейнеров и в случаях, указанных клиентом в доверенности;
- оформление приема груза от станций железной дороги (порта, аэропорта), проверка его массы и состояния в соответствии с требованиями Устава (кодекса) и правилами, действующими на данном виде транспорта;
- передача груза грузополучателю и вручение транспортных документов;
- составление коммерческого акта, передача его грузополучателю и в случае отказа – обжалование действий начальника станции (порта).

Транспортно-экспедиционные операции при завозе (вывозе) грузов выполняются на основании договора на перевозку и обслуживание между грузоотправителями, грузополучателями и операторами смешанных перевозок (перевозчиками, экспедиторами). К смешанной перевозке принимаются грузы за исключением опасных и наливных грузов по железнодорожным станциям, наливных грузов – в портах, пристанях, а также тяжеловесных (массой свыше 20 т) и негабаритных грузов, если иное не предусмотрено договорами.

*Основные основы* осуществления транспортно-экспедиционной деятельности предусматривают следующие правила: транспортно-экспедиционная деятельность осуществляется на основании договоров транспортной экспедиции об организации перевозок грузов, перевозки груза, фрахтования, хранения и иных договоров, заключаемых участниками транспортно-экспедиционной деятельности в соответствии с законодательством Республики Беларусь; участники транспортно-экспедиционной деятельности свободны в выборе договора, определении его условий, если иное не установлено законодательством Республики Беларусь; Президентом Республики Беларусь могут быть установлены особенности осуществления транспортно-экспедиционной деятельности.

*Основные принципы* осуществления транспортно-экспедиционной деятельности включают: государственное регулирование, управление и контроль; равенство прав участников транспортно-экспедиционной деятельности; соблюдение интересов всех участников транспортно-экспедиционной деятельности; обеспечение безопасности осуществления транспортно-экспедиционной деятельности на основе соблюдения требований законодательства Республики Беларусь, в том числе требований технических нормативных правовых актов.

*Транспортно-экспедиционные услуги* включают: действия, связанные с подготовкой груза к перевозке: определение массы груза, упаковка, затаривание, маркировка, пакетирование, сортировка груза; услуги, связанные с погрузкой (выгрузкой) груза (обеспечение выполнения погрузочно-разгрузочных работ, в том числе перевалки груза при смешанной перевозке, закрепления, укрытия, увязки груза, а также предоставление необходимых для этих целей приспособлений); организацию процесса перевозки груза любым видом транспорта; оформление перевозочных, грузо-сопроводительных и иных до-



кументов, необходимых для выполнения перевозки груза; сопровождение груза в процессе перевозки и иные услуги по обеспечению его сохранности; заключение со страховой организацией договоров добровольного страхования грузов в соответствии с законодательством Республики Беларусь; согласование схемы (маршрута, последовательности) перевозки груза несколькими видами транспорта при смешанной перевозке; консолидацию и деkonsolidацию отправок грузов; представление груза и сопроводительных документов в таможенные органы; проверки количества мест, массы и состояния груза; хранение груза; прием груза в пункте назначения; уплату пошлин, сборов и других платежей, связанных с оказываемыми транспортно-экспедиционными услугами; осуществление расчетов с участниками транспортно-экспедиционной деятельности; консультирование по вопросам организации перевозок грузов; оказание информационных услуг, связанных с перевозкой груза; иные услуги, связанные с перевозкой груза.

Работы по транспортной логистике включают организацию работы складов по накоплению и комплектации партий грузов для перемещения на транспорте их приему для потребления, разработку логистических схем доставки грузов с участием нескольких видов транспорта. Склады (грузовые терминалы) классифицируются по назначению, принадлежности, срокам хранения грузов, а также конструктивным признакам. В зависимости от назначения склады подразделяются на *универсальные* (для хранения и операций с широкой номенклатурой грузов) и *специализированные* (для отдельных грузов или группы однородных грузов). По принадлежности склады бывают *общего пользования* (служат для накопления и комплектации мелких партий грузов после их завоза от грузоотправителей для последующего перемещения магистральным транспортом и временного хранения перед вывозом грузополучателям) и *ведомственные* (принадлежат грузоотправителям и грузополучателям, служат для хранения отправляемых и получаемых грузов). В зависимости от предусмотренной продолжительности хранения грузов различают склады *кратковременного* и *долговременного* хранения; по конструктивным признакам – *открытые*, *полуоткрытые* (навесы), *закрытые*, одноэтажные и многоэтажные склады, бункеры и силосные склады для сыпучих грузов, резервуары наземные или подземные для жидких грузов, холодильники для скоропортящихся грузов.

## 7.2 Технологические основы организации перевозочного процесса

### 7.2.1 Грузовые перевозки

Организация грузовых перевозок должна соответствовать **правовым основаниям** их выполнения, к которым отнесены:

– закон Республики Беларусь «Об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках»;



- устав автомобильного транспорта – основной документ, регламентирующий деятельность в области автомобильного транспорта. В нем определены основные положения функционирования юридических и физических лиц, связанные с выполнением перевозок и оказанием других услуг;
- правила перевозок грузов автомобильным транспортом – уточняют и раскрывают отдельные статьи Устава и включают: правила транспортно-экспедиционного обслуживания; общие правила перевозок грузов; правила перевозок отдельных видов грузов, правила перевозок в международном сообщении, правила перевозок грузов в смешанном сообщении;
- договор (контракт, или согласованный разовый заказ) – является основанием для выполнения перевозок. При его наличии перевозка оформляется документом – товарно-транспортной накладной. Факт выполнения перевозки подтверждается путевым листом и фиксируется соответствующими записями в документах на отгрузку или прибытие грузов.

Заказчик перевозки должен представить оператору (экспедитору, перевозчику) документы (товарные накладные ТН-2, счет-фактуры, контракты, страховки, сертификаты, свидетельства, лицензии, декларации и т.п.), подтверждающие законность происхождения груза и необходимые для выполнения приема, сдачи и перемещения груза.

Договор на перевозку груза от своего имени заключает с заказчиком экспедитор или оператор смешанных перевозок (ОСП) либо перевозчик. Заключившая договор сторона несет ответственность за его выполнение в качестве перевозчика. Перевозчиком считается лицо, которое фактически осуществляет или берет на себя осуществление перевозки или ее части, независимо от того, является ли он в то же время оператором или экспедитором. Оператор (экспедитор) смешанных перевозок для выполнения в комплексе смешанной перевозки заключает с другими субъектами договора на осуществление транспортной экспедиции и (или) перевозки. На основании договора оператор, экспедитор или перевозчик обязуется осуществить или обеспечить перевозку.

Договор транспортной экспедиции обязует за дополнительную оплату и за счет отправителя груза заключить от его или своего имени один или несколько договоров перевозки груза и выполнить определенные договором транспортной экспедиции услуги, связанные с организацией и перевозкой груза. При этом необходимо учитывать, что к перевозке на общих основаниях не принимаются грузы опасные, тяжеловесные массой более 20 т, негабаритные (при превышении хотя бы одного из размеров: 2,5 м – высота и ширина, 12 м – длина), а также запрещенные к перевозке на автомобильном транспорте, если иное не оговорено договорами.

Договор включает предмет договора, условия выполнения перевозок и услуг, обязанности перевозчика и заказчика, порядок расчетов за перевозки и услуги, ответственность сторон, форс-мажорные обстоятельства, сроки действия, порядок расторжения и юридические адреса сторон. В договоре устанавливаются объемы перевозок по номенклатуре объектов перевозок,

объемы работ по видам тарифных схем, режим работы по приему и выдаче грузов, обеспечение сохранности объектов перевозок, выполнение погрузочно-разгрузочных работ, требуемые типы подвижного состава, согласованные маршруты перевозок, взаимная имущественная ответственность за невыполнение или ненадлежащее выполнение обязательств.

Заявки на перевозку грузов (за исключением специфических – опасных, скоропортящихся и других) принимаются заблаговременно до заявленного времени начала перевозки. Заявка может быть как в письменной (литеральная), так и в устной (вербальная) форме.

Типы и число автомобилей, необходимых для перевозок, определяются перевозчиком по согласованию с заказчиком в зависимости от объема и характера перевозок. Перевозчик должен подавать технически исправное, пригодное для перевозок транспортное средство в установленные сроки по всем пунктам погрузки и выгрузки. Подача неисправного или непригодного для перевозок транспортного средства приравнивается к неподаче транспортных средств. Отказ грузоотправителя от поданного транспортного средства оформляется актом установленной формы. Грузоотправитель обязан до прибытия автомобиля под погрузку подготовить груз к погрузке.

При отказе заказчика выдать заявленный к перевозке груз перевозчик взыскивает стоимость нулевого пробега в соответствии с покилометровым тарифом и не несет ответственности за невыполнение договорных обязательств в объеме несостоявшейся перевозки.

Грузоотправитель не должен предъявлять, а перевозчик принимать грузы, запрещенные к перевозке, грузы товарного характера без оформления ТТН, грузы без необходимых сертификатов и свидетельств (качества, ветеринарных и т.п.) в соответствии с санитарными и другими правилами, а также несовместимые грузы к перевозке на одном транспортном средстве.

Перевозка производится перевозчиком, как правило, без сопровождения груза экспедитором заказчика. Исключение составляют грузы, требующие ухода или охраны в пути, а также особых условий перевозок (опасные, хрупкие, скоропортящиеся и т.п.).

В обязанности экспедитора входит прием груза, охрана, уход в пути, принятие необходимых мер для предохранения груза от порчи, а также сдача сопровождаемых грузов грузополучателю. При приеме груза к перевозке водитель или экспедитор предъявляет служебное удостоверение и путевой лист, заверенные печатью. Путевой лист дает право на въезд подвижного состава и лиц, указанных в путевом листе, на территорию клиента, если для этого не требуется оформление специального пропуска.

Погрузка и разгрузка грузов, а также их крепление, укрытие и увязка, закрытие и открытие бортов автомобилей и люков цистерн, привинчивание и отвинчивание шлангов выполняются силами и средствами грузоотправителей, грузополучателей или специализированных организаций. Перевозчик

по согласованию с заказчиком может принять выполнение погрузочно-разгрузочных работ на себя.

Грузоотправитель в случае отказа грузополучателя принять груз имеет право переадресовки груза (изменение пункта назначения или грузополучателя) до момента его выдачи грузополучателю. Распоряжение грузоотправителя, представляемое перевозчику о переадресовке груза, должно содержать: номер ТТН; адрес первоначального грузополучателя и пункта назначения; адрес нового грузополучателя и пункта назначения; причины переадресовки; гарантии по оплате расходов по переадресовке. Оно оформляется в письменном виде или с согласия перевозчика по телефону с последующим их письменным подтверждением.

Грузоотправитель отвечает за все последствия недостатков тары и внутренней упаковки грузов, а также применения тары и упаковки, не соответствующих свойствам груза, его массе или установленным стандартам (техническим условиям). При необходимости крепления груза на транспортных средствах такой крепеж должен предоставляться грузоотправителем, если иное не предусмотрено договорами. При неподготовленности груза к отправке он считается непредъявленным.

### 7.2.2 Пассажирские перевозки

**Пассажирские автомобильные перевозки** подразделяются:

- по территориальному признаку – на городские, пригородные, междугородные (внутриобластные, межобластные и межреспубликанские) и международные; выделяются сельские перевозки, связывающие сельские населенные пункты между собой и с другими пунктами;
- виду транспортных средств – на автобусные и перевозки легковыми автомобилями;
- назначению – на маршрутные для общего пользования (регулярные линии), туристско-экскурсионные, школьные (перевозки учащихся), служебные и индивидуальные.

Основной формой организации движения автобуса между двумя пунктами является маршрут. Маршруты, по которым осуществляется движение автобусов по городу, имеют установленные обозначения в виде номера (никогда нуля) и зависимости от трассы следования или режима работы. Типы городских маршрутов определяются расположением их относительно центральной части города:

- *радиальные* – маршруты, проходящие с окраинной или пригородной зоны города и оканчивающиеся в центральной. Они обеспечивают перевозки наибольших пассажиропотоков;
- *диаметральные* – маршруты, которые начинаются и заканчиваются за пределами центральной части города, но пересекают центральную часть города отдельными участками, что способствует рациональной перевозке пассажиров;



— *тангенциальные* — маршруты, проходящие по трассам, минуя центральную часть города. Они организуются в городах с населением более 200 тыс. чел. при расположении промышленных предприятий и жилых районов города в периферийной зоне относительно центра города;

— *кольцевые* — маршруты, которые образуются из соединения нескольких тангенциальных и обслуживают участки с большими пассажиропотоками на направлениях, обходящих центр города. Конечные пункты кольцевых маршрутов назначаются на участках с минимальными пассажиропотоками, возможна организация движения с одним конечным пунктом на маршруте.

Автобусные маршруты, в зависимости от длительности и времени их работы, можно разделить: на *основные* — автобусы работают в течение двух смен; *ночные* — только в ночное время; *дневные* — с укороченным рабочим днем (до 19–20 ч) или только в часы «пик», по обслуживанию участков транспортной сети со значительным пассажиропотоком; *дополнительные* — по разовому обслуживанию в часы организации зрелищных мероприятий, а также вывоза населения в зоны массового отдыха и т.д.; *производственные*, выполняющие завоз (вывоз) рабочих смен крупных предприятий непосредственно перед началом и окончанием смены.

В целях снижения затрат времени пассажиров на поездки и повышения эффективности использования подвижного состава могут быть организованы *скоростные* или *экспрессные* маршруты, при выполнении которых автобусы останавливаются только на остановочных пунктах маршрута, имеющих значительный пассажиропоток.

Основным документом, характеризующим автобусный маршрут, является *паспорт*, который составляют по утвержденной форме на действующие и вновь открываемые автобусные маршруты городского, пригородного и междугородного сообщения. До оформления паспорта движение автобусов не разрешается.

Эффективность эксплуатации пассажирских автомобильных транспортных средств определяется их основными эксплуатационными качествами: вместимостью, скоростью движения, безопасностью, топливной экономичностью, надежностью и проходимостью, удобством использования. Показатель, характеризующий производительно используемую часть пробега, называется *коэффициентом использования пробега автомобиля* и определяется отношением производительного пробега к общему.

Объем перевозок измеряется числом планируемых или фактически перевозимых пассажиров. Исходной информацией является транспортная подвижность населения. Она может быть определена для района перевозок как суммарное число поездок населения в течение года, отнесенное ко всей численности проживающих жителей. С объемами перевозок тесно связано понятие *пассажиропотока*, представляющего собой объем перевозок в определенный момент за единицу времени на участке транспортной сети по направлению. Пассажиро-километры характеризуются неравномерностью их выполнения по протяженности маршрута, направлениям передвижения пасса-



жиров и периода суток, дням недели, в течение года. Она характеризуется: по дням недели – пиками поездок пассажиров в определенных направлениях в дни отдыха, праздничные и предпраздничные; по часам суток – резким увеличением числа пассажиров в часы пик, предшествующие началу и окончанию работы, в часы начала и окончания работы зрелищных мероприятий.

*Пассажирооборотом* называется выполненная или планируемая транспортная работа по перевозке пассажиров.

*Средняя дальность поездки* пассажиров используется для определения транспортной работы и учета числа перевезенных пассажиров и рассчитывается на основе отчетных данных и результатов обследования пассажиропотоков. При выполнении междугородных перевозок средняя дальность поездки пассажиров в автобусах зависит от развития производительных сил районов, через которые проходят маршруты, и их транспортных связей, а также от направления и длины выбранного маршрута. Она значительно изменяется по временам года.

За время движения автобуса от начального до конечного остановочного пункта состав пассажиров, в особенности при городских перевозках, обновляется несколько раз, т.е. фактически перевезенное число пассажиров за каждый рейс намного превышает номинальную вместимость автобуса. Показатель, характеризующий степень обновления состава пассажиров, называется *коэффициентом сменности* пассажиров, который определяется отношением количества перевезенных пассажиров и среднего числа использованных мест в автобусе и численно равен отношению среднего производительного пробега за рейс к средней дальности поездок пассажиров.

При организации и планировании работы пассажирского подвижного состава автомобильного транспорта различают техническую, эксплуатационную скорости и скорость сообщения. Первые две рассчитываются аналогично, как и для грузовых транспортных средств, и отличаются только составляющими элементами времени. Средняя *техническая скорость* зависит от совокупности различных технико-эксплуатационных факторов, обуславливающих работу автобуса на линии. Средняя *эксплуатационная скорость* парка пассажирских транспортных средств определяется за календарный период. Величина эксплуатационной скорости зависит от технической скорости, уровня организации транспортной работы (обоснованное составление расписания движения, четкость его выполнения, устранение продолжительных стоянок автомобилей на промежуточных остановочных пунктах и конечных станциях маршрута и т.п.) и времени, необходимого для входа (выхода) пассажиров на промежуточных остановочных пунктах. *Скорость сообщения* зависит от технической скорости движения и продолжительности простоя на промежуточных остановочных пунктах маршрута. В городских условиях она составляет 16–25 км/ч, в пригороде – 22–40 км/ч. Время между приходом (отправлением) на остановочный пункт следующих друг за другом автобусов называется *интервалом движения*. *Оборот автобуса* – продолжительность времени, затрачиваемая автобу-

сом на движение по маршруту от начальной до конечной остановки и обратно, включая время простоя на всех промежуточных остановках, перекрестках и на конечной остановке. *Частоту движения* характеризует число автобусов, проходящих в одном направлении в единицу времени.

**Организация движения автобусов.** Работа автобусов на маршрутах организуется по расписанию. Маршрутное расписание движения является документом, составленным с учетом потребности в пассажирских перевозках, которое должно обеспечивать качественное обслуживание населения, эффективное для данного объема перевозок использование подвижного состава с учетом нормальных условий труда и отдыха водителей. Расписание движения подразделяется: на *жесткое*, которое не подлежит изменению в течение суток и применяется на маршрутах с равными интервалами движения; по нему работают все маршруты пригородного, междугородного сообщений и городских маршрутов первой категории с плановыми интервалами движения в часы пик, равными более 15 мин; компенсация опозданий с прибытием автобусов на конечные пункты маршрута в связи с изменением условий движения производится только за счет сокращения времени отстоя, которое рассчитывается в зависимости от времени оборота; *оперативное*, которое может изменяться в течение суток для группы автобусов, работающих на маршруте, или для всех автобусов; оно обеспечивает движение автобусов на городских маршрутах.

Составлению расписания предшествует изучение пассажиропотока и нормирование скоростей по каждому маршруту с учетом режимов движения на дорожно-уличной сети и работы водителей. От качественной подготовки исходных данных зависит уровень культуры обслуживания пассажиров и эффективность использования подвижного состава. Организациями общественного пассажирского транспорта выполняется также продажа месячных, сезонных, единых проездных билетов на все виды городского и пригородного транспорта, а также абонементных талонов на проезд в автобусах, трамваях и троллейбусах.

### 7.2.3 Организация технических осмотров и ремонтов

Техническая эксплуатация автотранспортных средств предусматривает выполнение технологических операций по техосмотру и ремонту, выполняемых на станциях технического обслуживания автомобилей (СТО). Основной организацией работ на СТО является СТБ 1175-2011 «Обслуживание транспортных средств организациями автосервиса». Данное положение обязательно для всех СТО, производящих ТО и ремонт автомобилей. Техническое обслуживание автомобилей представляет собой комплекс работ, направленных на предупреждение отказов и неисправностей, поддержание автомобилей в исправном состоянии и обеспечение надежной, безопасной и экологически безопасной их эксплуатации. Техническое обслуживание включает следующие виды работ: контрольно-диагностические, крепежные, регулировочные,

электротехнические, работы по системе питания, заправочные, смазочные и др. По периодичности, перечню и трудоемкости выполнения работы ТО легковых автомобилей подразделяются на следующие виды:

ЕО – ежедневное техническое обслуживание, включает заправочные работы и контроль, направленный на каждодневное обеспечение безопасности и поддержание надлежащего внешнего вида автомобиля;

ТО – периодическое техническое обслуживание, предусматривает выполнение объема работ через установленный эксплуатационный пробег автомобиля. В соответствии с нормативами ТО легковых автомобилей по периодичности – один раз в сутки. Периодичность ТО может быть гарантированной, тогда она устанавливается заводом-изготовителем и отмечается в сервисной книжке. Периодичность проведения ТО в других случаях определяется величиной пробега 10000 км;

СО – сезонное обслуживание, предусматривает выполнение дополнительных операций по подготовке автомобиля к зимней или летней эксплуатации согласно рекомендациям заводов-изготовителей.

Ремонт автомобиля называется комплекс работ по устранению возникших неисправностей и восстановление работоспособности автомобиля в целом или агрегата. Ремонт автомобиля осуществляется по необходимости и включает контрольно-диагностические, разборочно-сварочные, слесарные, механические, сварочные, выправочные, окрасочные, электротехнические работы.

## 7.3 Технологические схемы перевозок грузов

### 7.3.1 Перевозки транзитных грузов

Технологическая схема перевозки транзитных грузов составляется с учетом кратчайших расстояний, наименьших себестоимости и продолжительности нахождения груза в пути следования. При этом рассматривают несколько вариантов технологических схем перевозки транзитных грузов:

- по железной дороге: с перегрузкой в пунктах смены ширины железнодорожной колеи; без перегрузки, но с перестановкой колесных пар; без проведения технологических операций с транспортными средствами в пограничных пунктах;

- по автомобильным дорогам: подвижным составом иностранного государства; подвижным составом перевозчиков – резидентов либо нерезидентов рассматриваемого государства;

- интермодальные перевозки: с погрузкой автомобильного транспорта на обычные или специализированные железнодорожные платформы до пересечения границы либо при совместном выполнении грузовых операций и проведения таможенного и пограничного контроля, перевозка их по железной дороге через территорию государства.

**Железнодорожный транспорт.** Технологическая схема перевозки транзитных грузов железнодорожным транспортом приведена на рисунке 7.1.



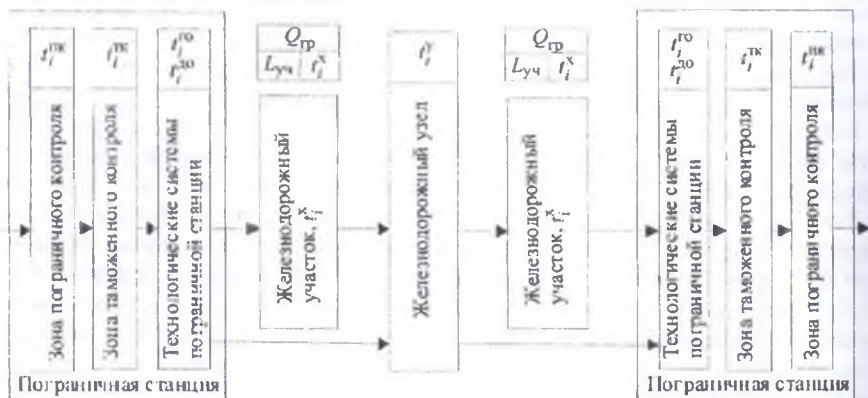


Рисунок 7.1 – Технологическая схема перевозки транзитных грузов железнодорожным транспортом

В соответствии с приведенной технологической схемой выполняются расчеты оценочных параметров:

– суточный объем перевозок транзитных грузов в вагонах

$$n_{\text{тр}} = Q_{\text{ст-ск}}^{\text{тр}} / q_{\text{ваг}}, \quad (7.1)$$

где  $Q_{\text{ст-ск}}^{\text{тр}}$  – количество транзитного груза в тоннах, перевозимого между парой пограничных пунктов;  $q_{\text{ваг}}$  – статическая нагрузка вагона, т;

– продолжительность нахождения груза на территории государства

$$T_{\text{с-с}}^{\text{жд}} = \sum_{i=1}^n t_i^{\text{нк}} + \sum_{i=1}^r t_i^{\text{тк}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{x}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{y}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{го}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{до}}, \quad (7.2)$$

где  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{пк}}$ ,  $\sum_{i=1}^r t_i^{\text{тк}}$  – затраты времени на выполнение пограничного администрирования транспортных средств и перевозимых грузов;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{x}}$  – затраты времени на проследование транзитного груза по железнодорожным участкам между пограничными пунктами, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{y}}$  – затраты времени на проследование транзитного груза через железнодорожные узлы, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{го}}$  – затраты времени на выполнение перегрузки груза на пограничных пунктах со сме-



ной ширины колеи, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{до}$  – затраты времени на оформление перевозочных документов при перегрузке груза на пограничных пунктах, ч.

Продолжительность нахождения груза на железнодорожных участках рассчитывается как частное деления протяженности маршрута следования партии транзитного груза ( $\sum_{i=1}^n L_i$ ) на участковую скорость магистрального движения поезда ( $v_{уч}$ ):

$$\sum_{i=1}^n t_i^x = \sum_{i=1}^n L_i / v_{уч}. \quad (7.3)$$

Продолжительность нахождения транзитного груза в железнодорожных узлах

$$\sum_{i=1}^k t_i^y = \sum_{i=1}^k n_i^{ty} t_i^{ty} + \sum_{i=1}^k n_i^{to} t_i^{to}, \quad (7.4)$$

где  $n_i^{ty}$  – количество железнодорожных узлов, на которых выполняется работа с транзитными вагонами;  $t_i^{ty}$  – затраты времени на выполнение технологических операций в железнодорожных узлах с транзитными вагонами, ч;  $n_i^{to}$  – количество участковых станций, на которых выполняются ограниченные технологические операции (технический осмотр, смена локомотивной бригады, перецепка поездного локомотива) с транзитными вагонами;  $t_i^{to}$  – продолжительность выполнения технологических операций на участковых станциях, ч;

– тонно-километры нетто, определяемые как сумма произведений веса транзитного груза  $\sum_{s=1}^{S_j} (p_{s_j-s_k}^{жд})_s$  на протяженность железнодорожного расстояния его следования в пределах рассматриваемого государства  $L_{s_j-s_k}^{жд}$

$$G_{тр}^{жд} = \sum_{i=1}^k (p_{s_j-s_k}^{жд} L_{s_j-s_k}^{жд}); \quad (7.5)$$

– тонно-километры брутто, рассчитываемые прибавлением к полученному грузообороту произведения количества вагонов на массу тары подвижного состава и на общую протяженность маршрута его следования через государство:

$$Q_{жд}^{бр} = G_{жд}^{тр} + \sum_{s=1}^S (n_{s_1-s_k}^{жд} q_{ваг}^0 L_{s_1-s_k}^{жд})_s, \quad (7.6)$$

где  $n_{s_1-s_k}^{жд}$  – количество транзитных вагонов, проследовавших между стыками  $s_1-s_k$ ;  $q_{ваг}^0$  – масса тары вагона (условно принимается 23,5 т);

– тонно-часы, определяемые как произведение объёма перевезенного транзитного груза в тоннах на общую продолжительность его перевозки по маршруту следования через государство:

$$T_{Q_{жл}}^{тр} = \sum (p_{s_1-s_k}^{жл} T_{жл}^{тр}); \quad (7.7)$$

– вагоно-часы, рассчитываемые как произведение количества вагонов, используемых для транзитных перевозок, на общую продолжительность перевозки по маршруту следования транзитного груза по железной дороге через государство:

$$T_{n_{жл}}^{тр} = \sum (n_{s_1-s_k}^{тр} T_{жл}^{жл}), \quad (7.8)$$

– вагоно-километры, определяемые как произведение количества вагонов, используемых для транзитных перевозок, на общую протяжённость маршрута его перевозки через государство:

$$L_{n_{жл}}^{тр} = \sum (n_{s_1-s_k}^{жл} L_{s_1-s_k}^{жл}). \quad (7.9)$$

**Автомобильный транспорт.** Вариант выполнения перевозки грузов в транзитном сообщении предусматривает перевозку грузов, поступивших по одному из пограничных пунктов, автомобильным транспортом иностранного или национального перевозчика назначением на выходной пограничный пункт государства. При построении технологической схемы перевозки транзитных грузов автомобильным транспортом выбирается маршрут их следования автодорожной транспортной сети государства с учетом кратчайших расстояний от пунктов их поступления в государство к пунктам выезда из него. Технологическая схема перевозки транзитных грузов автомобильным транспортом приведена на рисунке 7.2.

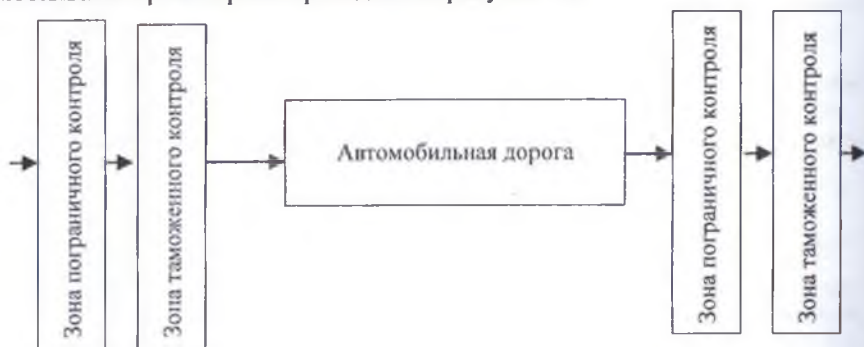


Рисунок 7.2 – Технологическая схема перевозки транзитных грузов автомобильным транспортом

В соответствии с приведенной принципиальной технологической схемой разрабатывается расчетная таблица показателей и выполняется расчет оценочных параметров автомобильной перевозки транзитных грузов:

– суточный объем перевозок грузов в автомобилях, рассчитываемый как частное от деления объема перевозок груза в тоннах ( $Q_{s_1-s_k}^{\text{TP}}$ ) на грузоподъемность автомобиля ( $q_{\text{ав}}$ ), т. е.

$$n_s^{s_1-s_k} = Q_{s_1-s_k}^{\text{TP}} / q_{\text{ав}}; \quad (7.10)$$

– продолжительность нахождения транзитного груза в стране

$$T_{s_1-s_k}^{\text{a}} = \sum_{i=1}^m t_i^{\text{пк}} + \sum_{i=1}^r t_i^{\text{тк}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{x}}, \quad (7.11)$$

где  $t_i^{\text{пк}}$ ,  $t_i^{\text{тк}}$  – затраты времени на прохождение пограничного администрирования транспортных средств и перевозимых грузов при автомобильных перевозках по  $i$ -му пограничному пункту, ч;  $t_i^{\text{x}}$  – затраты времени на прохождение автомобилей с транзитными грузами по участкам автомобильных дорог. Рассчитываются с учетом маршрутной скорости магистрального движения автомобилей ( $t_i^{\text{x}} = \sum L_i^{\text{a}} / v_i^{\text{a}}$ );

– тонно-километры нетто, определяемые как произведение массы транзитного груза на общую протяженность маршрута его следования через регион:

$$G_{\text{a}}^{\text{TP}} = \sum_{i=1}^n (Q_{s_1-s_k}^{\text{a}} L_{s_1-s_k}^{\text{a}})_i; \quad (7.12)$$

– тонно-километры брутто, рассчитываемые как сумма тонно-километров нетто и тонно-километров тары подвижного состава, использованного для перевозки транзитного груза автомобильным транспортом. Тонно-километры тары подвижного состава рассчитываются как произведение пробега подвижного состава между пограничными пунктами ( $L_{s_1-s_k}^{\text{a}}$ ) на массу тары магистрального автомобиля (автопоезда,  $q_{\text{ав}}^0$ ):

$$G_{s_1-s_k}^{\text{бп}} = G_{\text{a}}^{\text{TP}} + \sum (q_{\text{ав}}^0 L_{s_1-s_k}^{\text{a}}); \quad (7.13)$$

– тонно-часы, исчисляемые как произведение количества перевозимого транзитного груза между парой пограничных пунктов ( $Q_{s_1-s_k}^{\text{a}}$ ) на продолжительность его нахождения на территории государства ( $t_{s_1-s_k}^{\text{a}}$ ):

$$T_{Q_{\text{a}}}^{\text{TP}} = \sum (Q_{s_1-s_k}^{\text{a}} t_{s_1-s_k}^{\text{a}})_a. \quad (7.14)$$

При этом следует учитывать, что тонно-часы рассчитываются для партии груза, перевозимой одним автомобилем:

$$T_{Q_{\text{a}}}^{\text{TP}} = \frac{Q_{s_1-s_k}^{\text{a}}}{q_{\text{ав}} n_{s_1-s_k}^{\text{a}}}; \quad (7.15)$$

– автомобиле-часы, определяемые как произведение количества автомобилей (автопоездов), используемых для транзитных перевозок, на общую продолжительность перевозки транзитного груза по маршруту его следования по автодорогам через государство:

$$T_{n_a}^{TP} = \sum n_{s_1-s_k}^a t_{s_1-s_k}^a; \quad (7.16)$$

– автомобиле-километры, рассматриваемые как произведение количества автомобилей (автопоездов), используемых для транзитных перевозок ( $n_{s_1-s_k}^a$ ), на общую протяжённость маршрута перевозки транзитного груза по автодорогам через государство ( $L_{s_1-s_k}^{TP}$ ):

$$L_{n_a}^{TP} = \sum n_{s_1-s_k}^a L_{s_1-s_k}^{TP}. \quad (7.17)$$

**Интермодальная перевозка транзитных грузов.** Во многих государствах в целях выполнения жестких экологических требований и сохранения качества автомобильных дорог от их разрушения большегрузными автомобилями вводятся ограничения на проследование транзитного автомобильного транспорта через страну. В данном случае перевозчикам рекомендуется использовать вариант интермодальных перевозок транзитных грузов, поступивших по одному из пограничных пунктов государства, на автомобильном транспорте иностранного перевозчика, погруженного на железнодорожные платформы национальных железных дорог. Для выполнения расчетов маршрута интермодальной перевозки транзитных грузов с использованием национальной железнодорожной сети намечается маршрут следования транзитных грузов по железной дороге через государство, с учетом кратчайших расстояний от пунктов их поступления в государство к пунктам сдачи. Технологическая схема интермодальной перевозки транзитного груза приведена на рисунках 7.3 (прохождение пограничных и таможенных операций на территории иностранного государства, погрузка на железнодорожный транспортное средство и проследование через страну-транзитер) и 7.4 (прохождение пограничных и таможенных операций на территории транзитного государства, погрузка на железнодорожный транспортное средство и проследование через страну-транзитер). При этом суммарные затраты времени на прохождение транзитного груза через страну больше по первому варианту. Рассчитывают суммарную корреспонденцию транзитных грузов, следующих через государство автомобильным и железнодорожным транспортом. Разрабатывают технологическую схему интермодальной перевозки транзитных грузов.

В соответствии с приведенной технологической схемой интермодальной перевозки выполняется расчёт оценочных показателей:

– объем перевозок транзитных грузов – принимается как сумма корреспонденции транзитных грузов, которые поступают и сдаются по пограничным пунктам автомобильным и железнодорожным транспортом;



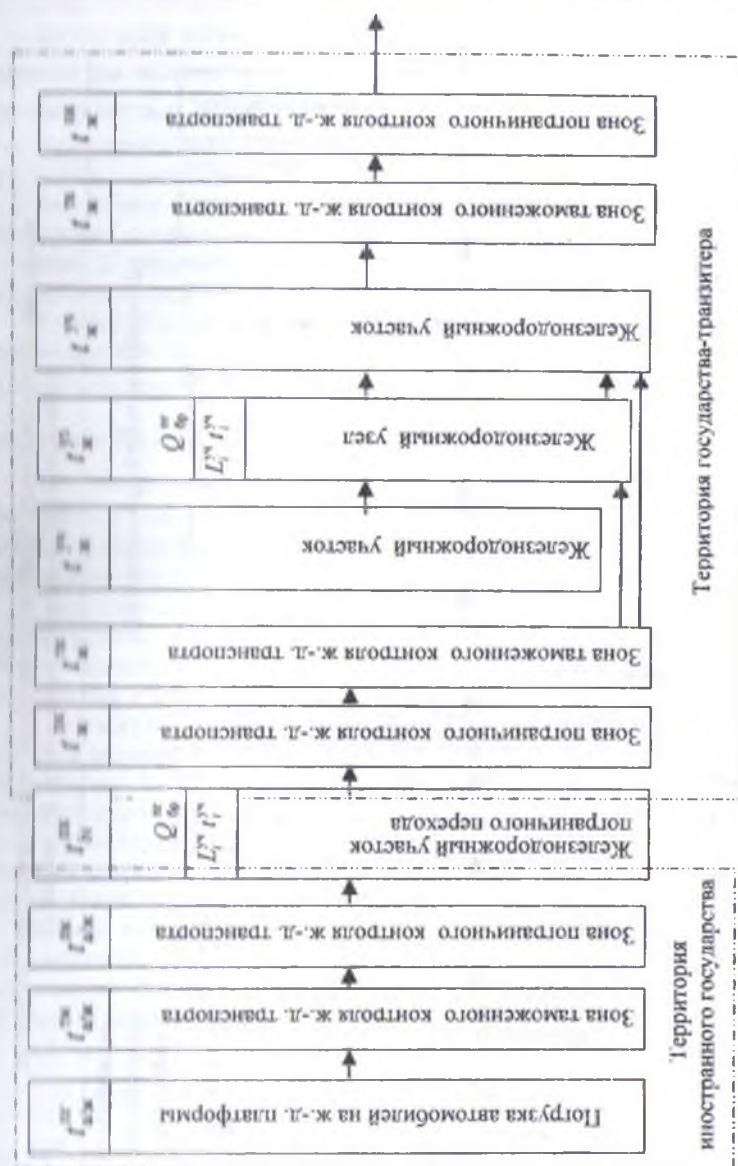


Рисунок 7.3 – Технологическая схема интермодальной перевозки транзитных грузов, поступивших в страну на железнодорожной платформе

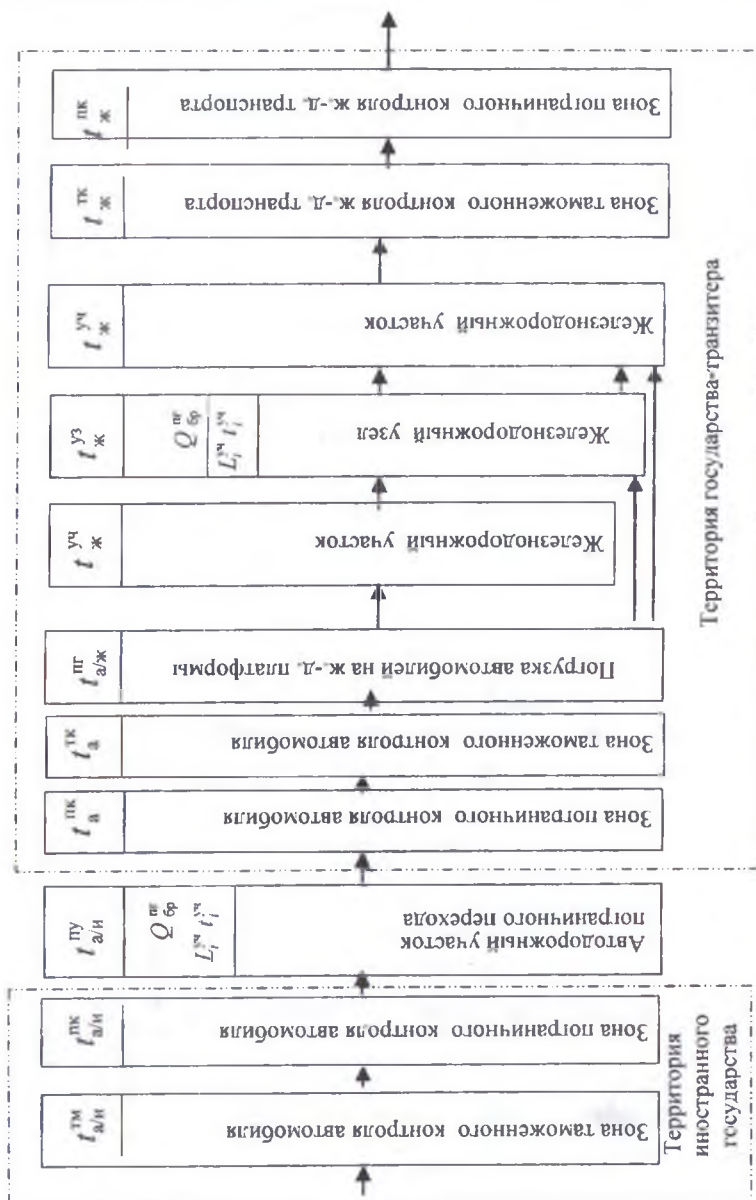


Рисунок 7.4 – Технологическая схема интермодальной перевозки транзитных грузов, поступивших в страну автомобильным транспортом

– суточный объем перевозок грузов в автомобилях – рассчитывается как частное от деления объема перевозок груза в тоннах ( $Q_{3-3}^{\text{тп}}$ ) на грузоподъемность автомобиля ( $q_{\text{ав}}$ );

– продолжительность нахождения груза на территории государства – рассчитывается с учетом условия, что на одну железнодорожную платформу загружают один автопоезд, а количество используемых вагонов равно количеству автомобилей, участвующих в перевозке транзитного груза. В результате для каждой партии груза, погруженного в одно транспортное средство, продолжительность принимается одинаковой;

– суммарные тонно-километры нетто – определяются как сумма произведений массы транзитного груза, перевозимого автомобильным и железнодорожным транспортом ( $Q_{s_1-s_k}^{\text{жл}} + Q_{s_1-s_k}^{\text{а}} + q_{\text{ав}}^0$ ), на протяженность участка его следования  $L_{s_1-s_k}^{\text{тп}}$ ;

– суммарные тонно-километры брутто – рассчитываются прибавлением к полученному грузообороту произведения масса тары вагона на общую протяженность маршрута его следования через государство. Расчёт выполняется по формуле (3.6);

– суммарные тонно-часы – определяются как произведение объема перевезенного транзитного груза в тоннах без учета тары автомобилей на общую продолжительность его перевозки по маршруту следования через государство. Расчёт выполняется по формуле (7.7);

– суммарные вагоно-часы – рассчитываются как произведение количества вагонов, используемых для транзитных перевозок, на общую продолжительность перевозки по маршруту следования транзитного груза по железной дороге через государство. Расчёт выполняется по формуле (3.8);

– суммарные вагоно-километры – определяются как произведение количества вагонов, используемых для транзитных интермодальных перевозок, на общую протяжённость маршрута его перевозки через государство.

**Выбор оптимального варианта перевозки транзитных грузов по транспортной сети региона осуществляется по максимальной величине экономической эффективности. Экономическая эффективность перевозок транзитных грузов определяется из выражения**

$$f_i^{\text{тп}} = \frac{D_i^{\text{тп}} + H_i^{\text{тп}}}{E_i^{\text{тп}}}, \quad (7.18)$$

где  $D_i^{\text{тп}}$  – доходы, получаемые за перевозку транзитных грузов;  $H_i^{\text{тп}}$  – налоги, получаемые в регионе от перевозки транзитных грузов в регионе;  $E_i^{\text{тп}}$  – затраты на выполнение перевозки транзитных грузов в регионе.

*Доходы, получаемые за перевозку транзитных грузов, рассчитывают по видам перевозки:*

– автомобильной –

$$D_a^{\text{ист}} = d_a^{\text{ист}} \sum_{i=1}^n (n_a^{\text{тп}} L)_a, \quad (7.19)$$

где  $d_a^{\text{ист}}$  – ставки взимания платы за проезд автомобиля по автодорогам страны;

– железнодорожной –

$$D_i^{\text{тп}} = D_{G_{s-s}}^{\text{тп}} + D_i^{\text{пг}} + D_i^{\text{вг}} + D_i^{\text{до}}, \quad (7.20)$$

где  $D_{G_{s-s}}^{\text{тп}}$  – доходы, получаемые за перевозку транзитных грузов по желез-

ной дороге,  $D_{G_{s-s}}^{\text{тп}} = d_{\text{жд}}^{\text{тп}} \sum_{i=1}^n (G_{s-s}^{\text{тп}} L)_{\text{жд}}$  ( $d_{\text{жд}}^{\text{тп}}$  – доходная ставка за перевозку 10 тонно-километров транзитного груза железнодорожным транспортом),  $D_i^{\text{пг}}, D_i^{\text{вг}}$  – доходы, получаемые за выполнение погрузки и выгрузки тран-

зитного груза на пограничных железнодорожных станциях:  $D_i^{\text{пг}} = d_i^{\text{пг}} \sum_{i=1}^n Q_i^{\text{тп}}$

( $d_i^{\text{пг}}$  – доходная ставка за погрузку 1 т грузов);  $D_i^{\text{вг}} = d_i^{\text{вг}} \sum_{i=1}^n Q_i^{\text{тп}}$  ( $d_i^{\text{вг}}$  – до-

ходная ставка за выгрузку 1 т грузов);  $D_i^{\text{до}}$  – доходы, получаемые за оформление перевозочных документов на транзитный груз для его дальнейшего следования по железной дороге при переходе через границу. Включают оплату за перевод текста перевозочных документов на рабочие языки, используемые в регионе, нотариальное заверение правильности чтения текста документов и оформление их в соответствии с правилами, установленными на транспорте данного региона. Они рассчитываются как произведение доходной ставки за оформление документов на количество отправок, следующих по единому перевозочному документу:  $D_i^{\text{до}} = d_i^{\text{докум}} \sum n_i$ ,  $d_{\text{жд}}^{\text{докум}}$  – до-

ходная ставка за оформление документов для одной грузовой отправки при переходе грузов через границу;

– интермодальной –

$$D_i^{\text{тп}} = D_{G_{s-s}}^{\text{тп}} + D_i^{\text{пг}} + D_i^{\text{вг}} + D_i^{\text{до}}, \quad (7.21)$$

где  $D_{G_{s-s}}^{\text{тп}}$  – доходы, получаемые за перевозку транзитных грузов по желез-

ной дороге с учетом массы автотранспортных средств;  $D_i^{\text{пг}}, D_i^{\text{вг}}$  – доходы, получаемые за выполнение погрузки и выгрузки транзитного транспортного

средства на пограничных железнодорожных станциях,  $D_i^{\text{пг}} = d_i^{\text{пг}} \sum_{i=1}^n Q_i^{\text{тп}}$

( $d_i^{\text{пг}}$  – доходная ставка за погрузку единицы автотранспортного средства);



$D_i^{tr} = d_i^{tr} \sum_{j=1}^n Q_j^{tr}$ ,  $d_i^{tr}$  – доходная ставка за выгрузку единицы автотранспортного средства);  $D_i^{до}$  – доходы, получаемые за оформление перевозочных документов для дальнейшего следования автотранспортного средства по железной дороге при переходе через границу. Включают: оплату за перевод текста перевозочных документов на рабочие языки, используемые в регионе, нотариальное заверение правильности чтения текста документов и оформление их в соответствии с правилами, установленными на железнодорожном транспорте данного региона:  $D_i^{до} = d_i^{докум/а} \sum n_i (d_{жд}^{докум/а}$  – доходная ставка за оформление документов для единицы автотранспортного средства при переходе через границу).

С учетом полученных результатов расчетов определяется общая эффективность перевозок. При выполнении условия

$$\begin{cases} f_a^{тр} < f_{жд}^{тр}, \\ f_{жд}^{тр} > f_{им}^{тр} \end{cases} \quad (7.22)$$

выгодно выполнять перевозки транзитных грузов железнодорожным транспортом. Если выполняется условие

$$\begin{cases} f_a^{тр} > f_{жд}^{тр}, \\ f_a^{тр} > f_{им}^{тр} \end{cases} \quad (7.23)$$

то выгодно выполнять перевозки транзитных грузов автомобильным транспортом. Если же выполняется условие

$$\begin{cases} f_{им}^{тр} > f_{жд}^{тр}, \\ f_{им}^{тр} > f_a^{тр} \end{cases} \quad (7.24)$$

то выгодно выполнять интермодальные перевозки транзитных грузов.

### 7.3.2 Перевозки импортных грузов

С учетом сложившейся корреспонденции перевозки импортных грузов, наличием железнодорожной и автомобильной транспортной сети разрабатываются технологические схемы перевозки импортных грузов по видам транспорта и выполняется расчёт показателей выбранных технологических схем перевозки импортных грузов в населенные пункты государства. При построении технологических схем перевозки импортных грузов рассматривают несколько вариантов:

– по железной дороге: 1) с перегрузкой в пунктах смены ширины железнодорожной колеи; 2) без перегрузки, но с перестановкой колесных пар; 3) без технологических операций с подвижным составом в пограничных пунктах;

– по автомобильным дорогам: 1) подвижным составом перевозчика – резидента рассматриваемого государства; 2) подвижным составом иностранных перевозчиков;

– интермодальные перевозки: 1) предусматривают погрузку груза с автомобилем на станциях расположения пограничных и таможенных пунктов, расположенных в иностранном государстве, на обычные или специализированные железнодорожные платформы и дальнейшую их перевозку по железной дороге через пограничный переход и по территории государства до станции размещения региональной таможни и далее своим ходом до грузополучателя; 2) предусматривают пограничный и таможенный контроль в иностранном государстве, в государстве назначения, погрузку на железнодорожное транспортное средство, доставку до региональной железнодорожной станции и, далее, автомобильным транспортом до региональных пунктов назначения или с разгрузкой на региональном таможенном складе и дальнейшую доставку по региональным автомобильным дорогам.

**Железнодорожная перевозка.** Выполняется расчет варианта перевозки импортных грузов по железной дороге. Для этого на схему железнодорожной маршрутной сети наносится маршрут следования импортных грузов по кратчайшим расстояниям от пунктов поступления в страну к пунктам их регионального назначения.

Строится технологическая схема перевозки импортных грузов, на которую наносят:

– элементы входной пограничной и таможенной инфраструктуры и затраты времени на их выполнение;

– технологические элементы перевозочного процесса: железнодорожные участки и узлы магистрального движения железнодорожного подвижного состава, участки регионального его движения и затраты времени на его нахождение с импортным грузом на них;

– объемы перевозок по каждому технологическому элементу;

– затраты времени на выполнение технологических операций.

Технологическая схема перевозки импортных грузов железнодорожным транспортом приведена на рисунке 7.5. В соответствии с этой схемой рассчитываются оценочные параметры:

– протяженность маршрута следования импортного груза – выбирается сумма протяженностей участков следования груза от государственной границы до пункта назначения по магистральной и региональной маршрутной сети:

$$L_{s_k-m_k}^{жд} = L_{s_k-m_y}^{жд} + L_{m_y-m_p}^{жд}; \quad (7.25)$$

$$L_{s_k-m_y}^{жд} = \sum_{k=1}^K l_k^{жд}; \quad (7.26)$$

$$L_{m_y-m_p}^{жд} = \sum_{k=1}^K l_{y-p}^{жд}, \quad (7.27)$$

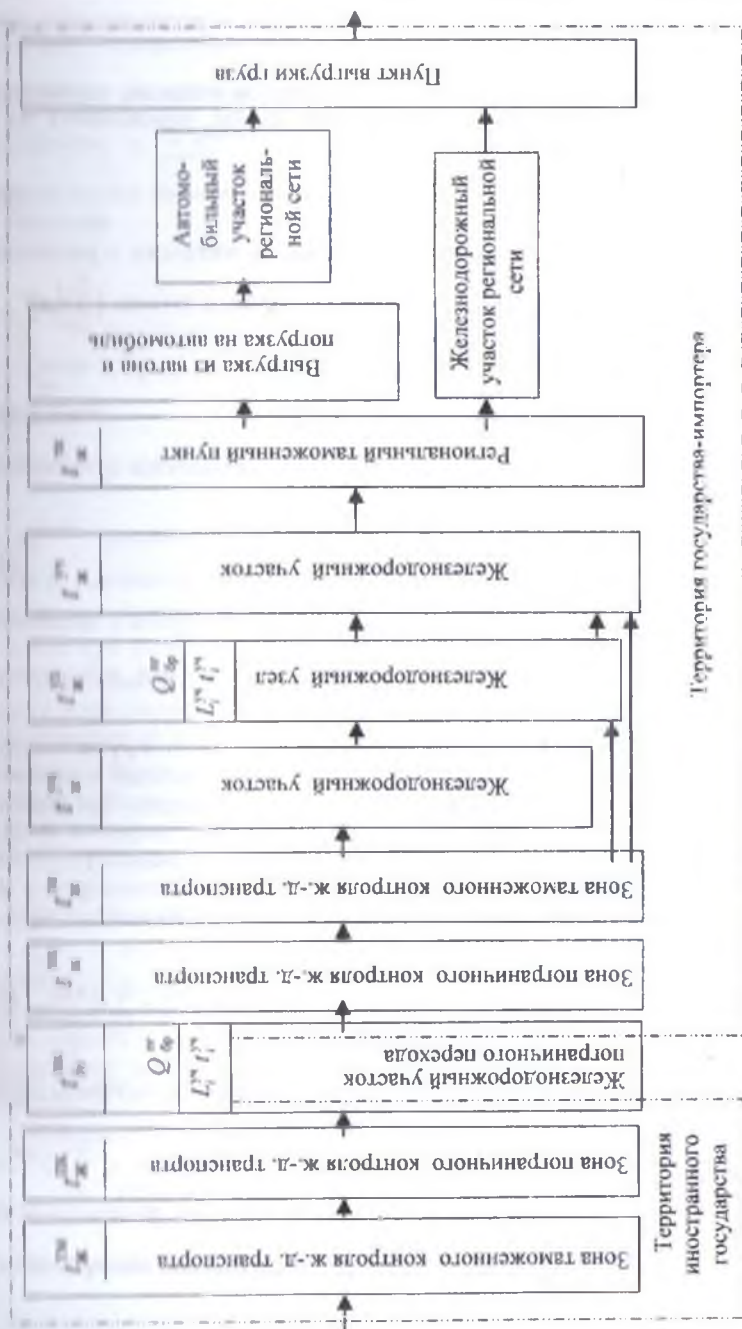


Рисунок 7.5 – Технологическая схема перевозки импортных грузов, поступающих в страну железнодорожным транспортом

где  $l_k^{жд}$ ,  $l_{y-p}^{жд}$  – протяженность  $k$ -го магистрального и регионального участков железнодорожной сети, км;

– объема перевозок импортных грузов в тоннах – принимается из корреспонденции перевозки импортных грузов, перевозимых на железнодорожном транспорте:

$$\sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-m_k}^{жд})_k. \quad (7.28)$$

– суточный объем перевозок грузов в вагонах – рассчитывается делением объема перевозок импортных грузов в тоннах  $[\sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-m_k}^{жд})_k]$  на статическую нагрузку вагона ( $P_{ст}^{жд}$ ):

$$n_{s-m}^{жд} = \sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-m_k}^{жд})_k / P_{ст}^{жд}. \quad (7.29)$$

Для региональной части перевозки груза рассчитывается суточный объем перевозки грузов в автомобилях, т. е.

$$n_{m_y-m_p}^{жд} = \sum_{n=1}^{N_i} (p_{m_y-m_p}^a)_n / q_a^p, \quad (7.30)$$

где  $p_{m_y-m_p}^a$  – суточный объем перевозки импортных грузов в автомобилях на региональной сети, т;  $q_a^p$  – грузоподъемность автомобиля, используемого в региональном движении, т;

– продолжительность перевозки импортного груза – продолжительность следования импортного груза по магистральной и региональной сетям железнодорожного и автомобильного транспорта. Она рассчитывается с учетом условия, что для каждой повагонной отправки время на технологические операции перевозочного процесса принимается одинаковым. Суммарное время прохождения импортного груза на маршруте в магистральном движении железнодорожного транспорта рассчитывается как сумма величин:

$$T_{Q_{s-m}^{жд}} = \sum_{i=1}^m t_i^{пк.жд} + \sum_{i=1}^r t_i^{тк.жд} + \sum_{i=1}^n t_i^{х.жд} + \sum_{i=1}^n t_i^{у.жд} + \sum_{i=1}^n t_i^{ртм} + \sum_{i=1}^n t_i^{го.жд}, \quad (7.31)$$

$\sum_{i=1}^n t_i^{пк.жд}$ ,  $\sum_{i=1}^r t_i^{тк.жд}$  – затраты времени на проведение пограничного администрирования транспортных средств и перевозимых грузов, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{х.жд}$  – затраты времени на проследование импортного груза по железнодорожным участкам, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{у.жд}$  – затраты времени на проследование импортного груза



через железнодорожные узлы, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{р.тм}}$  – затраты времени на выполнение операций по растаможиванию грузов на внутренних пунктах таможенного оформления, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{го.жд}}$  – затраты времени на выполнение выгрузки импортных грузов из вагона, ч.

При этом

$$\sum_{i=1}^n t_i^{\text{х.жд}} = \sum_{i=1}^n L_i^{\text{мг.жд}} / v_{\text{уч}}^{\text{мг.жд}}, \quad (7.32)$$

где  $L_i^{\text{мг.жд}}$  – протяженность  $i$ -го магистрального железнодорожного участка, км;  $v_{\text{уч}}^{\text{мг.жд}}$  – участковая скорость грузового поезда в магистральном движении, км/ч;

$$\sum_{i=1}^k t_i^{\text{у.жд}} = \sum_{i=1}^k n_i^{\text{ту.жд}} t_i^{\text{ту.жд}} + \sum_{i=1}^k n_i^{\text{то.жд}} t_i^{\text{то.жд}}, \quad (7.33)$$

где  $n_i^{\text{ту.жд}}$  – количество железнодорожных узлов, на которых выполняется работа с вагонами, загруженными импортным грузом;  $t_i^{\text{ту.жд}}$  – затраты времени на выполнение технологических операций в железнодорожных узлах с вагонами при выполнении перевозки импортного груза, ч;  $n_i^{\text{то.жд}}$  – количество участковых станций, на которых выполняются технологические операции с железнодорожным подвижным составом (технический осмотр, смена локомотивной бригады, перецепка поездного локомотива) при перевозке импортного груза;  $t_i^{\text{то.жд}}$  – продолжительность выполнения технологических операций на участковых станциях с вагонами при перевозке импортного груза, ч;

– продолжительность перевозки груза по региональной части маршрута – рассчитывается с учетом условия, что для каждой отправки импортного груза (в размере повагонной отправки) для пунктов, где есть прямое железнодорожное сообщение и статистической нагрузки автомобиля (для пунктов, которые обслуживаются в смешанном сообщении: автомобиль – железная дорога), продолжительность технологических операций перевозочного процесса принимается одинаковой. Суммарное время прохождения импортного груза на маршруте в региональном движении рассчитывается как сумма величин:

для железнодорожного транспорта –

$$T_{\text{ж.д}}^{\text{ж.д}} = \sum_{i=1}^n t_i^{\text{у.жд}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{х.жд}} + \sum_{i=1}^r t_i^{\text{до.жд}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{го.жд}}, \quad (7.34)$$

для автомобильного транспорта –

$$T_{Q_{m_y-m_p}}^a = \sum_{i=1}^n t_i^{y, \text{жд}} + \sum_{i=1}^m t_i^{x, a} + \sum_{i=1}^r t_i^{\text{до}, a} + \sum_{i=1}^p t_i^{\text{го}, a}, \quad (7.35)$$

где  $\sum_{i=1}^n t_i^{y, \text{жд}}$  – продолжительность нахождения груза в железнодорожном узле, ч;  $\sum_{i=1}^m t_i^{x, \text{жд}}$  – продолжительность нахождения груза на участке железной дороги в региональном движении, ч;  $\sum_{i=1}^r t_i^{\text{до}, \text{жд}}$  – продолжительность операций по оформлению документов на железнодорожную отправку, ч;  $\sum_{i=1}^p t_i^{\text{го}, \text{жд}}$  – продолжительность грузовых операций с вагонами на региональном пункте, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{x, a}$  – продолжительность нахождения груза на участке автомобильной дороги в региональном движении, ч;  $\sum_{i=1}^r t_i^{\text{до}, a}$  – продолжительность операций по оформлению документов на автомобильную отправку, ч;  $\sum_{i=1}^p t_i^{\text{го}, a}$  – продолжительность грузовых операций с автомобилями на региональном пункте, ч.

– тонно-километры нетто на маршруте – рассчитываются как сумма произведений объема импортного груза  $\left[ \sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-m_k}^{\text{жд}}) \right]$  на протяженность участка его следования  $L_{s_k-m_k}^{\text{жд}}$

$$G_{\text{жд}}^{\text{им}} = \sum_{i=1}^k \left( p_{s_i-m_k}^{\text{жд}} L_{s_k-m_k}^{\text{жд}} \right)_i; \quad (7.36)$$

– тонно-километры брутто на маршруте – определяются прибавлением к полученному грузообороту произведения массы тары подвижного состава на общую протяженность маршрута его следования от государственной границы до пункта назначения

$$G_{\text{жд}}^{\text{бр}} = G_{s-m}^{\text{им}} + \sum \left( n_{s-m}^{\text{жд}} q_{\text{ваг}}^0 L_{s_k-m_k}^{\text{жд}} \right)_i; \quad (7.37)$$

– тонно-часы на маршруте – определяются как произведение объема перевезенного импортного груза в тоннах на общую продолжительность его перевозки по маршруту его следования:

$$T_{Q_{жд}}^{им} = \sum \left( p_{s_l-m_k}^{жд} T_{Q_{l-m}}^{жд} \right); \quad (7.38)$$

– вагоно-часы на маршруте – рассчитываются как произведение количества вагонов, используемых для перевозок импортных грузов, на общую продолжительность перевозки по маршруту следования импортного груза по железной дороге через государство, т. е.

$$T_{n_{жд}}^{им} = \sum \left( n_{s_l-m}^{жд} T_{Q_{l-m}}^{жд} \right); \quad (7.39)$$

– вагоно-километры на маршруте – определяются как произведение количества вагонов, используемых для перевозок импортных грузов, на общую протяженность маршрута его железнодорожной перевозки через государство

$$L_{n_{жд}}^{им} = \sum \left( n_{s_l-m}^{жд} L_{s_l-m_k}^{жд} \right). \quad (7.40)$$

**Автомобильная перевозка.** Выполнение перевозок импортных грузов автомобильным транспортом предусматривает их перевозку от одного из пограничных пунктов автомобильным транспортом иностранного перевозчика до пункта назначения, расположенного внутри государства (пункта размещения логистического распределительного центра). Технологическая схема перевозки импортных грузов автомобильным транспортом приведена на рисунке 7.6.



Рисунок 7.6 – Технологическая схема перевозки импортных грузов автомобильным транспортом

В соответствии с приведенной технологической схемой автомобильной перевозки импортного груза выполняется расчет оценочных параметров:

– протяженность маршрута следования импортного груза – выбирается сумма протяженностей участков автомобильных дорог для сле-

дозания груза от границы до пункта назначения, т. е.  $L_{s_k-m_k}^a = \sum_{k=1}^K l_k^a$ , где  $l_k^a$  – протяженность  $k$ -го участка автодорожной сети;

– объем перевозок импортных грузов в тоннах – принимается из корреспонденции перевозки импортных грузов на автомобильном транспорте  $\sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-m_k}^i)_k$ ;

– суточный объем перевозок грузов в автомобилях – рассчитывается делением объема перевозок импортных грузов в тоннах на грузоподъемность автомобиля:  $n_{m-s}^a = \sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-m_k}^i)_k / q_a$ ;

– продолжительность перевозки импортного груза – делится на две части: периоды следования автомобилей с импортным грузом в магистральном и региональном движении. Продолжительность следования груза в магистральном движении рассчитывается с учетом условия, что для каждой партии импортного груза, отправленной автомобильным транспортом, время на технологические операции перевозочного процесса принимается одинаковым. Суммарное время прохождения импортного груза на маршруте в магистральном движении автомобилей рассчитывается как сумма величин:

$$T_{s-m}^a = \sum_{i=1}^n t_i^{пк.а} + \sum_{i=1}^r t_i^{тк.а} + \sum_{i=1}^n t_i^{х.а} + \sum_{i=1}^n t_i^{р\tau\mu} + \sum_{i=1}^n t_i^{го.а}, \quad (7.41)$$

где  $\sum_{i=1}^n t_i^{пк.а}$ ,  $\sum_{i=1}^r t_i^{тк.а}$  – затраты времени на проведение пограничного администрирования транспортных средств и перевозимых грузов, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{х.а}$  – затраты времени на проследование импортного груза по участкам автомобильных дорог, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{р\tau\mu}$  – затраты времени на выполнение операций по растаможиванию грузов на внутреннем пункте таможенного оформления, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{го.а}$  – затраты времени на выполнение выгрузки импортных грузов из автомобиля на логистическом терминале, ч.

При этом

$$\sum_{i=1}^n t_i^{х.а} = \sum_{i=1}^n L_i^{мг.а} / v_{уч}^{мг.а}, \quad (7.42)$$

где  $L_i^{мг.а}$  – протяженность  $i$ -го магистрального автодорожного участка, км;  $v_{уч}^{мг.а}$  – участковая скорость автопоезда в магистральном движении, км/ч;



– тонно-километры нетто – сумма произведений массы импортного груза  $\sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-m_k}^a)_k$  на протяженность участка следования автомобилей с импортным грузом  $L_{s_k-m_k}^a$ :

$$G_a^{nm} = \sum_{i=1}^k (p_{s_i-m_k}^a L_{s_k-m_k}^a)_i; \quad (7.43)$$

– тонно-километров брутто – определяются прибавлением к полученному грузообороту произведения массы тары магистрального автомобиля (автопоезда) на общую протяженность маршрута его следования от государственной границы до пункта назначения:

$$G_a^{bp} = G_a^{nm} + \sum (n_{s-m}^a q_a^0 L_{s_k-m_k}^a)_i; \quad (7.44)$$

– тонно-часы – определяются как произведение объема перевезенного импортного груза в тоннах на общую продолжительность его перевозки по маршруту его следования:

$$T_{Q_k}^{nm} = \sum (P_{s_i-m_k}^a T_{Q_{s-m}}^a); \quad (7.45)$$

– автомобиле-часы – рассчитываются как произведение количества автомобилей, используемых для перевозок импортных грузов, на общую продолжительность перевозки по маршруту следования импортного груза по автомобильной дороге через государство:

$$T_{n_k}^{nm} = \sum (n_{s-m}^a T_{Q_{s-m}}^a); \quad (7.46)$$

– автомобиле-километры – определяются как произведение количества автомобилей, используемых для перевозок импортных грузов, на общую протяженность маршрута его автоперевозки внутри государства:

$$L_{n_k}^{nm} = \sum (n_{s-m}^a L_{s_k-m_k}^a). \quad (7.47)$$

**Интермодальные перевозки импортных грузов** предусматривают для всех грузов, поступивших по одному из пограничных пунктов государства, перевозку автомобильным транспортом иностранного перевозчика, погруженным на железнодорожный транспорт. Технологическая схема интермодальной перевозки импортных грузов предусматривает два варианта её исполнения: 1) груз поступает из иностранного государства вместе с автотранспортными средствами, размещенными на железнодорожном подвижном составе (рисунок 7.7); 2) груз поступает из иностранного государства в автотранспортном средстве и размещается на железнодорожном подвижном составе внутри страны (рисунок 7.8).

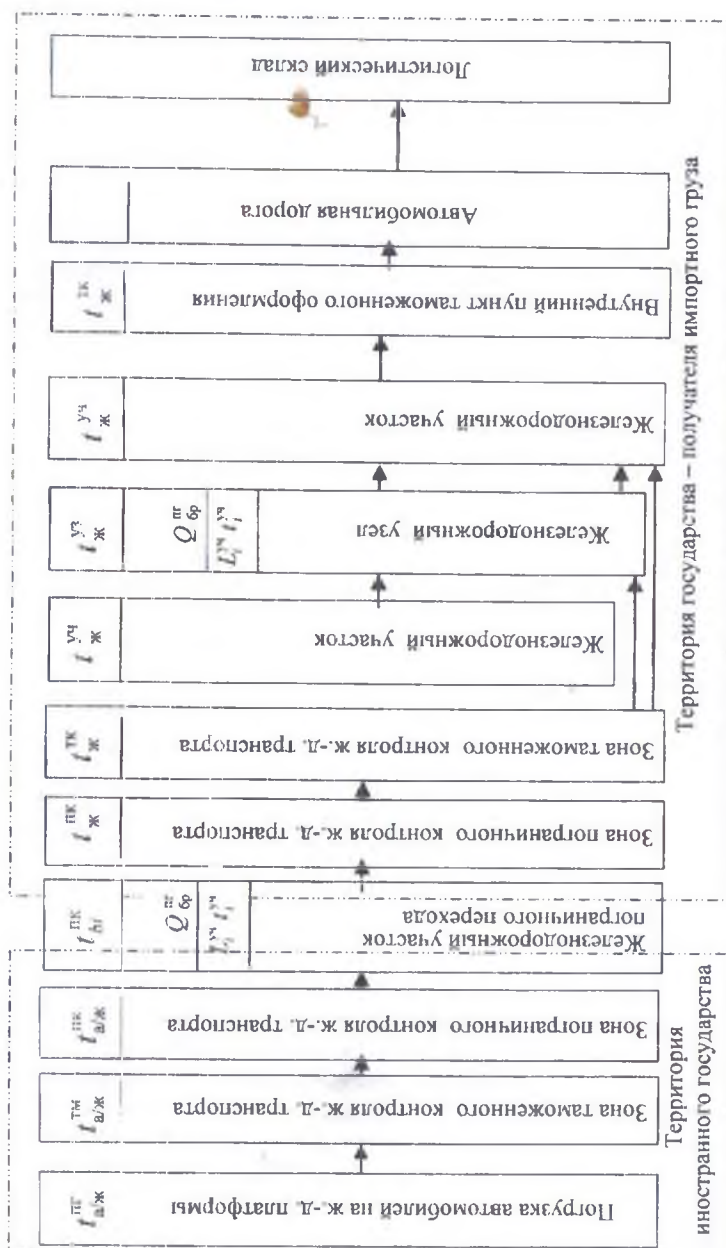


Рисунок 7.7 – Технологическая схема интермодальной перевозки импортных грузов, поступивших в страну железнодорожным транспортом

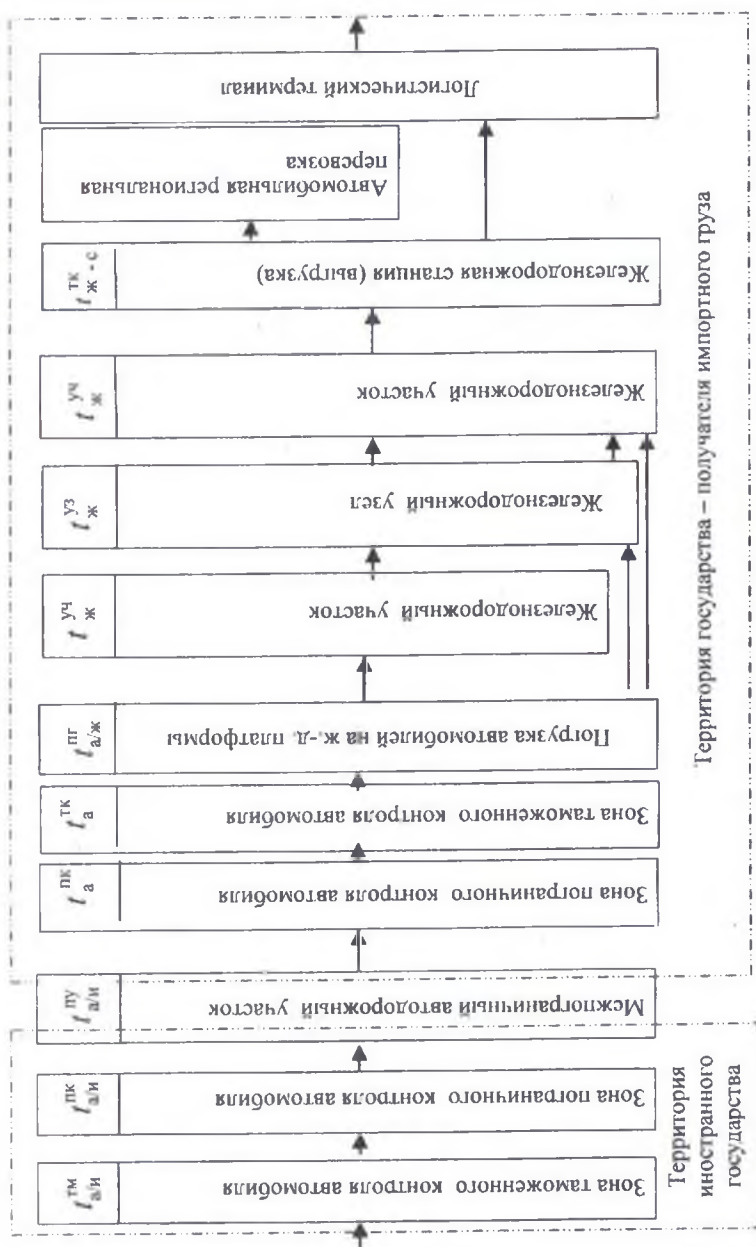


Рисунок 7.8 – Технологическая схема интермодальной перевозки импортных грузов, поступающих в страну автомобильным транспортом

Рассчитывают суммарную корреспонденцию импортных грузов, следующих автомобильным и железнодорожным транспортом. Для этого суммируют объемы импортных грузов, следующих автомобильным и железнодорожным транспортом. Разрабатывают технологическую схему интермодальной перевозки импортных грузов для конкретного стыкового пункта. В соответствии с приведенной технологической схемой интермодальной перевозки разрабатывается система расчетных показателей:

– протяженность маршрута интермодальной перевозки импортного груза – принимается из варианта железнодорожной перевозки;

– объем перевозок импортных грузов – сумма корреспонденции импортных грузов, перевозимых автомобильным и железнодорожным

$$\text{транспортом: } Q_{и-м}^и = \sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-m_k}^{жд})_k + \sum_{k=1}^{K_j} (p_{s_i-m_k}^a)_k ;$$

– суточный объем перевозок грузов в автомобилях

$$n_{и-м}^a = Q_{и-м}^и / q_a ; \quad (7.48)$$

– продолжительность перевозки импортного груза – рассчитывается с учетом условия, что на одну железнодорожную платформу загужают один автопоезд (автомобиль с прицепом либо прицеп без тягача), в результате чего количество используемых для перевозки вагонов равно количеству автомобилей, участвующих в перевозке импортного груза. Поэтому для каждой партии груза продолжительность его нахождения в перевозке принимается одинаковой, а суммарное время интермодальной перевозки импортного груза рассчитывается по формуле (4.2);

– тонно-километры нетто – определяются как сумма произведений массы импортного груза и тары автомобилей ( $Q_{s-m}^{\text{нетто}} = Q_{и-м}^и + q_a^0$ ) на протяженность участка его следования по железной дороге  $L_{s_k-m_k}^{жд}$ . Расчет выполняется по формуле (4.5);

– тонно-километры брутто – определяются прибавлением к полученному грузообороту произведения массы тары вагона на общую протяженность маршрута его следования от пограничного пункта до внутреннего пункта таможенного оформления

$$G_{бр}^{им} = G_{s-m}^{\text{нетто}} + \sum_{s=1}^S (q_{ваг}^0 L_{s-m}^{жд})_s ; \quad (7.49)$$

– тонно-часы – определяются как произведение объема перевезенного импортного груза в тоннах  $Q_{s-m}^{\text{нетто}}$  с учетом массы тары автомобилей (с тягачем или без него), погруженных на железнодорожную платформу, на общую продолжительность его перевозки по маршруту следования:

$$T_{Q_{s-m}}^{и-м} = \sum_{s=1}^S (Q_{s-m}^{\text{нетто}} T_{s-m})_s ; \quad (7.50)$$



– автомобиле-часы – определяются как произведение количества автомобилей, используемых для интермодальной перевозки импортных грузов, на общую продолжительность перевозки груза с учетом их простоя на региональной таможне:

$$T_{n_{и-м}}^a = \sum_{s=1}^S (n_{и-м}^a T_{s-м})_s ; \quad (7.51)$$

– вагоно-часы – рассчитываются как произведение количества вагонов, используемых для интермодальных перевозок импортных грузов, на общую продолжительность перевозки по железнодорожной части маршрута перевозки импортного груза (от пограничного пункта до пункта расположения региональной таможни). Расчёт выполняется с дополнением формулы (7.67):

$$T_{n_{и-м}}^{жд} = \sum_{s=1}^S (n_{и-м}^a T_{s-м})_s ; \quad (7.52)$$

– вагоно-километры – определяются как произведение количества вагонов, используемых для интермодальных перевозок импортных грузов, на общую протяжённость маршрута его перевозки, т. е.

$$L_{n_{и-м}}^{жд} = \sum_{s=1}^S (n_{и-м}^a L_{s-м})_s . \quad (7.53)$$

В соответствии с условиями (7.22) – (7.24) выбирается вариант выполнения перевозки импортного груза.

### 7.3.3 Перевозки экспортных грузов

При организации перевозки экспортных грузов необходимо:

- построить технологические схемы перевозки экспортных грузов по видам транспорта и вариантам организации перевозки;
- рассчитать показатели технологических схем перевозки экспортных грузов из пунктов внутреннего размещения их в государстве;
- определить экономические показатели и выбор оптимального варианта перевозки экспортных грузов.

При построении технологических схем рассматривают несколько вариантов:

– по железной дороге: 1) с погрузкой грузов на станциях расположения внутренних пунктов таможенного оформления; 2) с перегрузкой в пунктах смены ширины железнодорожной колеи; 3) без перегрузки, но с перестановкой колесных пар; 3) без технологических операций с железнодорожным подвижным составом в пограничных пунктах;

– по автомобильным дорогам: транспортными средствами перевозчика-резидента рассматриваемого государства или иностранным перевозчиком;

– интермодальные перевозки: предусматривают: 1) погрузку груза на автомобиль в региональных пунктах и перевозку в транспортные узлы, в которых размещается внутренний пункт таможенного оформления; 2) погрузку автомобильного транспорта на обычные или специализированные железнодорожные платформы и дальнейшую их перевозку по железной дороге по территории государства до пунктов пограничного перехода.

**Железнодорожная перевозка экспортных грузов** предусматривает нанесение на схему железнодорожной сети наносится маршрута следования грузов по кратчайшим расстояниям от пунктов погрузки до пунктов пограничного перехода. Исполняется технологическая схема перевозки экспортных грузов, на которую наносят: 1) региональные пункты отправления экспортных грузов и нормативы продолжительности выполнения технологических операций с данными грузами; 2) технологические элементы перевозочного процесса: участки и узлы магистрального движения, участки регионального движения и затраты времени на нахождение подвижного состава с экспортным грузом на них; 3) элементы выходной пограничной и таможенной инфраструктуры и затраты времени на выполнение пограничного и таможенного контроля; 4) объемы перевозок, выполняемые по каждому технологическому элементу.

Технологическая схема перевозки экспортных грузов железнодорожным транспортом приведена на рисунке 7.9. В соответствии с приведенной технологической схемой железнодорожной перевозки экспортного груза рассчитывают оценочные параметры:

– протяженность маршрута следования экспортного груза – выбирается сумма протяженностей участков следования груза от пункта отправления до границы по региональной и магистральной маршрутной сети,

$$L_{m_k-s_k}^{жд} = L_{m_k-s_y}^{жд} + L_{m_p-m_y}^{жд}; \quad L_{m_p-m_y}^{жд} = \sum_{k=1}^K l_{p-y}^{жд}; \quad L_{m_k-s_y}^{жд} = \sum_{k=1}^K l_k^{жд}, \quad (7.54)$$

где  $l_k^{жд}$ ,  $l_{p-y}^{жд}$  – протяженность  $k$ -го магистрального и регионального участков железнодорожной сети, км;

– объема перевозок экспортных грузов в тоннах – принимается из корреспонденции перевозки грузов на железнодорожном транспорте

$$\sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_i-s_k}^{жд})_k;$$

– суточный объем перевозок грузов в вагонах – рассчитывается делением объема перевозок экспортных грузов в тоннах на статическую нагрузку вагона:

$$n_{s-m}^{жд} = \sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-m_k}^{жд})_k / q_s;$$

– продолжительность перевозки экспортного груза – делится на две части: 1) продолжительность следования экспортного груза в региональном движении; 2) продолжительность следования экспортного груза в магистральном движении.

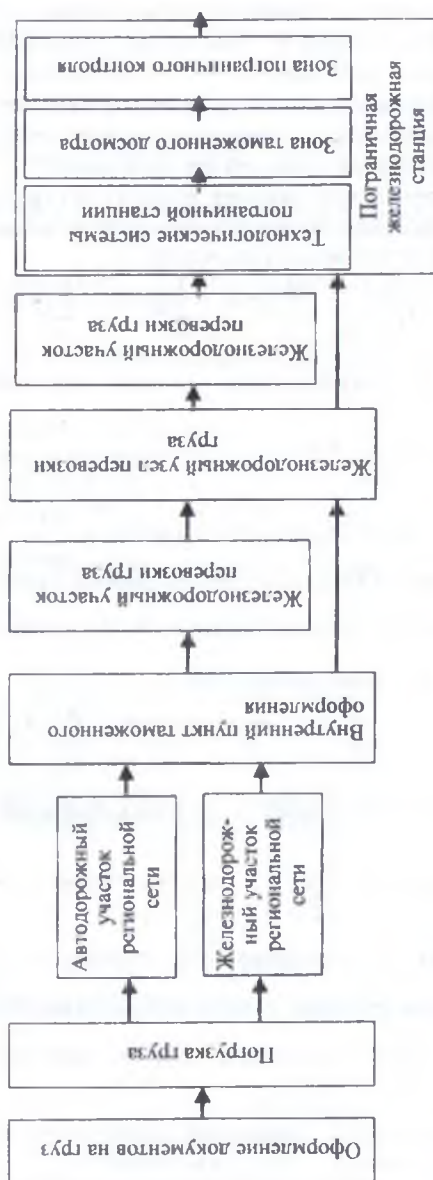


Рисунок 7.9 – Технологическая схема перевозки экспортных грузов железнодорожным транспортом

Продолжительность следования груза в региональном движении рассчитывается с учетом условия, что для каждой повагонной отправки груза (для пунктов, где есть прямое железнодорожное сообщение) и загрузки автомобиля (для пунктов, которые обслуживаются в смешанном сообщении: автомобиль – железная дорога) продолжительность технологических операций перевозочного процесса принимается одинаковой.

Суммарное время прохождения экспортного груза на маршруте в региональном движении рассчитывается как сумма величин:

– на железнодорожном транспорте –

$$T_{\text{жл}}^{\text{жл}} = \sum_{i=1}^n t_i^{\text{го жл}} + \sum_{i=1}^r t_i^{\text{до жл}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{х жл}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{у жл}}, \quad (7.55)$$

где  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{го жл}}$  – продолжительность грузовых операций с вагонами на региональном пункте, ч;  $\sum_{i=1}^r t_i^{\text{до жл}}$  – продолжительность операций по оформлению

документов на железнодорожную отправку, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{х жл}}$  – продолжительность нахождения груза на участке железной дороги в региональном движении, ч;

$\sum_{i=1}^n t_i^{\text{у жл}}$  – продолжительность нахождения груза в железнодорожном узле, ч;

– на автомобильном транспорте –

$$T_{\text{авт}}^{\text{авт}} = \sum_{i=1}^n t_i^{\text{го а}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{до а}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{х а}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{у а}}, \quad (7.56)$$

где  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{го а}}$  – продолжительность грузовых операций с автомобилями на региональном пункте, ч;  $\sum_{i=1}^r t_i^{\text{до а}}$  – продолжительность операций по оформлению

документов на автомобильную отправку, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{х а}}$  – продолжительность нахождения груза на участке автомобильной дороги в региональном

движении, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{у а}}$  – продолжительность нахождения груза в автотранспортном региональном узле, ч.

Продолжительность следования экспортного груза в магистральном движении рассчитывается как сумма величин:

$$T_{\text{жл}}^{\text{жл}} = \sum_{i=1}^n t_i^{\text{до жл}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{рты}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{го жл}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{у жл}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{х жл}} + \sum_{i=1}^r t_i^{\text{тк жл}} + \sum_{i=1}^m t_i^{\text{пк жл}}, \quad (7.57)$$



где  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{рзм}}$  – затраты времени на выполнение операций по затаможиванию

грузов, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{го.жд}}$  – затраты времени на выполнение погрузки экспортных

грузов в вагоны на складе внутреннего пункта таможенного оформления, ч;

$\sum_{i=1}^n t_i^{\text{у.жд}}$  – продолжительность проследования экспортным грузом узлов, рас-

считываются по формуле (4.2), ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{х.жд}}$  – затраты времени на проследо-

вание экспортного груза по железнодорожным участкам, ч;  $\sum_{i=1}^r t_i^{\text{тм.жд}}$ ,

$\sum_{i=1}^n t_i^{\text{пк.жд}}$  – продолжительность пограничного администрирования транспорт-  
ных средств и перевозимых грузов, ч;

– тонно-километры нетто – сумма произведений объема экспорт-  
ного груза  $\sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_i-s_k}^{\text{жд}})$  на суммарную протяженность участка его следования

в региональном  $L_{m_p-m_y}^{\text{жд}}$  и магистральном движении  $L_{m_i-s_k}^{\text{жд}}$ :

$$G_{\text{жд}}^{\text{н}} = \sum_{i=1}^k \left( p_{m_i-s_k}^{\text{жд}} (L_{m_p-m_y}^{\text{жд}} + L_{m_i-s_k}^{\text{жд}}) \right); \quad (7.58)$$

– тонно-километры брутто – определяются прибавлением к полученному грузообороту произведения массы тары вагона на общую протя-  
женность маршрута его следования от пункта погрузки до государственной  
границы:

$$G_{\text{жд}}^{\text{бр}} = G_{\text{м-с}}^{\text{н}} + \sum \left( n_{\text{м-с}}^{\text{жд}} q_{\text{ваг}}^0 (L_{m_p-m_y}^{\text{жд}} + L_{m_i-s_k}^{\text{жд}}) \right); \quad (7.59)$$

– тонно-часы – определяются как произведение объема перевезенного  
экспортного груза в тоннах на общую продолжительность его перевозки по  
маршруту его следования:

$$T_{Q_{\text{жд}}}^{\text{н}} = \sum \left( p_{m_i-s_k}^{\text{жд}} \left( T_{Q_{m_p-m_y}}^{\text{жд}} + T_{Q_{m_i-s_k}}^{\text{жд}} \right) \right); \quad (7.60)$$

– автомобиле-часы регионального движения – определяются  
как произведение объема перевезенного экспортного груза в автомобилях в  
региональном движении на общую продолжительность его перевозки по  
маршруту его следования:

$$T_{n_a}^2 = \sum \left( n_{m_p-s_y}^a T_{Q_{m_p-m_y}^a}^a \right); \quad (7.61)$$

– вагоно-часы – определяются как произведение количества вагонов, используемых для перевозок экспортных грузов на общую продолжительность перевозки по маршруту следования экспортного груза по железной дороге через государство:

$$T_{n_{жл}}^2 = \sum \left( n_{m-s}^{жл} \left( T_{Q_{m_p-m_y}^{жл}}^{жл} + T_{Q_{m-s}^{жл}}^{жл} \right) \right); \quad (7.62)$$

– автомобиле-километры регионального движения – определяются как произведение количества автомобилей, используемых для перевозок экспортных грузов на общую протяжённость маршрута его автомобильной перевозки в регионе:

$$L_{n_a}^2 = \sum \left( n_{m_p-m_y}^a L_{m_p-m_y}^a \right); \quad (7.63)$$

– вагоно-километры – определяются как произведение количества вагонов, используемых для перевозок экспортных грузов, на общую протяжённость маршрута его железнодорожной перевозки через государство:

$$L_{n_{жл}}^2 = \sum \left( n_{m-s_k}^{жл} \left( L_{m_p-m_y}^{жл} + L_{m_y-s_k}^{жл} \right) \right). \quad (7.64)$$

**Автомобильная перевозка экспортных грузов автомобильным транспортом** предусматривает их перевозку от одного из пунктов отправления, расположенного внутри государства, до его пограничных пунктов. Для выполнения расчетов выбирается маршрут следования экспортных грузов по автодорожной транспортной сети государства с учетом кратчайших расстояний от пунктов их отправления к пунктам пограничного перехода. Технологическая схема перевозки экспортных грузов автомобильным транспортом приведена на рисунке 7.10, в соответствии с которой выполняется расчет оценочных следующих параметров:

– протяженность маршрута следования экспортного груза: выбирается сумма протяженностей участков автомобильных дорог для следования груза от пункта отправления до границы, т. е.

$$L_{m_k-s_k}^a = L_{m_k-s_y}^a + L_{m_p-m_y}^a; \quad (7.65)$$

$$L_{m_p-m_y}^a = \sum_{k=1}^K l_{p-y}^a; \quad (7.66)$$

$$L_{m_k-s_y}^a = \sum_{k=1}^K l_k^a, \quad (7.67)$$

где  $l_{p-y}^a$  – протяженность  $k$ -го участка автодорожной сети, км;

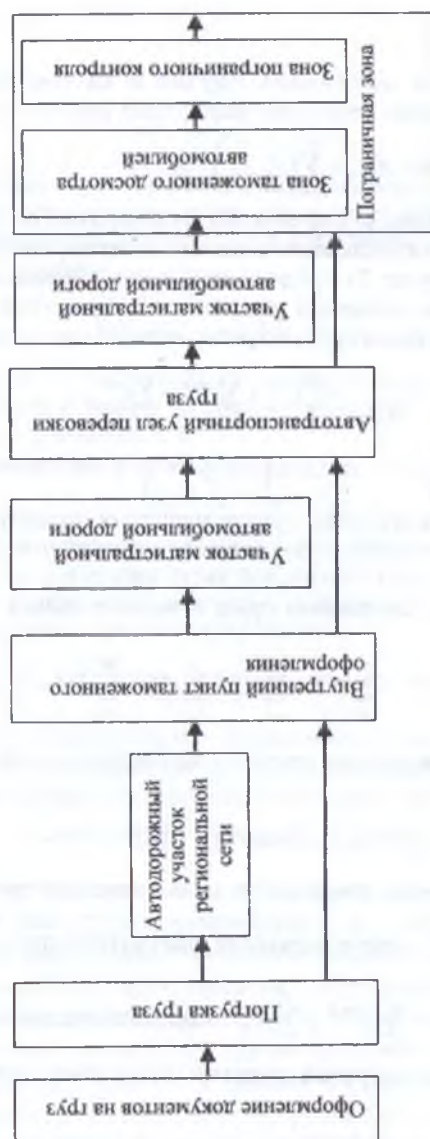


Рисунок 7.10 – Технологическая схема перевозки экспортных грузов автомобильным транспортом

– объем перевозок экспортных грузов в тоннах – принимается из корреспонденции перевозки экспортных грузов на автомобильном транспорте

$$\sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_i-s_k}^a)_k;$$

– суточный объем перевозок грузов в автомобилях – рассчитывается делением объема перевозок экспортных грузов в тоннах на грузо-

$$\text{подъемность автомобиля: } n_{m-s}^a = \sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_i-s_k}^a)_k / q_a;$$

– продолжительность перевозки экспортного груза – делится на две части: 1) продолжительность следования экспортного груза по региональной части маршрута; 2) продолжительность следования экспортного груза в магистральном движении автомобилей. При этом продолжительность перевозки экспортного груза по региональной части маршрута:

$$T_{Q_{mp-my}}^a = \sum_{i=1}^n t_i^{ro,a} + \sum_{i=1}^r t_i^{do,a} + \sum_{i=1}^n t_i^{x,a}, \quad (7.68)$$

где  $\sum_{i=1}^n t_i^{ro,a}$ ,  $\sum_{i=1}^r t_i^{do,a}$ ,  $\sum_{i=1}^n t_i^{x,a}$  – продолжительность технологических операций с автомобилями на региональном пункте маршрута перевозки, по оформлению документов на автомобильную отправку и нахождения груза на участке автомобильной дороги на региональной части маршрута, ч.

Продолжительность следования груза в магистральном движении автомобилей

$$T_{Q_{s-m}}^a = \sum_{i=1}^n t_i^{nra} + \sum_{i=1}^n t_i^{ptm} + \sum_{i=1}^n t_i^{y,a} + \sum_{i=1}^n t_i^{x,a} + \sum_{i=1}^m t_i^{pk,a} + \sum_{i=1}^r t_i^{tk,a}, \quad (7.69)$$

где  $\sum_{i=1}^n t_i^{nra}$  – продолжительность погрузки экспортных грузов из автомобиля

на складе внутреннего пункта таможенного оформления, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{ptm}$  – затраты

времени на выполнение операций по затаможиванию грузов в региональной таможне, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{x,a}$  – время перевозки экспортного груза по участкам ав-

томобильных дорог, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{pk,a}$ ,  $\sum_{i=1}^r t_i^{tk,a}$  – продолжительность пограничного администрирования транспортных средств и перевозимых грузов, ч;



– тонно-километры нетто – сумма произведений объема экспортного груза  $\sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_i-s_k}^a)_k$  на протяженность участков следования автомобилей с ним  $L_{m_k-s_k}^a$ :

$$G_a^3 = \sum_{i=1}^k (p_{m_i-s_k}^a L_{m_k-s_k}^a)_i; \quad (7.70)$$

– тонно-километры брутто – определяются прибавлением к полученному грузообороту произведения массы тары автомобиля (автопоезда) на общую протяженность маршрута его следования от пункта погрузки до государственной границы:

$$G_a^{6p} = G_{m-s}^3 + \sum (n_{m-s}^a q_a^0 L_{m_k-s_k}^a)_i; \quad (7.71)$$

– тонно-часы – определяются как произведение объема перевезенного экспортного груза в тоннах на общую продолжительность его перевозки по маршруту его следования, т. е.

$$T_{Q_a}^3 = \sum (p_{m_i-s_k}^a T_{Q_{m-s}^a}^a)_i; \quad (7.72)$$

– автомобиле-часы определяются как произведение количества автомобилей, используемых для перевозок экспортных грузов на общую продолжительность перевозки по маршруту следования экспортного груза по автомобильной дороге в пределах государства:

$$T_{n_a}^3 = \sum (n_{m-s}^a T_{Q_{m-s}^a}^a)_i; \quad (7.73)$$

– автомобиле-километры – определяются как произведение количества автомобилей, используемых для перевозок экспортных грузов, на общую протяженность маршрута его автоперевозки в пределах государства

$$L_{n_a}^3 = \sum (n_{m-s}^a L_{m_k-s_k}^a)_i. \quad (7.74)$$

**Интермодальные перевозки экспортных грузов** предусматривают транспортировку всех грузов, отправляемых из государства автомобильным транспортом перевозчика – резидента данного государства, погруженным на железнодорожные платформы на внутренних пунктах таможенного оформления грузов и транспортных средств. Технологическая схема интермодальной перевозки экспортных грузов приведена на рисунке 7.11. По сравнению с железнодорожной в данный вид перевозки дополнительно включены технологические операции выгрузки автомобилей с грузом после прохождения пограничного администрирования транспортных средств и перевозимых грузов на территории иностранного государства.

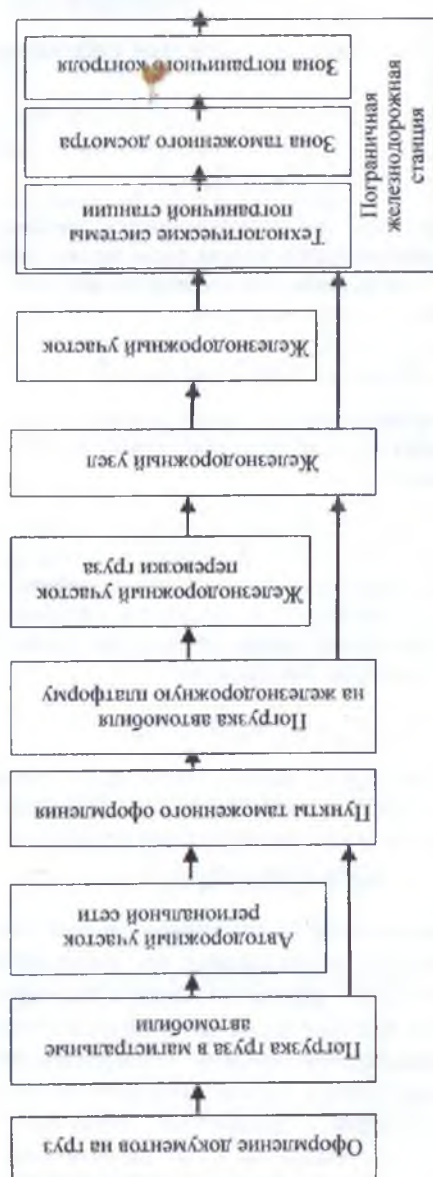


Рисунок 7.11 – Технологическая схема интермодальной перевозки экспортных грузов

В соответствии с приведенной технологической схемой интермодальной перевозки экспортного груза выполняется расчёт показателей:

– протяженность маршрута интермодальной перевозки экспортного груза принимается из варианта железнодорожной перевозки;

– объем перевозок экспортных грузов – сумма корреспонденции экспортных грузов, перевозимых автомобильным и железнодорожным

$$\text{транспортом } Q_{и-м}^3 = \sum_{k=1}^{K_j} (P_{m_i-s_k}^{жл})_k + \sum_{k=1}^{K_j} (P_{m_i-s_k}^a)_k;$$

– суточный объем перевозок грузов в автомобилях – рассчитывается следующим образом:

$$n_{и-м}^a = Q_{и-м}^3 / q_a; \quad (7.75)$$

– продолжительность перевозки экспортного груза – рассчитывается аналогично, как и для железнодорожной перевозки;

– тонно-километры нетто – определяются как сумма произведений массы экспортного груза и тары автомобилей ( $Q_{m_i-s_k}^{\text{нетто}} = Q_{и-м}^3 + q_a^c$ ) на протяженность участка его следования по железной дороге  $L_{m_k-s_k}^{жл}$ ;

– тонно-километры брутто – определяются прибавлением к полученному грузообороту экспортных грузов произведения массы тары вагона на общую протяженность маршрута его следования от внутреннего пункта таможенного оформления:

$$G_{бп}^2 = G_{m_i-s_k}^{\text{нетто}} + \sum_{s=1}^S (q_{\text{ваг}}^0 L_{m_i-s_k}^{жл})_s; \quad (7.76)$$

– тонно-часы – определяются как произведение объема перевезенного экспортного груза в тоннах  $Q_{m_i-s_k}^{\text{нетто}}$ , с учетом тары автомобилей, на общую продолжительность его перевозки по маршруту следования:

$$T_{Q_{m_i-s_k}}^{и-м} = \sum_{s=1}^S (Q_{m_i-s_k}^{\text{нетто}} T_{m_i-s_k})_s; \quad (7.77)$$

– автомобиле-часы – определяются как произведение количества автомобилей, используемых для интермодальных перевозок экспортных грузов, на общую продолжительность перевозки груза, с учетом их простоя на территории внутреннего пункта таможенного оформления:

$$T_{n_{и-м}^a}^3 = \sum_{s=1}^S (n_{и-м}^a T_{m_i-s_k})_s; \quad (7.78)$$

– вагоно-часы – определяются как произведение количества вагонов, используемых для интермодальных перевозок экспортных грузов, на общую продолжительность перевозки по железнодорожной части маршрута перевозки экспортного груза (от станции расположения внутреннего пункта таможенного оформления до заданного пограничного пункта):

$$T_{\text{н-м}}^{\text{жл}} = \sum_{s=1}^S (n_{\text{н-м}}^{\text{жл}} T_{m_j-s_k})_s; \quad (7.79)$$

– вагоно-километры – определяются как произведение количества вагонов, используемых для интермодальных перевозок экспортных грузов, на общую протяжённость маршрута его перевозки

$$L_{\text{н-м}}^{\text{жл}} = \sum_{s=1}^S (n_{\text{н-м}}^{\text{жл}} L_{m_j-s_k}^{\text{жл}})_s. \quad (7.80)$$

В соответствии с условиями (7.22) – (7.24) выбирается вариант выполнения перевозки экспортного груза для реализации.

### 7.3.4 Перевозки грузов во внутриреспубликанском сообщении

При построении технологических схем перевозки грузов во внутриреспубликанском сообщении рассматриваются несколько вариантов:

– по железной дороге: 1) с погрузкой грузов на станциях расположения; 2) с подвозом грузов автомобильным транспортом из региональных пунктов на грузовые пункты в железнодорожные узлы и далее их перевозка по железной дороге; 3) отправление грузов со станций, расположенных на региональной сети;

– по автомобильным дорогам: подвижным составом перевозчика – резидента рассматриваемого государства с использованием автопоездов, в том числе и на региональной сети.

**Железнодорожная перевозка.** Для выполнения расчёта варианта перевозки грузов во внутриреспубликанском сообщении по железной дороге на схему железнодорожной маршрутной сети наносится маршрут следования грузов по кратчайшим расстояниям от пунктов погрузки до пунктов выгрузки. Технологическая схема перевозки грузов железнодорожным транспортом во внутриреспубликанском сообщении приведена на рисунке 7.12. В соответствии с приведенной технологической схемой выполняется расчет следующих оценочных параметров:

– протяженность маршрута следования груза – выбирается сумма протяженностей участков следования груза от пункта отправления до пункта назначения груза по региональной и магистральной сети, т. е.



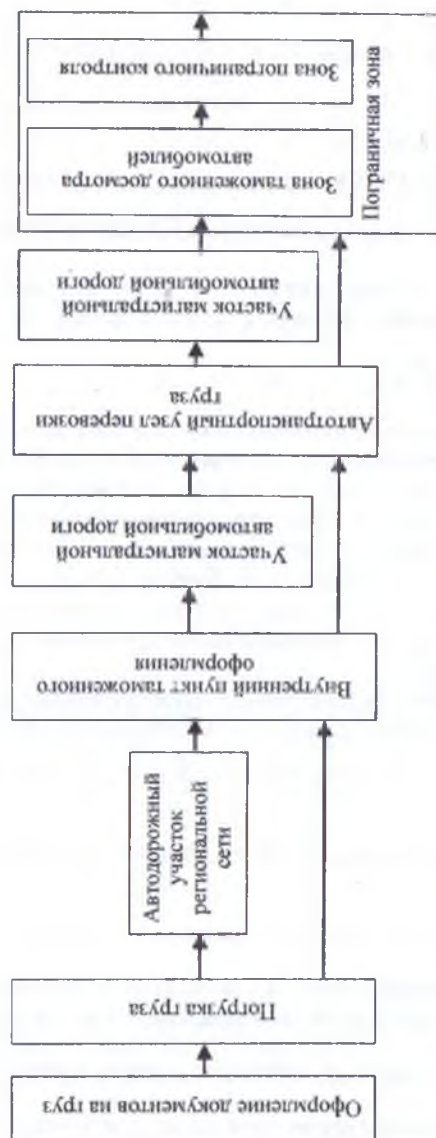


Рисунок 7.12 – Технологическая схема перевозки грузов автомобильным транспортом во внутриреспубликанском сообщении

$$L_{m_p-m_k}^{\text{жд}} = L_{m_p-m_y}^i + L_{m_y-m_k}^{\text{жд}}; \quad L_{m_l-m_y}^{\text{жд}} = \sum_{k=1}^K l_{p-y}^{\text{жд}}; \quad L_{m_p-m_y}^a = \sum_{k=1}^K l_{p-y}^a; \quad L_{m_y-m_k}^{\text{жд}} = \sum_{k=1}^K l_k^{\text{жд}},$$

где  $l_{p-y}^{\text{жд}}$ ,  $l_k^{\text{жд}}$  – протяженности  $k$ -го магистрального и регионального участков железнодорожной сети, км;  $l_{p-y}^a$  – протяженность  $k$ -го регионального участка автодорожной сети, км;

– объем перевозок грузов в тоннах – принимается из корреспонденции перевозки грузов на железнодорожном транспорте  $\sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_p-m_k}^{\text{жд}})_k$ ;

– суточный объем перевозок грузов в вагонах – рассчитывается делением объема перевозок грузов в тоннах на статическую нагрузку

$$\text{вагона: } n_{m_p-m_k}^{\text{жд}} = \sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_p-m_k}^{\text{жд}})_k / q_B;$$

– продолжительность перевозки груза – делится на две части: 1) по региональной сети (до логистического терминала); 2) по магистральной сети. Продолжительность следования груза по региональной сети рассчитывается с учетом условия, что для каждой партии груза в размере повагонной отправки (для пунктов, где есть прямое железнодорожное сообщение) и загрузки автомобиля (для пунктов, которые обслуживаются в смешанном сообщении автомобиль – железная дорога) она принимается одинаковой. Рассчитывается суммарное время прохождения груза на маршруте по региональной сети.

Продолжительность следования груза во внутриреспубликанском сообщении в магистральном движении рассчитывается как сумма величин:

$$T_{Q_{\text{жд}}}^{\text{жд}} = \sum_{i=1}^n t_i^{\text{до жд}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{пг жд}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{у жд}} + \sum_{i=1}^n t_i^{\text{х жд}} + \sum_{i=1}^r t_i^{\text{в г жд}}, \quad (7.81)$$

где  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{до жд}}$  – затраты времени на оформление документов на отправку груза по

железнодорожной дороге и по его прибытии на станцию назначения, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{пг жд}}$  – затраты

времени на погрузку грузов в вагоны, отправляемые во внутригосударственном сообщении в железнодорожных узлах или на станциях перегрузки

груза с автомобильного на железнодорожный транспорт, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{у жд}}$  – затраты

времени на проследование груза во внутригосударственном сообщении по

узлам, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{\text{х жд}}$  – затраты времени на проследование груза во внутригосу-

дарственном сообщении по участкам, ч;

– тонно-километры нетто – сумма произведений объема груза, следующего во внутриреспубликанском сообщении,  $\sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_p-m_k}^{жл})_k$  на суммарную протяженность участка его следования в региональном  $L_{m_p-m_y}^{жл}$  по железной дороге и при перевозке автомобильным транспортом  $L_{m_p-m_y}^a$  на части маршрута от пунктов, не имеющих прямого выхода на железную дорогу, и в магистральном движении  $L_{m_p-m_k}^{жл}$  :

$$G_{жл}^{вгс} = \sum_{i=1}^k \left( p_{m_p-m_k}^{жл} (L_{m_p-m_y}^{жл} + L_{m_p-m_k}^{жл}) \right)_i; \quad (7.82)$$

$$G_a^{вгс} = \sum_{i=1}^k \left( p_{m_p-m_y}^a L_{m_p-m_y}^{жл} \right)_i; \quad (7.83)$$

– тонно-километры брутто – определяются прибавлением к полученному грузообороту произведения массы тары вагона на общую протяженность маршрута его следования:

$$G_{жл}^{бр} = G_{жл}^{вгс} + \sum \left( n_{m_p-m_k}^{жл} q_{ваг}^0 L_{m_p-m_k}^{жл} \right)_i; \quad (7.84)$$

$$G_a^{бр} = G_a^{вгс} + \sum \left( n_{m_p-m_y}^{жл} q_{ваг}^0 L_{m_p-m_y}^{жл} \right)_i^{пр}; \quad (7.85)$$

– тонно-часы – определяются как произведение объема перевезенного груза во внутриреспубликанском сообщении (в тоннах) на общую продолжительность перевозки по маршруту его следования по железнодорожной и автодорожной части:

$$T_{Q_{жл}}^{вгс} = \sum \left( p_{m_p-m_k}^{жл} \left( T_{Q_{m_p-m_y}}^{жл} + T_{Q_{m_p-m_k}}^{жл} \right) \right); \quad (7.86)$$

$$T_{Q_k}^{вгс} = \sum \left( p_{m_p-m_y}^a T_{Q_{m_p-m_y}}^a \right); \quad (7.87)$$

– автомобиле-часы регионального движения – определяются как произведение объема перевезенного груза, отправляемого во внутриреспубликанском сообщении в автомобилях по местным автодорогам на общую продолжительность перевозки по маршруту его следования:

$$T_{n_k}^{вгс} = \sum \left( n_{m_p-m_y}^a T_{Q_{m_p-m_y}}^a \right); \quad (7.88)$$

– вагоно-часы – определяются как произведение количества вагонов, используемых для перевозок грузов, отправляемых во внутриреспубликан-

ском сообщении, на общую продолжительность их перевозки по маршруту следования по железной дороге:

$$T_{n_{\text{жд}}}^{\text{вгс}} = \sum \left( n_{m_p - m_k}^{\text{жд}} \left( T_{Q_{m_p - m_y}}^{\text{жд}} + T_{Q_{m_y - m_k}}^{\text{жд}} \right) \right); \quad (7.89)$$

– автомобиле-километры регионального движения – определяются как произведение количества автомобилей, используемых для перевозок грузов, перевозимых во внутриреспубликанском сообщении, на общую протяженность маршрута его автомобильной перевозки в регионе:

$$L_{n_k}^{\text{вгс}} = \sum (n_{m_p - m_y}^a L_{m_p - m_y}^a); \quad (7.90)$$

– вагоно-километры – определяются как произведение количества вагонов, используемых для перевозок экспортных грузов, на общую протяженность маршрута его железнодорожной перевозки:

$$L_{n_{\text{жд}}}^{\text{вгс}} = \sum (n_{m_p - m_k}^{\text{жд}} (L_{m_p - m_y}^{\text{жд}} + L_{m_y - m_k}^{\text{жд}})). \quad (7.91)$$

**Автомобильная перевозка грузов** во внутриреспубликанском сообщении предусматривает их транспортировку из пункта отправления, расположенного внутри государства, до пункта назначения в этом же государстве без перегрузки. Технологическая схема перевозки таких грузов приведена на рисунке 7.13. В соответствии с приведенной технологической схемой рассчитывают следующие оценочные параметры:

– протяженность маршрута следования груза – выбирается сумма протяженностей участков автомобильных дорог внутри государства для следования груза от пункта отправления до пункта назначения:

$$L_{m_p - m_k}^a = L_{m_p - m_y}^a + L_{m_y - m_k}^a; \quad L_{m_p - m_y}^a = \sum_{k=1}^K l_{m_p - m_y}^a; \quad L_{m_y - m_k}^a = \sum_{k=1}^K l_{m_y - m_k}^a, \quad (7.92)$$

где  $l_{m_p - m_y}^a$ ,  $l_{m_y - m_k}^a$  – протяженность  $k$ -го магистрального и регионального участков автодорожной сети, км;

– объем перевозок грузов в тоннах – принимается из корреспонденции перевозки грузов во внутригосударственном сообщении автомобильным транспортом  $\sum_{k=1}^{K_I} (p_{m_y - m_k}^a)_k$ ;

– суточный объем перевозок грузов в автомобилях – рассчитывается делением объема перевозок грузов в тоннах на грузоподъемность магистрального автомобиля:  $n_{m_y - m_k}^a = \sum_{k=1}^{K_I} (p_{m_y - m_k}^a)_k / q_a$ ;



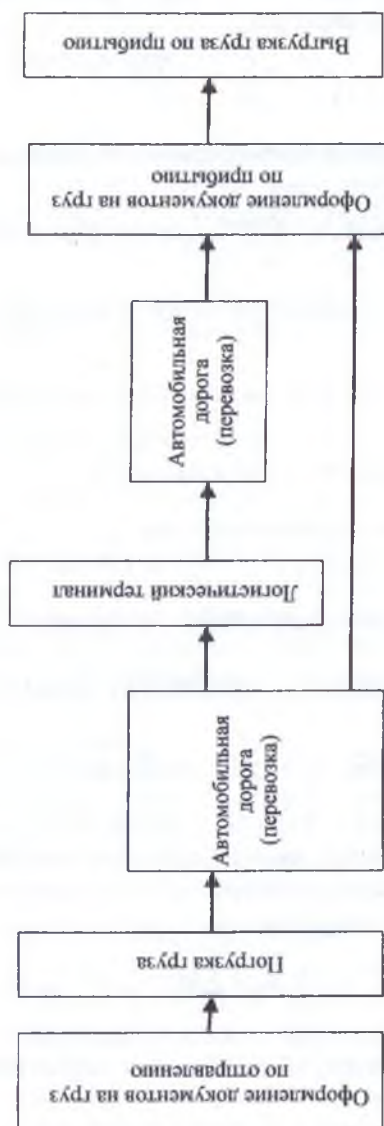


Рисунок 7.13 – Технологическая схема перевозки грузов автомобильным транспортом во внутривнутриканском сообщении

– продолжительность перевозки груза – подлежит рассмотрению перевозка из транспортных узлов и из региональных пунктов автомобилями магистрального движения,

$$T_{Q_{m_p-m_k}}^M = \sum_{i=1}^r t_i^{до.а} + \sum_{i=1}^n t_i^{го.а} + \sum_{i=1}^n t_i^{px.а} + \sum_{i=1}^n t_i^{mx.а} + \sum_{i=1}^n t_i^{y.а}, \quad (7.93)$$

где  $\sum_{i=1}^r t_i^{до.а}$  – продолжительность операций по оформлению документов на

автомобильную отправку, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{го.а}$  – продолжительность грузовых опера-

ций с магистральными автомобилями на региональном пункте, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{px.а}$ ,

$\sum_{i=1}^n t_i^{mx.а}$  – продолжительность нахождения груза на участке автомобильной доро-

ги в региональном и магистральном движении, ч;  $\sum_{i=1}^n t_i^{y.а}$  – продолжительность нахождения груза в автотранспортном узле, ч;

– тонно-километры нетто – сумма произведений объёма груза, перевозимого во внутригосударственном сообщении,  $\sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_y-m_k}^a)_k$  на протяженность участков следования автомобилей с данным грузом  $L_{m_p-m_k}^a$ :

$$G_{m_y-m_k}^M = \sum_{i=1}^I (p_{m_y-m_k}^M L_{m_y-m_k}^M)_i; \quad (7.94)$$

– тонно-километры брутто – определяются прибавлением к полученному грузообороту произведения массы тары магистрального автомобиля (автопоезда) на общую протяженность маршрута его следования от пункта погрузки до пункта выгрузки:

$$G_a^{bp} = G_{m_y-m_k}^M + \sum_{i=1}^I (m_{m_y-m_k}^M q_a^0 L_{m_y-m_k}^M)_i; \quad (7.95)$$

– тонно-часы – определяются как произведение объёма перевезенного груза (в тоннах) во внутригосударственном сообщении на общую продолжительность его перевозки по маршруту следования:

$$T_{Q_a}^M = \sum \left( p_{m_y-m_k}^M T_{Q_{m_p-m_k}}^M \right); \quad (7.96)$$

– автомобиле-часы – определяются как произведение количества автомобилей, используемых для перевозок грузов во внутригосударственном сообщении, на общую продолжительность их перевозки по маршруту следования по автомобильной дороге:

$$T_{n_k}^a = \sum \left( n_{m-s}^a T_{Q_{m-s}^j}^a \right); \quad (7.97)$$

– автомобиле-километры – определяются как произведение количества автомобилей, используемых для перевозок грузов во внутригосударственном сообщении, на общую протяжённость маршрута:

$$L_{n_k}^a = \sum \left( n_{m_y-m_k}^a L_{m_y-m_k}^a \right). \quad (7.98)$$

Выполняется сравнительный анализ полученных результатов и выбирается оптимальный вариант перевозки грузов во внутриреспубликанском сообщении для реализации.

## 7.4 Показатели перевозочного процесса

Эксплуатационные показатели перевозочного процесса распределены следующим образом:

– устанавливаемые Советом Министров Республики Беларусь: объем перевезенного груза количество перевезенных пассажиров;

– отраслевые: количество отправленных тонн груза, грузооборот пассажирооборот удельные затраты ресурсов: топливно-энергетических по видам перевозок (грузовые или пассажирские), трудовых, финансовых на выполнение перевозок; рентабельность использования подвижного состава и ремонтно-технологической базы;

– внутрихозяйственные (для структурных подразделений отрасли): пробеги подвижного состава – общий нулевой период эксплуатации подвижного состава – общий коммерческий.

**Количество перевезенного груза по видам сообщений:**

– во внутригосударственном: для всех видов транспорта принимается сумма тонн отправленного ( $H_m^j$ ) или прибывшего ( $B_m^j$ ) груза:

$$\left( \sum_{j=1}^k P_{\text{вгс}} \right)_j = H_m^j = B_m^j = \sum_{k=1}^K \left( p_{m_j-m_k}^j \right)_k, \quad (7.99)$$

где  $p_{m_j-m_k}^j$  – количество тонн груза погруженного в пункте  $m_j$  назначением на пункт  $m_k$ ;

– в международном: рассчитывается на видах транспорта по собственным методикам: на автомобильном – рассматриваются два варианта: для оценки транспортной работы автоперевозчиков и для оценки использования автодорожной инфраструктуры; на железнодорожном – суммируется

объем перевезенного транзитного груза, отправленного экспортного и прибывшего импортного.

При оценке транспортной работы перевозчиков объем перевезенного груза равен сумме тонн груза, перевезенного в подвижном составе перевозчиков – резидентов данного государства:

$$\sum_{k=1}^K P_k = \sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-m_k}^a)_k + \sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_i-s_k}^a)_k + \sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_{иг}-m_{иг}}^a)_k + \sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-s_k}^a)_k, \quad (7.100)$$

где  $K_i$  – количество национальных перевозчиков, имеющих право выполнять международные автоперевозки;  $p_{s_i-m_k}^a$ ,  $p_{m_i-s_k}^a$  – количество импортных и экспортных тонн груза, перевезенных  $k$ -м национальным перевозчиком;

$\sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_{иг}-m_{иг}}^a)_k$  – количество тонн груза, перевезенных  $k$ -м национальным

перевозчиком на территориях иностранных государств;  $\sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-s_k}^a)_k$  – коли-

чество тонн транзитного груза, перевезенных автоперевозчиками – резидентами данного государства (при фрахтовании подвижного состава национальных перевозчиков третьими странами).

При оценке использования транспортной инфраструктуры:

– на автомобильном транспорте – количество перевезенных тонн грузов включает сумму объема экспортных, импортных и транзитных тонн груза, перевезенных по автодорожной сети государства:

$$\sum_{k=1}^K P_k^{ис} = \sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-m_k}^a)_k + \sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_i-s_k}^a)_k + \sum_{k=1}^{K_i} (p_{m_{иг}-m_{иг}}^a)_k + \sum_{k=1}^{K_i} (p_{s_i-s_k}^a)_k + \sum_{n=1}^{N_i} (p_{s_i-s_k}^a)_n, \quad (7.101)$$

где  $\sum_{n=1}^{N_i} (p_{s_i-s_k}^a)_n$  – количество транзитного груза, перевезенного всеми пере-

возчиками через территорию государства;  $N_i$  – количество автоперевозчиков – нерезидентов данного государства, выполняющих транзитные перевозки через данное государство;

– на железнодорожном транспорте – сумма перевезенного транзитного, отправленного экспортного и прибывшего импортного груза:

$$H_{ис}^{жд} = \sum_{s=1}^{S_i} (h_{s_i-s_k}^{жд})_s + B_{ис}^{жд} + B_{э}^{жд}, \quad (7.102)$$

где  $h_{s_i-s_k}^{жд}$  – количество транзитного груза перевезенного между  $s_i - s_k$  пограничными переходами по железнодорожной сети рассматриваемого государства, т.



**Количество отправленных тонн груза:** объём товара в тоннах, который принят от клиента и оформлен по перевозочным документам, загружен в транспортное средство и отправлен с грузового пункта. По видам сообщений количество отправленного груза рассчитывается следующим образом:

– во внутрисубъектском: сумма отправленных тонн грузов по видам транспорта по всем пунктам рассматриваемого государства в адрес пунктов, расположенных на территории данного государства:

$$P_M^J = \sum_{m=1}^M (P_{m_1-m_k})_m, \quad (7.103)$$

где  $M$  – количество пунктов, включённых в грузовые перевозки во внутригосударственном сообщении;  $P_{m_1-m_k}$  – количество тонн груза, погруженного по  $m$ -му грузовому пункту, т;

– в международном (перевозка экспортных грузов): сумма отправленных тонн экспортных грузов по видам транспорта по всем пунктам рассматриваемого региона в адрес пунктов назначения, расположенных за пределами территории данного государства:

$$P_S^J = \sum_{s=1}^{M_s} (P_{m_k-s_k}^3)_m, \quad (7.104)$$

где  $M_s$  – количество пунктов, включённых в грузовые перевозки в международном сообщении;  $P_{m_k-s_k}^3$  – количество тонн экспортного груза, погруженного по  $m$ -му грузовому пункту, т;  $s$  – количество пунктов пограничного перехода в государстве.

Рассчитывается суммарное отправление груза по всем видам сообщений:

$$P_o^J = P_M^J + P_S^J.$$

**Количество прибывшего груза:** количество тонн груза, поступившего в пункт назначения в поездах, на автомобилях и подлежащего выгрузке. Рассчитывается по видам сообщений:

– во внутрисубъектском: сумма прибывших тонн грузов по видам транспорта в адрес грузополучателей по всем пунктам, расположенным на территории данного государства. Объём прибывших грузов во внутрисубъектском сообщении равен объёму отправленных грузов:  $B_M^J = P_M^J$ ;

– в международном (импорт): сумма прибывших тонн грузов по видам транспорта в адрес пунктов рассматриваемого государства из пунктов отправления, расположенных за пределами государства:

$$B_n^J = \sum_{n=1}^{M_1} (P_{s_k-m_k}^n)_m, \quad (7.105)$$

где  $P_{s_k-m_k}^H$  – количество тонн импортного груза, прибывшего на  $m$ -й грузовой пункт, поступивших по  $s$ -му пограничному переходу,  $t$ ;  $s$  – количество пунктов пограничного перехода в регионе.

Рассчитывается суммарное прибытие груза каждым видом транспорта по региону:  $B_0^j = B_M^j + B_H^j$ .

**Грузооборот** (тонно-километры тарифные) по видам сообщений рассчитывается умножением количества перевезенного груза на соответствующее расстояние между пунктами перевозки:

• на железнодорожном транспорте:

– во *внутригосударственном*: количество отправленного груза в местном сообщении по каждому пункту отправки в тоннах умножается на соответствующее расстояние между пунктами отправления и назначения грузов:

$$G_M^j = \sum_{m=1}^{M_j} \left( p_{m_l-m_k}^j L_{m_l-m_k}^j \right)_m, \quad (7.106)$$

где  $L_{m_l-m_k}^j$  – расстояние, на которое перевозится груз  $j$ -м видом транспорта во *внутригосударственном* сообщении между двумя  $m$  пунктами;

– в *международном*: рассматриваются три структурные составляющие грузооборота:

**ввоз**: перевозка импортных грузов на соответствующее расстояние от пограничного пункта до пункта назначения внутри государства:

$$G_H^{ж.д.} = \sum_{l=1}^m \left( p_{s_k-m_k}^{ж.д.} L_{s_k-m_k}^H \right)_l, \quad (7.107)$$

где  $L_{s_k-m_k}^H$  – расстояние, на которое перевозится импортный груз от  $s$ -го пограничного перехода до  $m$ -го *внутригосударственного* пункта;

**вывоз**: перевозка экспортных грузов на соответствующее расстояние от пункта назначения внутри государства до пограничного пункта:

$$G_s^{ж.д.} = \sum_{l=1}^m \left( p_{m_k-s_k}^{ж.д.} L_{m_k-s_k}^s \right)_l, \quad (7.108)$$

где  $L_{m_k-s_k}^s$  – расстояние, на которое перевозится экспортный груз от  $m$ -го *внутригосударственного* пункта до  $s$ -го пограничного перехода;

**транзит**: перевозка в третьи страны грузов, поступивших по пограничным переходам рассматриваемого государства с использованием транспортной сети, на расстояние между пограничными пунктами:

$$G_{тр}^{ж.д.} = \left( p_{s_k-s_k}^{ж.д.} L_{s_k-s_k}^{тр} \right)_l, \quad (7.109)$$

где  $L_{s_k-s_k}^{тр}$  – расстояние, на которое перевозится транзитный груз между парой пограничных переходов государства.

Суммарный грузооборот в международном сообщении

$$G_{mc}^{ж.д.} = G_n^{ж.д.} + G_z^{ж.д.} + G_{тр}^{ж.д.}; \quad (7.110)$$

• на автомобильном транспорте: грузооборот рассчитывается по двум вариантам:

1) при выполнении оценки транспортной работы перевозчиков

$$G_{mc}^{a.n.} = G_n^a + G_z^a + G_{тр}^a + G_{h_z}^a, \quad (7.111)$$

где  $G_n^a$ ,  $G_z^a$ ,  $G_{тр}^a$  – грузооборот, полученный при выполнении перевозок импортных, экспортных и транзитных грузов автоперевозчиками – резидентами государства;  $G_{h_z}^a$  – грузооборот, полученный при выполнении перевозок грузов на территории иностранных государств автоперевозчиками – резидентами данного государства:

$$G_{Q_{иф}}^a = \sum_{k=1}^{K_j} (p_{m_{иф}-m_{иф}}^a L_{m_{иф}-m_{иф}})_k, \quad (7.112)$$

где  $L_{m_{иф}-m_{иф}}$  – расстояние на территории иностранного государства, на которое выполняется перевозка груза автоперевозчиками – резидентами данного государства;

2) при оценке использования автодорожной инфраструктуры

$$G_{mc}^{a.n.} = G_n^a + G_z^a + \sum_{n=1}^{N_j} (p_{s_1-s_k}^a L_{s_1-s_k})_n, \quad (7.113)$$

где  $L_{s_1-s_k}$  – расстояние перевозки транзитных грузов всеми перевозчиками.

**Суммарный грузооборот на видах транспорта:**

– железнодорожного –

$$G_o^{ж.д.} = G_m^{ж.д.} + G_{mc}^{ж.д.}; \quad (7.114)$$

– автомобильного –

$$G_o^{a.n.} = G_m^{a.n.} + G_{mc}^{a.n.}; \quad (7.115)$$

$$G_o^{a.и.} = G_m^{a.и.} + G_{mc}^{a.и.}; \quad (7.116)$$

Рассчитывается доля объемов грузооборота по каждому виду транспорта и в целом по всем видам транспорта в регионе:

– внутриреспубликанского к международному –

$$\beta_{м/мс}^j = \frac{G_m^j}{G_{mc}^j}; \quad (7.117)$$

– международного к общему –

$$\beta_{мс/о}^{ж.д.} = \frac{G_{mc}^{ж.д.}}{G_o^{ж.д.}}; \quad (7.118)$$

$$\beta_{\text{мс/о}}^{\text{а}} = \frac{G_{\text{мс}}^{\text{а.п}}}{G_{\text{о}}^{\text{а}}}; \quad (7.119)$$

– транзитного к общему –

$$\beta_{\text{тр/о}}^{\text{ж}} = \frac{G_{\text{тр}}^{\text{ж}}}{G_{\text{о}}^{\text{ж}}}. \quad (7.120)$$

Грузонапряжённость транспортной сети – количество тонно-километров нетто, реализованных за год и приходящихся на 1 км сети:

– на железнодорожном транспорте –

$$\Gamma_{\text{о}}^{\text{ж.д}} = \frac{G_{\text{о}}^{\text{ж.д}}}{L_{\text{ж.д}}}; \quad (7.121)$$

– на автомобильном транспорте –

$$\Gamma_{\text{о}}^{\text{а}} = \frac{G_{\text{о}}^{\text{а.п}}}{L_{\text{а}}}; \quad (7.122)$$

– в целом по региону –

$$\Gamma_{\text{о}} = \frac{G_{\text{о}}^{\text{ж.д}} + G_{\text{о}}^{\text{а.п}}}{L_{\text{ж.д}} + L_{\text{а}}}, \quad (7.123)$$

где  $L_{\text{ж.д}}$ ,  $L_{\text{а}}$  – эксплуатационная протяжённость соответственно железнодорожной и автомобильной сети, км.

Средняя дальность перевозок грузов по видам сообщений на видах транспорта рассчитывается следующим образом:

– во внутривнутриреспубликанском –

$$L_{\text{м}}^{\text{ж}} = \frac{G_{\text{м}}^{\text{ж}}}{H_{\text{м}}^{\text{ж}}}; \quad (7.124)$$

– в международном –

$$L_{\text{мс}}^{\text{ж}} = \frac{G_{\text{мс}}^{\text{ж}}}{H_{\text{мс}}^{\text{ж}}}; \quad (7.125)$$

(для автомобильного транспорта данная величина рассчитывается с использованием  $G_{\text{мс}}^{\text{а.п}}$ );

– импортных грузов –

$$L_{\text{и}}^{\text{ж}} = \frac{G_{\text{и}}^{\text{ж}}}{\sum_{k=1}^{K_j} (p_{i_1-m_k}^{\text{а}})_k}; \quad (7.126)$$

– экспортных грузов –



$$L_{\text{з}}^j = \frac{G_{\text{з}}^j}{\sum_{k=1}^{K_1} (p_{m_i-s_k}^a)_k}; \quad (7.127)$$

– транзитных грузов –

$$L_{\text{тр}}^j = \frac{G_{\text{тр}}^j}{\sum_{k=1}^{K_1} (p_{s_i-s_k}^a)_k + \sum_{n=1}^{N_1} (p_{s_i-s_k}^a)_n}; \quad (7.128)$$

– на территории иностранных государств –

$$L_{\text{тр}}^a = \frac{G_{h_k}^a}{\sum_{n=1}^{N_1} (h_{s_n})_n}; \quad (7.129)$$

– в целом по всем видам сообщений –

$$L_{\text{об}}^j = \frac{G_{\text{об}}^j}{H_{\text{об}}^j}. \quad (7.130)$$

Показатели транспортной деятельности при выполнении пассажирских перевозок включают:

- количество отправленных пассажиров;
- количество перевезенных пассажиров;
- пассажирооборот (пассажиро-километры);
- долевое распределение пассажирооборота;
- средняя дальность перевозки 1 пассажира;
- пассажиронапряженность на 1 км протяженности сети.

В данном пособии рассматриваются следующие виды пассажирских сообщений:

– *внутриреспубликанское* – перевозка пассажиров видами транспорта без пересечения государственной границы. Данный вид сообщения включает перевозки в пригородном и местном сообщениях: *пригородное* (региональное – на железнодорожном) – перевозка пассажиров между населёнными пунктами, расположенными внутри государства на расстояние, не превышающее 50 км на автобусном и 150 км – на железнодорожном транспорте; *междугородное* (межрегиональное) – перевозка пассажиров между населёнными пунктами, расположенными внутри государства, на расстояние, превышающее 50 км на автобусном и 150 км – на железнодорожном транспорте;

– *международное* – перевозка пассажиров видами транспорта с пересечением государственной границы.

**Количество отправленных пассажиров** – количество пассажиров, которые обеспечены проездными документами, оформленными на автостанциях или железнодорожных станциях (через сеть интернета), и отправлены

одним из видов транспорта из населенного пункта. По видам сообщения оно рассчитывается следующим образом:

- *внутриреспубликанское*;
- *пригородное* (региональное) –

$$A_{\text{приг}}^j = \sum_{k=1}^K (a_{\text{приг}}^j)_k, \quad (7.131)$$

где  $a_{\text{приг}}^j$  – количество пассажиров, отправленных из  $k$ -го населенного пункта в пригородном сообщении  $j$ -м видом транспорта, чел.;

- *межрегиональное* (междугородное) –

$$A_{\text{м}}^j = \sum_{i=1}^I (a_{m_i-m_k}^j)_i, \quad (7.132)$$

где  $I$  – количество населенных пунктов, включенных в маршрутную сеть местного сообщения;  $a_{m_i-m_k}^j$  – количество пассажиров, отправленных из  $s$ -го населенного пункта во внутриреспубликанском сообщении  $j$ -м видом транспорта, чел.

- *международное* –

$$A_{\text{инт}}^j = \sum_{r=1}^R \left( \sum_{s=1}^S a_{rs}^{\text{инт}} \right)_r, \quad (7.133)$$

где  $R$  – количество населенных пунктов, расположенных в других государствах, в которые отправляются пассажиры из данного государства;  $S$  – количество станций, выполняющих операции по отправлению пассажиров в международном сообщении;  $a_{rs}^{\text{инт}}$  – количество пассажиров, отправленных в международном сообщении, чел.

**Количество перевезенных пассажиров** – количество пассажиров, завершивших поездку видом транспорта по видам сообщений на полигоне рассматриваемой сети:

- *внутриреспубликанское* – количество перевезенных пассажиров равно их количеству, отправленному в межрегиональном и региональном видах сообщения, т. е.

$$F_{\text{вг}}^j = F_{\text{м}}^j + F_{\text{приг}}^j; \quad (7.134)$$

при этом:  $F_{\text{м}}^j = A_{\text{м}}^j$ ,  $F_{\text{приг}}^j = A_{\text{приг}}^j$ .

- *международное*: количество пассажиров, перевезенных в международном сообщении в подвижном составе перевозчиков – резидентов данного государства, т. е.

– *вывод* –

$$F_{\text{выб}}^j = \sum_{s=1}^S (a_{m-s}^j)_s, \quad (7.135)$$

где  $a_{m-s}^j$  — количество пассажиров, прибывших на станции рассматриваемого государства в собственном подвижном составе  $i$ -го перевозчика;

— *транзит* —

$$F_{\text{тр}}^j = \sum_{s=1}^S (a_{s_1-s_k}^j)_s, \quad (7.136)$$

где  $a_{s_1-s_k}^j$  — количество пассажиров, проследовавших транзитом через территорию государства между пограничными пунктами;

— *воз* —

$$F_{\text{вб}}^j = \sum_{s=1}^S (a_{s-m}^j)_s, \quad (7.137)$$

где  $a_{s-m}^j$  — количество пассажиров, отправленных в собственном подвижном составе  $i$ -го перевозчика рассматриваемого государства с пересечением пограничного перехода;

— *на транспортной сети иностранных государств* —

$$F_{\text{иг}}^{j,n} = \sum_{s=1}^S (a_{n_1-n_k}^j)_s, \quad (7.138)$$

где  $a_{n_1-n_k}^j$  — количество пассажиров, перевезенных на территории иностранного государства в собственном подвижном составе перевозчика — резидента данного государства.

Суммарное количество перевезенных пассажиров:

— *для оценки работы перевозчиков государства* —

$$F_{\text{инт}}^{j,n} = F_{\text{выб}}^j + F_{\text{вб}}^j + F_{\text{иг}}^j; \quad (7.139)$$

— *для оценки загрузки транспортной сети государства* —

$$F_{\text{инт}}^{j,n} = F_{\text{выб}}^j + F_{\text{вб}}^j + F_{\text{тр}}^j. \quad (7.140)$$

Пассажирооборот является оценочным измерителем работы вида транспорта в пассажирском движении и измеряется в пассажиро-километрах, оплаченных по установленному тарифу и выполненных по видам сообщения всеми перевозчиками на территории своего государства, и на территориях иностранных государств — собственным пассажирским подвижным составом национальных перевозчиков. По видам сообщений его расчет производится следующим образом:

• *внутриреспубликанское*:

— *пригородное (региональное)* —

$$B_{\text{приг}}^j = \sum_{z=1}^Z \left( a_{\text{приг}}^j L_{\text{приг}}^j \right)_z, \quad (7.141)$$

где  $z$  – количество пригородных (региональных) зон, на которые проданы билеты;  $L_{\text{приг}}^j$  – расстояние, на которое продаётся пригородный билет, км;

– *межрегиональное* (междугороднее) –

$$B_{\text{м}}^j = \sum_{s=1}^S \left( a_{m_1-m_k}^j L_{m_1-m_k}^j \right)_s, \quad (7.142)$$

где  $L_{m_1-m_k}^j$  – расстояние перевозки пассажиров между станциями рассматриваемого государства, км.

Суммарный пассажирооборот, выполненный видами транспорта в государстве:  $B_{\text{м}}^j = B_{\text{приг}}^j + B_{\text{м}}^j$ ;

• *международное* – рассчитывается как произведение расстояний между станциями на количество пассажиров, перевезенных между этими станциями в подвижном составе соответствующего перевозчика:

– *вывоз* –

$$B_{\text{вывоз}}^j = \sum_{s=1}^S \left( a_{m-s}^j L_{m-s}^j \right)_s; \quad (7.143)$$

– *транзит* –

$$B_{\text{тр}}^j = \sum_{s=1}^S \left( a_{s_1-s_k}^j L_{s_1-s_k}^j \right)_s; \quad (7.144)$$

– *ввоз* –

$$B_{\text{вв}}^j = \sum_{s=1}^S \left( a_{s-m}^j L_{s-m}^j \right)_s; \quad (7.145)$$

– *на транспортной сети иностранных государств* –

$$B_{\text{ин}}^{j,n} = \sum_{s=1}^S \left( a_{n_1-n_k}^j L_{n_1-n_k}^j \right)_s, \quad (7.146)$$

где  $L_{m-s}^j$  – расстояние перевозки пассажиров между населенными пунктами, расположенными внутри государства, и пограничными пунктами;  $L_{s_1-s_k}^j$  – расстояние перевозки пассажиров между пограничными пунктами государства;  $L_{s-m}^j$  – расстояние перевозки пассажира от пограничного пункта до населенного пункта, расположенного внутри государства;  $L_{n_1-n_k}^j$  – расстояние перевозки пассажиров между населёнными пунктами, расположенными на территории иностранного государства.

Суммарный объем пассажирооборота, выполненного видом транспорта в международном сообщении:



– при оценке работы перевозчиков –

$$B_{\text{инт}}^{j, \text{п}} = B_{\text{вв}}^j + B_{\text{выв}}^j + B_{\text{иг}}^j, \quad (7.147)$$

– при оценке загрузки транспортной сети –

$$B_{\text{инт}}^{j, \text{н}} = B_{\text{вв}}^j + B_{\text{выв}}^j + B_{\text{тр}}^j, \quad (7.148)$$

Суммарный объем пассажирооборота, выполненного видом транспорта:

– при оценке работы перевозчиков –

$$B_o^{j, \text{п}} = B_{\text{вг}}^j + B_{\text{инт}}^{j, \text{п}}, \quad (7.149)$$

– при оценке загрузки транспортной сети –

$$B_o^{j, \text{н}} = B_{\text{вг}}^j + B_{\text{инт}}^{j, \text{н}}. \quad (7.150)$$

Долевое распределение пассажирооборота по видам сообщений:

– внутриреспубликанского к общему –

$$\rho_{\text{вг/о}}^j = \frac{B_{\text{вг}}^j}{B_o^{j, \text{п}}}; \quad (7.151)$$

– местного к внутриреспубликанскому –

$$\rho_{\text{м/вг}}^j = \frac{B_{\text{м}}^j}{B_{\text{вг}}^j}; \quad (7.152)$$

– пригородного (регионального) к внутриреспубликанскому –

$$\rho_{\text{приг/вг}}^j = \frac{B_{\text{приг}}^j}{B_{\text{вг}}^j}; \quad (7.153)$$

– международного к общему –

$$\rho_{\text{инт/о}}^j = \frac{B_{\text{инт}}^{j, \text{п}}}{B_o^{j, \text{п}}}; \quad (7.154)$$

– транзитного к международному –

$$\rho_{\text{тр/инт}}^j = \frac{B_{\text{тр}}^j}{B_{\text{инт}}^{j, \text{п}}}; \quad (7.155)$$

– выполненного на транспортной сети иностранного государства к международному –

$$\rho_{\text{иг/инт}}^j = \frac{B_{\text{иг}}^j}{B_{\text{инт}}^{j, \text{п}}}. \quad (7.156)$$

Средняя дальность перевозки пассажиров:

– во внутриреспубликанском сообщении:

– в целом –

$$L'_{\text{вг}} = \frac{B'_{\text{вг}}}{F'_{\text{вг}}}; \quad (7.157)$$

– пригородном (региональном) –

$$L'_{\text{приг}} = \frac{B'_{\text{приг}}}{F'_{\text{приг}}}; \quad (7.158)$$

– межрегиональном (междугороднем) –

$$L'_m = \frac{B'_m}{F'_m}; \quad (7.159)$$

– в международном сообщении:

– в целом –

$$L'_{\text{инт}} = \frac{B'^n_{\text{инт}}}{F'^n_{\text{инт}}}; \quad (7.160)$$

– при выполнении ввоза –

$$L'_{\text{вв}} = \frac{B'_{\text{вв}}}{F'^n_{\text{вв}}}; \quad (7.161)$$

– при выполнении вывоза –

$$L'_{\text{выв}} = \frac{B'_{\text{выв}}}{F'^n_{\text{выв}}}; \quad (7.162)$$

– транзитном –

$$L'_{\text{выв}} = \frac{B'_{\text{выв}}}{F'^n_{\text{выв}}}; \quad (7.163)$$

– при выполнении перевозок на территории иностранных государств –

$$L'_{\text{иг}} = \frac{B'_{\text{иг}}}{F'^n_{\text{иг}}}. \quad (7.164)$$

**Пассажиронапряженность сети** – количество пассажиро-километров, приходящихся на один километр транспортной сети, используемой для пассажирских перевозок:

$$\varepsilon_j = \frac{B'_o}{L'_o}. \quad (7.165)$$

---

## 8 ОСНОВЫ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ И МАРКЕТИНГА

---

### 8.1 Транспортно-экспедиционное обслуживание

**В**ыполнение перевозок грузов магистральным автомобильным транспортом предусматривает в начальных и конечных пунктах или в пунктах перегрузки грузов с одного вида транспорта на другой выполнение вспомогательных операций по оформлению перевозочных документов, заводу и вывозу груза, погрузки и выгрузки, оказанию информационных, страховых, таможенных и других услуг грузовладельцам, которые называют **транспортно-экспедиционным обслуживанием**. Его обычно выполняют либо сами грузовладельцы, либо специализированные экспедиторские организации, входящие в структуры магистрального транспорта, или являющиеся самостоятельными акционерными либо частными организациями. Транспортно-экспедиционные операции тесно связаны с перевозочным процессом, ими начинается и завершается процесс перевозки грузов от склада отправителя до склада получателя, поэтому они представляют в определенной мере культуру грузовой работы транспорта, уровень качества транспортного обслуживания клиентуры. Организации, выполняющие транспортно-экспедиционное обслуживание, по существу, являются посредниками между транспортом и грузовладельцами.

На автомобильном транспорте транспортно-экспедиционное обслуживание выполняют, в том числе, сами автотранспортные организации, доставляя грузы по схеме «от двери до двери». Эти предприятия выполняют также работу по централизованному заводу грузов на железнодорожные станции по отправлению и вывозу их по прибытию. Экспедиционная деятельность посредников в тесном взаимодействии с магистральным транспортом обеспечивает комплексность и заметное повышение качества транспортного обслуживания, ускорение доставки грузов, эффективность сферы материального обращения и производства, создает условия снижения транспортной составляющей в стоимости экспортных грузов, что делает их более конкурентоспособными на мировом рынке. Однако в практической деятельности в области транспортно-экспедиционного обслуживания не создана система эффективного посредничества. Существующие многочисленные самостоятельные экспедиторские организации часто могут оказывать одну-две услуги, не обеспечивая комплексность услуг и гарантию качества их выполнения из-за ограниченности имеющихся у них ресурсов.

При наличии посредников, выполняющих две – три самостоятельные функции, отправителям грузов, следующих между континентами, приходится обращаться к нескольким экспедиторским организациям. В результате завышается стоимость этих услуг, замедляются сроки организации и выполнения перевозок, ухудшается имидж соответствующего вида транспорта и страны. Организационно-правовая форма деятельности таких посреднических организаций в достаточной степени не отлажена, а государственное регулирование таких услуг, выполняемое через систему сертификации и лицензирование, является недостаточным и затратным.

Несмотря на наличие собственного сервиса экспедиционных услуг на многих видах транспорта, которые создают конкуренцию на рынке транспортных услуг, проводят маркетинговые исследования, освобождают крупные транспортные предприятия от иногда обременительной вспомогательной работы с многочисленными клиентами, позволяя им сосредоточить основные усилия на организации эффективного перевозочного процесса. Особенно необходима экспедиционная деятельность при выполнении смешанных перевозок и в международных сообщениях с использованием морского и авиационного транспорта. При этом экспедиторские организации обеспечивают защиту интересов потребителей транспортных услуг, снижение их транспортных затрат за счет одновременного обслуживания многих клиентов без их прямого участия, которое было бы необходимым и дорогостоящим (содержание транспортных цехов, персонала, затраты на его командировки) при отсутствии посредника.

Выполняя по доверенности и от имени грузовладельцев весь комплекс работ, связанных с отправлением и получением грузов, организацией таможенно-пограничных и финансовых процедур, специализированное экспедиторское предприятие принимает на себя функции организатора транспортного процесса. Осуществление таких сопутствующих перевозочному процессу операций и услуг позволяет экспедиторам непосредственно влиять на эффективность работы отправителей, получателей и транспортных коммуникаций.

Необходимость в транспортном экспедировании грузов обусловлена тем, что грузы не могут транспортироваться без сопутствующих перевозочному процессу вспомогательных работ, которые выполняются на всем пути следования грузов от отправителя до получателя. Такие работы могут выполняться как непосредственно грузовладельцами, так и специализированной организацией. В последнем случае имеет место транспортно-экспедиционное обслуживание (ТЭО). В наиболее общем смысле под ТЭО организаций промышленности и сельского хозяйства следует понимать деятельность специализированных организаций, связанную с перевозкой грузов и выполнением вспомогательных работ по поручению грузоотправителей и грузополучателей. ТЭО включает в себя выполнение транспортно-экспедиторских операций и услуг. *Транспортно-экспедиционной операцией* называется элементарное,



законченное, периодически повторяющееся действие, обеспечивающее ТЭО. Наряду с операциями можно выделить *транспортно-экспедиционные услуги*, под которыми понимаются отдельные операции или группа операций, непосредственно направленных на удовлетворение определенной потребности предприятия народного хозяйства в транспортной экспедиции [33].

*Транспортное обслуживание* – деятельность, связанная с перемещением грузов в пространстве и во времени, которая направлена на осуществление перевозок грузов, погрузочно-разгрузочных и складских работ на всем протяжении от грузоотправителей до железнодорожных станций (портов, аэропортов) и от них – до грузополучателей при доставке грузов по транспортным узлам, а также от грузоотправителей до грузополучателей в прямых автомобильных перевозках.

*Экспедиционное обслуживание* – деятельность, обеспечивающая своевременную и качественную доставку грузов. Оно включает экспедиционные услуги, организационные операции и операции, связанные с перемещением грузов. Экспедиционные услуги включают подготовку грузов и подвижного состава к перевозкам (приведение в транспортальное состояние, маркировку, выделение контейнеров и поддонов, взвешивание); проведение расчетов и оформление транспортной документации (раскредитование и нивирование товарно-транспортных накладных, их доставка клиентуре, ведение учетных карточек, расчеты с железнодорожными станциями и заполнение документов на перевозку).

Организационные операции связаны с обеспечением ТЭО и координацией работы подразделений транспортных узлов, грузоотправителей, грузополучателей и автотранспортных организаций, взаимодействующих в процессе доставки грузов. Они предусматривают выработку оптимальных управляющих воздействий исходя из учета возможностей всех взаимодействующих подразделений и обеспечения необходимой информацией о времени и порядке проведения основных работ, а также выбор рационального вида магистрального транспорта (железнодорожного, водного, автомобильного, воздушного) для осуществления перевозок.

Экспедиционное обслуживание включает в себя также операции, непосредственно связанные с перемещением грузов. Основными из них являются приемо-сдаточные операции и экспедирование (сопровождение и охрана) грузов. ТЭО характеризуется также объемом работ, который по каждой из функций представляется соответствующим показателем. Так, объем перевозочной работы может быть измерен в тонно-километрах, объем погрузочно-разгрузочных работ – в тонно-операциях, объем складской работы – в тонно-сутках хранения, а экспедиционное обслуживание наиболее целесообразно измерять трудозатратами на выполнение операций и услуг, т. е. в человеко-часах (человеко-минутах).

Разновидности ТЭО характеризуются видами автомобильных перевозок и перечнем выполняемых для грузоотправителей и грузополучателей услуг. По первому фактору можно выделить два основных вида автомобильных перевозок, при которых возникает необходимость в ТЭО: междугородные перевозки и завоз (вывоз) грузов в транспортные узлы. По второму фактору выделяется информационная составляющая (указание местоположение груза, запреты на его перемещение и т. д.).

Транспортно-экспедиционное обслуживание при *междугородных перевозках* грузов включает прием, погрузку или разгрузку грузов, подгруппировку по пунктам назначения на автостанциях, оформление документов, перевозку и сопровождение к месту назначения, информирование клиентуры о прибытии к ней груза и некоторые другие операции.

Транспортно-экспедиционное обслуживание в *сельской местности* имеет свои специфические особенности, связанные с сезонностью сельскохозяйственных работ, сложными дорожными условиями и необходимостью срочной доставки продукции в пункты переработки и хранения.

При *международных перевозках* грузов, по сравнению с междугородными, дополнительно выполняются операции и услуги таможенно-пограничного сервиса.

Транспортно-экспедиционное обслуживание при *завозе и вывозе грузов с транспортных узлов*. ТЭО осуществляется с выполнением как относительно простого, так и достаточно сложного комплекса транспортно-экспедиторских операций и услуг в зависимости от конкретных условий. ТЭО при перевозке грузов с баз материально-технического снабжения заключается в их транспортировке и выполнении некоторых технологических операций (прием и сдача груза, оформление товарно-транспортных накладных). Погрузочно-разгрузочные и складские работы осуществляются, как правило, средствами баз. Поэтому такая разновидность транспортной экспедиции максимально приближается к форме организации централизованных перевозок.

Наиболее сложным видом ТЭО является обслуживание при *завозе и вывозе грузов с железнодорожных станций, речных и морских портов, аэропортов*. В этом случае наличие транспортных узлов, взаимодействующих с автомобильным транспортом, и многочисленной клиентуры, характеризующейся различными потребностями в ТЭО, структурой и видами перевозимых грузов, приводит к усложнению процессов управления транспортной экспедицией. В методических рекомендациях [33] приведена схема эталонного транспортно-экспедиционного обслуживания.

Анализ разновидностей транспортной экспедиции позволил выделить шесть основных форм ее организации при доставке грузов на железнодорожные станции:

– *децентрализованная* – завоз и вывоз грузов с железнодорожных станций и все вспомогательные операции выполняются непосредственно грузоотправителями и грузополучателями;

– *автомобильно-железнодорожная* – централизованный завоз и вывоз грузов со станции, их сопровождение, прием и сдача выполняются АТП, а другие экспедиционные операции – железнодорожными станциями;

– *использование автомобильного транспорта общего пользования*: централизованный завоз и вывоз грузов с транспортных узлов и экспедиционное обслуживание клиентуры выполняются организациями автомобильного транспорта общего пользования;

– *выполнение экспедиторских услуг* организациями автомобильного транспорта общего пользования, а также технологических операций по заводу-вывозу грузов и погрузочно-разгрузочных операций;

– *выполнение складских операций*, наряду с технологических операций по заводу-вывозу грузов и погрузочно-разгрузочных операций организациями автомобильного транспорта;

– *комплексное обслуживание клиентуры* организациями автомобильного транспорта общего пользования, соответствующее эталонному ТЭО.

Для развития национальной системы транспортно-экспедиционного обслуживания полезно использовать международный опыт по данному направлению транспортной деятельности.

*Российская Федерация.* Создана некоммерческая «Гильдия экспедиторов», которая образована на принципах добровольного объединения организаций, юридических и физических лиц, оказывающих экспедиторские услуги на транспорте, для координации и развития их транспортно-экспедиционной деятельности. Финансовую основу работы «Гильдии экспедиторов» составляют членские взносы, размер и сроки внесения которых определяет общее собрание. Главный предмет деятельности «Гильдии» – оказание содействия ее членам в осуществлении и развитии экспедиторской деятельности, а также привлечение внимания общественности и органов исполнительной и законодательной власти к проблемам транспорта и транспортно-экспедиторского обслуживания потребителей транспортных услуг. При этом имеется в виду реальная взаимопомощь экспедиторов-предпринимателей друг другу и сообществу экспедиторов в целом.

*Польша.* Транспортно-экспедиционная деятельность осуществляется Общепольской экспедицией (ПСК), подчиненной Управлению автомобильного транспорта Министерства путей сообщения Польши. Основные функции ПСК: заключение договоров с перевозчиками на перевозку грузов, организация перевозок контейнерных и мелкопартионных грузов автомобильным и частично железнодорожным транспортом, выполнение погрузочно-разгрузочных и складских операций, информирование клиентуры, построение тарифов, координация планов перевозок. В каждом воеводстве ПСК имеет хозяйственные отделы, которые организуют доставку грузов, как в местном сообщении, так и между воеводствами.



*Болгария.* Транспортно-экспедиционное обслуживание остается прерогативой государственного хозрасчетного объединения «Транспед». В структуру этого объединения входят четыре службы: экспедиторская, контейнерная, планирования и координирования и экономическая. «Транспеду» подчинены экспедиторские предприятия, специализированные на перевозке грузов внутри страны и на международных перевозках.

*Чехия.* Сформирована районная система перевозок грузов мелкими отправлениями. Вся территория страны разделена на районы, в каждом из которых отправителей и получателей грузов обслуживает районная экспедиция. Она организует подвоз грузов автомобилями от грузоотправителей на районные железнодорожные станции, передачу грузов железнодорожному транспорту и их доставку на склад получателя.

*Германия.* Из-за больших грузопотоков автомобильного транспорта во внутренних автомобильных сообщениях используется общегосударственная транспортная экспедиция (акционерная), охватывающая все виды грузовых перевозок. При перевозках грузов некоторые функции по транспортно-экспедиционному обслуживанию выполняются центральными диспетчерскими службами организации работы автомобильного транспорта. Эти службы создаются в каждой из федеральных земель (округов) страны. Функции по выполнению транспортно-экспедиционных операций возложены на специализированную хозрасчетную организацию, которая является подразделением АО «Deutsche Bahn» и располагает сетью отделений, центральными и экспедиторскими складами, несколькими морскими паромами и частью береговой инфраструктуры.

*Украина.* Выделены специализированные экспедиторские предприятия с развитой инфраструктурой транспортной логистики, собственными транспортными средствами и работающие в международных транспортных системах.

*Франция.* С учетом передачи значительной части грузовых перевозок с железной дороги на автомобильный транспорт представляет интерес работа крупнейшей национальной автотранспортной фирмы «Франс-экспресс», специализирующейся на доставке грузов в гарантированные сроки (в пределах одного департамента – два раза в день (утром и вечером), а в соседние департаменты – на следующий день). Для этой формы характерно разумное сочетание централизации управления экспедиторской деятельностью с самостоятельностью подразделений:

- использование широкой сети диспетчерских пунктов, расположенных не только во всех районах, но и у крупных клиентов; гарантированности обслуживания по объемам и срокам доставки грузов;
- выполнение для обслуживаемой клиентуры погрузочно-разгрузочных и складских работ собственными силами;
- применение автоматизированных систем сбора и обработки данных о расположении грузов и местонахождении транспортных средств;



– включение в перечень оказываемых услуг выбора оптимального вида транспорта и схемы доставки грузов;

– переход на тарифы, стимулирующие перевозки крупных партий грузов и позволяющие получать транспортно-экспедиторским организациям прибыль за счет оптимизации транспортировки грузов; доставка грузов через распределительные центры (терминалы), в том числе принятие ими на себя функций распределения грузов и установления размеров оптимальных партий.

Большинство экспедиторских предприятий, занимаясь переработкой и хранением грузов, имеет хорошо оснащенные склады – *терминалы*. К числу наиболее общих операций и услуг относятся: перегрузка грузов с одного вида транспорта на другой, погрузочно-разгрузочные работы у клиентов, складская переработка и хранение грузов, платежно-расчетные операции, а при необходимости – таможенные формальности, контроль за перемещением грузов. Одной из главных задач таких транспортных организаций являлся выбор наиболее рационального вида транспорта в зависимости от сроков доставки грузов, тарифов и других факторов.

Одним из эффективных направлений улучшения хранения и подготовки грузов к перевозкам является создание в составе транспортно-экспедиторских организаций – *распределительных центров*, которые представляют собой комплекс зданий и устройств, обеспечивающих переработку, комплектацию и хранение грузов. В зависимости от конкретных условий центрами выполняются другие функции.

Заслуживает также внимания опыт работы зарубежных транспортно-экспедиторских фирм по расширению своих традиционных функций за счет выполнения специфических операций, гарантирующих заказчику наиболее экономичный вариант доставки грузов (например, доставка грузов потребителям оптимальными партиями и в гарантированные сроки и др.). Развитие в рамках экспедиторской деятельности на транспорте, терминально-распределительной системы и единого контейнерного парка, а также создание более гибкой дифференцированной сети тарифных плат за перевозки и оказание экспедиционных услуг позволит полнее удовлетворять потребности клиентов в комплексном транспортно-экспедиционном обслуживании.

## 8.2 Транспортная логистика

Транспортная логистика имеет два аспекта:

1) производственную сферу экономики, основанную на четком взаимодействии спроса, производства, транспорта и распределения продукции с учетом конъюнктуры рынка;

2) научное направление, целью которого является разработка методов управления материальными и информационными потоками для удовле-

творения спроса в процессе доставки продукции от производителя до потребителя (принцип доставки «от двери до двери»).

Основной принцип транспортной логистики заключается в минимизации денежных затрат, ресурсов и запасов сырья, топлива и готовой продукции у потребителя в тесной увязке с процессом транспортировки. Транспортная деятельность имеет непосредственное отношение к работе производителей, потребителей и рынка, т. е. является частью глобальной логистической системы, не замыкающейся только в сфере транспорта. Развитие транспортной логистики основывается на соединении экономических интересов отправителя, транспортного предприятия и получателя на базе создания комплексных транспортно-технологических систем с учетом кооперированного использования технических средств, оборудования и др.

Основной целью транспортной логистики является организация доставки товаров в заданные пункты точно в срок при минимальных затратах ресурсов. Основными элементами транспортной логистики являются транспортировка товаров, их складирование, погрузка и выгрузка, упаковка и поддержание товарно-материальных запасов, т. е. практически вся сфера обращения. Доставка топлива, сырья, материалов и готовой продукции «точно в срок» (необязательно ускорение) оказывает благоприятное влияние на функционирование всей производственно-экономической системы, позволяет существенно сократить запасы на складах потребителей. Логистика товародвижения работает практически по своим конечным целям, в полной мере на потребителя товаров и услуг.

При разработке логистических систем учитывают следующие принципы:

- системный подход, интегрирующий взаимодействие всех элементов системы, включая технологические, экономические, экологические и социальные;

- учет совокупности издержек по всей логистической цепочке с ориентацией на рынок и обеспечение экономической заинтересованности между участниками системы;

- гибкость и надежность логистической схемы, способность адаптации маршрутов доставки грузов к случайным, быстроменяющимся условиям функционирования внешней среды;

- высокое качество и обеспечение устойчивости сервисных услуг, учет интересов потребителей.

Конечная цель функционирования логистических систем (ЛС) заключается в обеспечении интересов потребителей и получении ожидаемой прибыли всеми участниками этого процесса. При этом любая ЛС должна быть эффективна и на макроуровне, т. е. внедрение какой-либо логистической системы

на одном предприятии или в одной отрасли не должно отрицательно повлиять на другие производственно-экономические системы. В глобальном плане эффективность макрологистики обеспечивается только тогда, когда она дает прирост национального дохода. На *макроуровне* логистика формируется на уровне государства, межгосударственных, межрайонных, межреспубликанских связей, на *микроуровне* – создается на уровне организаций и является подсистемой макрологистической системы.

Необходимость логистического подхода в практике хозяйственной деятельности обусловлена, прежде всего, переходом от рынка продавца к рынку покупателя, который заставляет производственные (распределительные) торговые системы гибко реагировать на быстро меняющиеся приоритеты потребителей. В соответствии с концепцией логистики построение внутрипроизводственных логистических систем должно обеспечивать возможность постоянного согласования и взаимной корректировки планов и действий снабженческих, производственных и сбытовых звеньев внутри предприятия.

Транспортная логистика базируется на концепции интеграции транспорта, снабжения, производства и сбыта. В процессе развития логистики традиционные задачи по раздельной оптимизации величины поставок и схем маршрутов, размещения и размера складов уступили место поиску оптимальных решений в целом по всему процессу движения материального потока в сфере обращения и производства по критерию минимума суммарных затрат на транспортировку, снабжение, производство и сбыт.

#### **Семь правил логистики:**

**ПРОДУКТ** или **ОБЪЕКТ** (СУБЪЕКТ) – нужный продукт, соответствующий объект (субъект);

**КАЧЕСТВО** – соответствующее качество;

**КОЛИЧЕСТВО** – необходимое количество;

**ВРЕМЯ** – заданные сроки доставки;

**МЕСТО** – заранее оговоренный пункт доставки;

**ЗАТРАТЫ** – минимальные затраты на транспортировку;

**ПОТРЕБИТЕЛЬ** – потребитель логистических услуг.

Логистика тесно связана с маркетингом на транспорте по следующим факторам:

– маркетинг – научное направление, способствующее достижению целей транспортной организации через наиболее полное удовлетворение потребностей покупателей. Он отслеживает и определяет возникший спрос, отвечает на вопросы: какой товар или услуга нужны, где, когда в каком количестве, какого качества;

– логистика – научно-практическое направление, основной целью которого является оптимизация управления транспортными потоками.



**Маркетинг и логистика отличаются:**

- объектом исследования: *маркетинг* – рынки, конъюнктура конкретных товаров и услуг; *логистика* – материальные потоки, циркулирующие на этих рынках;
- предметом исследования: *маркетинг* – оптимизация рыночного поведения по реализации товаров и услуг; *логистика* – оптимизация процессами управления транспортными потоками;
- методом исследования: *маркетинг* – исследование конъюнктуры рынка; *логистика* – системный подход к созданию материалопроводящих цепей, экономических систем на транспорте;
- итоговым результатом: *маркетинг* – разработка и рекомендации по реализации производственно-сбытовой стратегии организации (какие товары и услуги производить, на какие рынки, какого качества и в какие сроки); *логистика* – проекты транспортных систем, соответствующие целям: нужный товар в необходимом количестве, необходимого качества, в нужном месте, в нужное время с минимальными затратами.

**Концепция транспортной логистики предусматривает:**

- оптимальный выбор каналов распределения – один из наиболее сложных вопросов, с которыми приходится иметь дело организации при доставке товаров или оказании услуг. Актуальность транспортных проблем подтверждается тем, что до 50 % всех затрат на логистику связаны с транспортными издержками;
- проведение в интегрированном виде исследований линейных пробегов движения, технологических циклов приема и отправления, переработки грузов на терминалах и их хранения, выбор варианта с наименьшими расходами, которые определяются на основе принципа «точно в срок»;
- идентификацию каналов распределения, связанную с выбором покупателями потенциальных поставщиков готовых услуг или продукции. Выбор стратегии поставки товаров может осуществляться так же, как и при выработке потребителем стратегии транспортного сервиса с помощью матричной модели по минимуму суммарной стоимости поставки;
- основное назначение логистики в сфере распределения и сбыта, которое состоит в том, чтобы обеспечить планирование подготовки и реализации продукции, контроль за транспортированием сырья, полуфабрикатов и готовой продукции наиболее экономичным способом на основе получения достоверной и своевременной информации в соответствии с требованием заказчика и прежде всего соблюдения принципа доставки «точно в срок».

Дополнительным аспектом проблемы транспортной логистики является исследование циклической природы спроса и вероятностного характера моделей, которые зависят от продолжительности экономического цикла, определяемого циклом бизнеса (в отдельных случаях замыкается недельным



циплом). Задача состоит в том, чтобы определить минимальные издержки при установлении уровня транспортного сервиса, использовании разных логистических систем и при различных уровнях спроса на обслуживание. Сочетание моделей случайного спроса при фиксированной вместимости подвижного состава дает основание применять теорию очередей для эффективного использования в сфере транспортного логистического обслуживания. В отдельных случаях при относительно небольших потоках концентрация вступает в противоречие с принципами логистики, которая отдает беспспорные приоритеты потребителю. Накопление грузов и вагонов, которое сопутствует концентрации, увеличивает время доставки, уровень запасов и уменьшает эффективность от сокращения времени продвижения грузов по железной дороге. Концентрация в этом случае снижает доступность транспорта для его пользователя. Поэтому при определении эффективности концентрации материальных потоков необходимо рассматривать всю логистическую цепь в совокупности от источника материального потока, предприятия, изготавливающего продукцию или добывающего сырье, до непосредственного потребителя продукции.

Основные варианты транспортных связей, определяющие интеграцию технологий, которые используются в системе транспортной логистики, показаны на рисунке 8.1 (штриховыми линиями показаны связи управления).

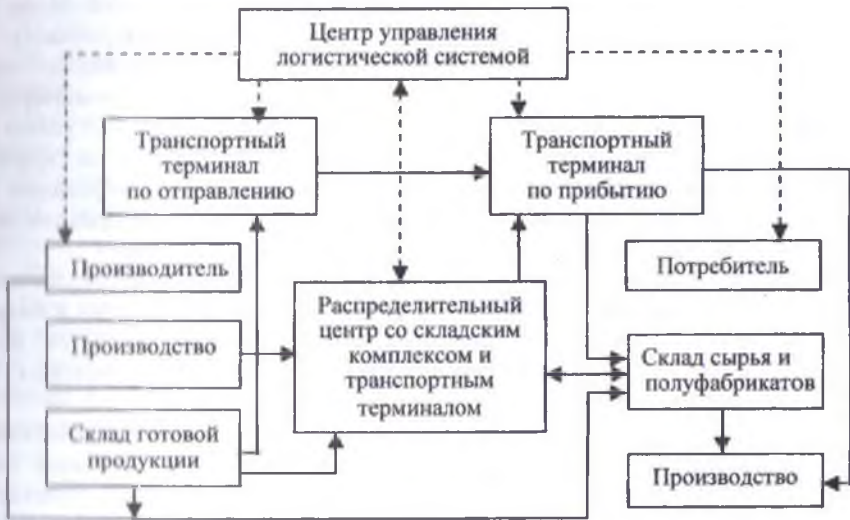


Рисунок 8.1 – Общая схема логистической системы

Классификация транспортных логистических систем выполняется по следующим признакам:

– вид доставки товаров от производителя к потребителю: прямая, с переработкой на транспортных терминалах, с переработкой и хранением в распределительном центре (РЦ);

– вид дисциплины обслуживания: со склада поставщика или РЦ на склад потребителя или РЦ; со склада поставщика или РЦ непосредственно потребителю; с производства поставщика на производство потребителя без складского хранения и переработки (система типа «точно в срок»);

– вид транспортного сообщения: смешанное (использование разных видов транспорта); прямое (автомобильное, железнодорожное, воздушное, водное, морское).

При выборе рациональных транспортных средств в транспортной логистике руководствуются соответствием им свойств перевозимых грузов. В качестве критериев наилучшего выбора принимают сохранность грузов, наилучшее использование вместимости, грузоподъемности и снижение затрат на перевозку. Целям логистики отвечают такие прогрессивные способы перевозок, как пакетные, контейнерные, комбинированные, железнодорожно-автомобильные. В соответствии с основополагающими логистическими принципами доставки грузов по «потребности» уточнение оценки показателей-критериев происходит с учетом продолжительности перевозки без учета срока доставки, если эта перевозка осуществляется между изготовителем и складом потребителя (это время в перевозке заранее «запрограммировано»).

Логистические системы обеспечивают материало- и товародвижение, как правило, грузов высокой стоимости и большой номенклатуры. Первоочередное внимание к таким грузам обусловлено их исключительно важной ролью в экономике развитых в материальном отношении стран. Повышение эффективности материало- и товародвижения достигается за счет унификации и укрупнения грузовых единиц. При прямом сообщении грузы, как правило, перевозятся пакетами, а при смешанном – контейнерами и трейлерами.

Развитие транспортной логистики должно основываться на соединении экономических интересов отправителя, транспортного предприятия и получателя и создании комплексных транспортно-технологических систем, при которых совместно используется транспортное средство клиентуры и транспортных предприятий.

Одним из основных условий успешной работы логистической системы является координация работы транспорта. Удаленные друг от друга поставщики могут успешно использовать системы логистики, взаимодействуя между собой и планируя доставку партий грузов и услуг. Такие поставки получают всё большее распространение и позволяют осуществлять экономичные ежедневные грузовые перевозки. Логистика находит широкое применение также при срочной доставке грузов. Например, при перевозке за-

мороженных грузов и грузов с регулируемой температурой, доставке скоропортящихся продуктов (хлебные изделия, молочные продукты).

По мере развития рыночных отношений, международного разделения труда наблюдается тенденция перехода от региональных к национальным и глобальным логистическим системам.

Цель логистической деятельности считается достигнутой, если все вышеперечисленные правила выполнены, в частности, нужный продукт необходимого уровня качества в необходимом количестве доставлен нужному потребителю в нужное время в нужное место с минимальными затратами.

### 8.3 Выбор вида транспорта для доставки груза

Одним из важных элементов транспортной логистики является процедура выбора вида транспорта для перевозки груза, которая определяется следующими факторами:

- 1) экономическими показателями – уровнем затрат на транспортировку, продолжительностью перевозки и степенью сохранности грузов;
- 2) географическими условиями – наличием того или иного вида сообщения, прохождением международных транспортных коридоров, местом расположения контрагентов сделки;
- 3) характером перевозимых товаров;
- 4) качеством оказываемых транспортных услуг;
- 5) универсальностью или специализацией необходимых транспортных средств;
- 6) уровнем развития экономических взаимоотношений партнеров по поставкам и перевозкам;
- 7) правовым режимом мировой торговли и деятельностью перевозчиков;
- 8) степенью воздействия на окружающую среду, экологической безопасностью;
- 9) условиями исторического развития сообщений и др.

При выборе вида транспорта проводят логический анализ, по результатам которого и принимается решение по менеджменту перевозки. Сравнение различных видов транспорта по некоторым параметрам приведено в таблице 8.1. На основе преимуществ и недостатков различных видов транспорта, рассмотренных в таблице 8.1, в практической деятельности транспортными организациями, занимающимися логистикой грузовых перевозок, используется сравнение видов транспорта по балльной и лингвистической оценкам (таблицы 8.2 и 8.3). Логическим анализом приведенных характеристик и конкретных условий выполнения каждой операции определяют использование тех или иных видов транспорта.



Таблица 8.1 – Сравнительный анализ видов транспорта

Вид	Преимущества	Недостатки
Морской	Низкие издержки. Высокая производительность. Непрерывность работы. Незначительная зависимость от погодных условий. Мобильность в зависимости от спроса. Неограниченная пропускная способность морских путей. Возможность перевозки любых грузов	Относительно низкая скорость. Сравнительно небольшая частота движения. Необходимость тщательной упаковки груза. Ограничение по географическому положению контрагентов. Зависимость от работы портов. Сложность работы в северных районах судоходства
Речной	Высокая провозная способность по рекам. Низкие издержки. Возможность перевозить значительные массы грузов. Возможность перевозок в районах, где нет других средств сообщения	Сезонность работы на большинстве рек мира. Несовпадение естественного расположения речных путей с направлением грузопотоков. Неоднородность судоходных условий на разных реках и на отдельных участках одних и тех же рек. Самая низкая скорость доставки грузов
Железнодорожный	Быстрая доставка на большие расстояния. Независимость от климатических условий. Большая грузоподъемность. Сравнительно низкие тарифы. Способность перевозить широкую номенклатуру грузов	Зависимость от направления железнодорожного пути. Необходимость перевалки грузов. Переформирование составов в пути. Необходимость прочной упаковки грузов
Автомобильный	Высокая маневренность. Возможность концентрации автомобилей там, где возникает спрос. Срочность и регулярность доставки. Современные технологии доставки («от двери до двери», «точно в срок»). Сохранность грузов. Экономичность при перевозках на небольшие расстояния	Зависимость от дорожной сети. Малая грузоподъемность. Высокие тарифы. Ограничения в использовании на большие расстояния
Воздушный	Высокая скорость доставки. Сокращенные (спрямленные) расстояния перевозки. Высокая сохранность груза. Незначительная упаковка. Высокий уровень сервиса. Более низкие страховые затраты (из-за малого времени перевозки)	Высокие тарифы. Зависимость от погодных условий. Жесткие ограничения по размеру и массе груза. Зависимость от работы наземных служб. Удаленность аэропортов от места назначения груза
Грубопродовольный	Независимость от погодных условий. Непрерывность подачи транспортируемого груза. Низкие издержки. Высокий уровень автоматизации	Односторонняя транспортировка. Ограничение по объему груза. Узкая специализация по транспортируемому грузу. Высокая стоимость сооружений



Таблица 8.2 – Ранжирование видов транспорта по основным параметрам

Вид транспорта	Критерий ранжирования					
	I	II	III	IV	V	VI
Железнодорожный	3	4	4	2	2	3
Морской	4	5	5	1	4	1
Речной	4	5	4	2	5	2
Автомобильный	2	2	2	3	1	4
Трубопроводный	5	1	1	5	5	2
Воздушный	1	3	3	4	3	5

Примечание – Принятые параметры ранжирования: I – скорость (продолжительность доставки груза от пункта отправления до пункта назначения); II – частота отправок в сутки; III – надежность (соблюдение графика движения); IV – способность перевозить различные виды грузов; V – доступность к транспортному обслуживанию (количество обслуживаемых географических пунктов); VI – стоимость одного тонно-километра.

Таблица 8.3 – Оценка выбора транспорта по критериям

Критерии выбора	Вид транспорта					
	железнодорожный	морской	речной	автомобильный	трубопроводный	воздушный
Скорость	Средняя	Низкая	Низкая	Высокая	Низкая	Самая высокая
Уровень затрат	Средний	Самый низкий	Низкий	Большой	Низкий	Самый высокий
Номенклатура грузов	Большая	Самая большая	Низкая	Средняя	Самая малая	Малая
Виды товаров	Все виды	Все виды	Все виды	Дорогие, с быстрой доставкой	Жидкие и газообразные	Дорогостоящие. Скоропортящиеся
Количество обслуживаемых рынков	Большое	Ограниченное	Ограниченное	Самое большое	Самое малое	Выше среднего
Надежность доставки	Средняя	Низкая	Низкая	Хорошая	Высокая	Низкая

При оценке значений ранжирования отдельных видов транспорта во внешнеторговом сообщении, подчеркивают их следующее разделение:

- по степени универсальности перевозок наиболее универсальными являются морской и железнодорожный;
- по масштабам международных сообщений – межконтинентальные (морской и воздушный); внутриконтинентальные и региональные (все остальные виды транспорта);
- по скорости доставки наиболее эффективны воздушный и, в определенной ситуации, – автомобильный;
- по перевозкам отдельных видов грузов, таких как жидкие и газообразные, трубопроводный.

Выбор вида транспорта для доставки груза потребителю можно рассмотреть на **примере** Белорусского металлургического завода (БМЗ, Республика Беларусь).

В логистической транспортной системе предполагается транспортировка 150000 т металлоизделий в течение года от производителя – Белорусского металлургического завода к потребителю – итальянской компании, расположенной в г. Генуе (Италия).

Для выбора вида транспортного средства необходимо изучить свойства и условия, определить варианты маршрутов доставки груза и средства доставки, при которых возможна его транспортировка. Металлоизделия можно транспортировать с участием железнодорожного, автомобильного и морского транспорта.

Доставка груза в Геную может быть осуществлена автомобильным, железнодорожным и морским транспортом. Ввиду того, что объем перевозимого груза составляет 150000 т в год и цена перевозки на автотранспорте является высокой (см. таблицу 8.1, графу «Недостатки»), перевозка автомобильным транспортом не рассматривается. Перевозка по железной дороге также не рассматривается, т.к. сопряжена с определенными трудностями (см. таблицу 8.1, графу «Недостатки»).

По результатам сравнительного анализа видов транспорта (см. таблицу 8.1) и их сравнения по балльной и лингвистической оценкам (см. таблицы 8.2 и 8.3) можно сделать вывод, что доставку груза в порт Генуя целесообразнее всего осуществлять морским транспортом с использованием железной дороги на части маршрута Жлобин – Николаев. Таким образом 150000 т металлоизделий БМЗ необходимо перевозить по железной дороге к морскому порту Николаев (Украина) и далее с использованием морского транспорта – в порт Генуя. Выбор конкретных типов транспортных средств для выполнения перевозки производится с учетом их технико-эксплуатационных параметров, свойств груза и условий, ограничивающих эксплуатационные возможности портов. По железной дороге металлоизделия следует перевозить в 4-осных полувагонах. На морском участке маршрута доставки груза перевозка из порта Николаев в порт Генуя производится универсальными морскими судами. В рассматриваемом примере судоходная компания владеет судами дедвейтом 4156, 7700 и 13500 т.

**Краткий вывод.** На основании полученного задания выполнен сравнительный анализ видов транспорта с использованием таблицы 8.1 по преимуществам и недостаткам видов транспорта, по балльной и лингвистической оценкам таблиц 8.2 и 8.3. По результатам выполненного анализа сделан вывод о целесообразности доставки груза в пункт назначения с использованием двух видов транспорта – морского и железнодорожного. Окончательный выбор вида транспорта делается по результатам расчетов экономической оценки перевозки грузов различными видами транспорта.

## 8.4 Экономическая оценка логистики перевозки грузов

Существуют различные варианты перевозки грузов:

- 1) морским транспортом с передачей в морских портах на железную дорогу и автотранспорт;
- 2) по железной дороге и автотранспортом с передачей в дальнейшем на водные виды транспорта (морской или речной);

3) по железной дороге с передачей после прибытия на железнодорожную станцию на автотранспорт;

4) автотранспортом с передачей после прибытия на железнодорожную станцию на железнодорожный транспорт;

5) по трубопроводу с передачей в специальных пунктах на другие виды транспорта, но преимущественно на морской или железнодорожный.

Автомобильный транспорт является самым универсальным видом транспорта, поскольку он взаимодействует со всеми видами транспорта.

**Пунктами взаимодействия различных видов транспорта** являются транспортные узлы. Взаимодействие видов транспорта в узлах заключается в слаженной и согласованной работе в общем перевозочном процессе. Оно зависит от различных условий правового, экономического, технического, технологического, организационного и управленческого характера.

**Правовой аспект** перевозки с использованием нескольких видов транспорта основывается на документах, определяющих взаимоотношения, обязанности, права и ответственность организаций транспорта и клиентуры, грузоотправителей и грузополучателей.

**Технический, технологический, организационный и управленческий аспекты**, характеризующие взаимодействие различных видов транспорта в транспортных узлах, основаны на использовании особенностей каждого вида транспорта и их характеристик.

**Экономический аспект** основывается на законах экономических теорий, макро- и микроэкономики и предусматривает экономическую оценку затрат общественного труда при организации взаимодействия видов транспорта в выполнении грузовых перевозок. Он включает текущие (эксплуатационные) расходы, а также приравняемые к ним материальные средства, находящиеся в процессе перевозки. Затраты рассчитываются по формуле

$$E_{\text{ЛС}} = E_{\text{т}} + \epsilon_{\text{кз}} E_{\text{об}}, \quad (8.1)$$

где  $E_{\text{т}}$  – текущие эксплуатационные затраты, руб.;  $\epsilon_{\text{кз}}$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;  $E_{\text{об}}$  – оборотные материальные средства, руб.

Текущие эксплуатационные затраты составляют:

– на автомобильном транспорте –

$$E_{\text{т}}^{\text{авт}} = e_{\text{гр}}^{\text{авт}} L_{\text{гр}}^{\text{авт}} P_{\text{гра}}^{\text{год}}, \quad (8.2)$$

где  $e_{\text{гр}}^{\text{авт}}$  – себестоимость перевозки партии груза автомобильным транспортом, руб.;  $L_{\text{гр}}^{\text{авт}}$  – расстояние перевозки груза автотранспортом, км;  $P_{\text{гра}}^{\text{год}}$  – годовой объем перевозок грузов автомобильным транспортом, т;

– на железнодорожном и речном видах транспорта –



$$E_{\tau}^{\text{ж.д.}(p)} = P_{\text{ж.д.}(p)}^{\text{год}} (e_{\text{гр}}^{\text{ж.д.}(p)} L_{\text{тр}}^{\text{ж.д.}(p)} + e_{\text{м}}^{\text{ж.д.}(p)} L_{\text{м}}^{\text{ж.д.}(p)} + e_{\text{в}}^{\text{ж.д.}(p)} L_{\text{в}}^{\text{ж.д.}(p)}), \quad (8.3)$$

где  $P_{\text{ж.д.}(p)}^{\text{год}}$  — годовой объем перевозок грузов железнодорожным и речным видами транспорта, т;  $e_{\text{гр}}^{\text{ж.д.}(p)}$  — себестоимость 1 т·км соответственно при подвозе груза автомобильным транспортом к магистральному железнодорожному (речному) транспорту и вывозу его с первоначального пункта, руб./т·км;  $e_{\text{м}}^{\text{ж.д.}(p)}$  — себестоимость перевозки груза магистральным транспортом, руб./т·км;  $L_{\text{тр}}^{\text{ж.д.}(p)}$ ,  $L_{\text{м}}^{\text{ж.д.}(p)}$ ,  $L_{\text{в}}^{\text{ж.д.}(p)}$  — расстояния, соответственно, подвоза, вывоза и перевозки магистральным транспортом, км.

Стоимость оборотных материальных средств

$$E_{\text{об}}^{\text{ж.д.}(p)} = \frac{P_{\text{ж.д.}(p)}^{\text{год}} d_{\tau} t_{\text{дст}}}{365}, \quad (8.4)$$

где  $d_{\tau}$  — средняя цена одной тонны перевозимых грузов, руб.;  $t_{\text{дст}}$  — средняя продолжительность доставки груза, сут.

Среднее продолжительность доставки груза:

— *автотранспортом* —

$$t_{\text{дст}}^{\text{ав}} = \frac{L_{\text{п}}}{v_{\text{ат}}}, \quad (8.5)$$

где  $v_{\text{ат}}$  — средняя скорость доставки груза автотранспортом;

— *железнодорожным транспортом* —

$$t_{\text{ж.д.}}^{\text{дст}} = t_{\text{подв}}^{\text{авт./ж.д.}} + t_{\text{ож}} + t_{\text{погр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{разгр}}, \quad (8.6)$$

где  $t_{\text{подв}}^{\text{авт./ж.д.}}$  — затраты времени на выполнение подвоза груза автомобильным транспортом к железнодорожной станции, вывоза из порта к пункту назначения,

$$t_{\text{подв}}^{\text{авт./ж.д.}} = \frac{L_{\text{подв/выв}}}{v_{\text{подв/выв}}}, \quad (8.7)$$

$L_{\text{подв/выв}}$  — протяженность маршрута подвоза, вывоза груза;  $v_{\text{подв/выв}}$  — скорость подвоза, вывоза груза;  $t_{\text{ож}}$  — продолжительность ожидания начала погрузки;  $t_{\text{погр}}$  — продолжительность погрузки на железнодорожный транспорт;  $t_{\text{пер}}$  — продолжительность перевозки магистральным транспортом,



$$t_{\text{пер}} = \frac{L_{\text{пер}}}{v_{\text{пер}}}; \quad (8.8)$$

$L_{\text{пер}}$  – протяженность маршрута перевозки груза магистральным транспортом;  $v_{\text{пер}}$  – скорость перевозки груза магистральным транспортом;  $t_{\text{разгр}}$  – продолжительность разгрузки транспортного средства в пункте назначения.

на речном транспорте –

$$t_p = t_{\text{ож}} + t_{\text{погр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{разгр}} + t_{\text{выв}}, \quad (8.9)$$

где  $t_{\text{разгр}}$  – время разгрузки речного судна и перегрузки на автомобильный транспорт;  $t_{\text{выв}}$  – время вывоза груза автомобильным транспортом с речного порта в пункт назначения.

По основному критерию экономической оценки при распределении перевозок грузов между видами транспорта – минимуме затрат общественного труда на доставку продукции из одного пункта в другой [денежным выражением этих затрат являются текущие (эксплуатационные) расходы, а также приравниваемые к ним материальные средства, находящиеся в процессе перевозки] производится выбор эффективного варианта перевозки грузов.

## 8.5 Выбор перевозчиков в логистических схемах доставки грузов

Наиболее распространенной задачей при формировании большинства логистических схем доставки грузов является **выбор посредников в логистической цепи (ЛП)**: поставщиков, экспедиторов, перевозчиков и т. д. При наличии конкуренции во всех звеньях логистической системы (ЗЛС) наблюдается много-вариантность, выражающаяся как в большом количеством ЛП, которые могут выполнять соответствующие логистические операции, так и в наличии альтернативных вариантов, решений, сформированных из различных ЗЛС.

На основании оценки накопленного опыта формирования большинства логистических схем доставки грузов разработан общий алгоритм выбора логистического посредника, перевозчика, приведенный на рисунке 8.2.

Как видно из приведенного алгоритма, выбор перевозчика осуществляется на основании анализа показателей (критериев) работы.

Все показатели (критерии) разделены на три группы: релейные («да» или «нет»), количественные, качественные, что позволяет использовать различные подходы при их определении и расчете интегральных оценок для логистической цепи.

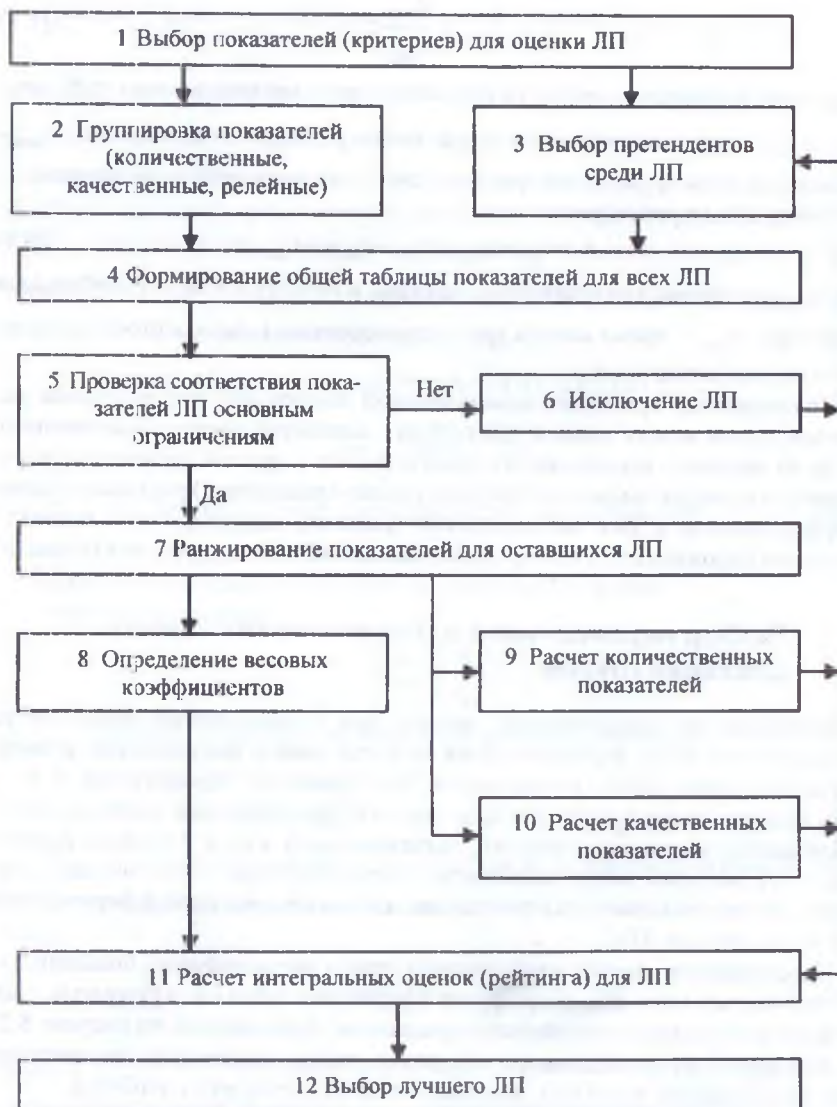


Рисунок 8.2 – Алгоритм выбора логистических посредников при доставке грузов

К релейным показателям отнесены «да» или «нет». Например, наличие у ЛП соответствующего сертификата качества или лицензии, страховых

полисов, допуск к каким-либо процедурам (в частности, для международных перевозчиков – допуск к процедуре МДП) и др. Выделение релейных показателей повышает объективность процесса выбора, а также сокращает объем работы экспертов.

*Весовые коэффициенты*  $W_i$ , учитывающие степень влияния показателей на интегральную оценку, рассчитываются для количественных и качественных показателей при линейной зависимости с учетом их общего ранжирования по следующей формуле:

$$W_i = \frac{2(N-i+1)}{N(N+1)}, \quad i=1,2,\dots,N, \quad (8.10)$$

где  $N$  – количество учитываемых оценочных показателей.

Для определения значений количественных показателей помимо оценок экспертов используются различные источники информации (отчеты, справочники, прайс-листы, результаты обследований и опросов и т. п.). Обработка количественных показателей проводится в соответствии с методами *квалиметрии*, предусматривающей следующие этапы:

- построение таблицы, в горизонтальных строках которой указываются показатели, в столбцах – значения показателей, используемых для анализируемых ЛП;

- для каждого параметра определяется эталонное значение – максимальное или минимальное, в зависимости от влияния показателей на общую оценку.

Если в качестве эталонного выбрано наибольшее  $A_{i\max}$ , то все значения данной строки делятся на него, и в клетки таблицы заносится:

$$A_{ij}^* = A_{ij} / A_{i\max}. \quad (8.11)$$

Если же в качестве эталонного выбрано наименьшее  $A_{i\min}$ , то эталонное значение делится на другие значения данной строки, и в клетки таблицы заносится:

$$A_{ij}^* = A_{i\min} / A_{ij}. \quad (8.12)$$

Для получения оценок качественных показателей предлагается использовать *функцию желательности*, значения которой рассчитываются по формуле

$$a_i = \exp[-\exp(-y)], \quad (8.13)$$

где  $a_i$  – значение функции желательности;  $y_i$  – значение  $i$ -го параметра на кодированной шкале.

Значение  $y_i$  на кодированной шкале располагается симметрично относительно 0. В таблице 8.4 приведены средние и граничные значения функции желательности. Использование функций желательности (8.5) позволяет свести качественные оценки показателей к количественным их значениям. При этом те и другие находятся в интервале 0–1. В целях унификации качественные оценки могут быть нормированы относительно максимальных значений по строкам.

Таблица 8.4 – Оценки качества и соответствующие им стандартные значения на шкале желательности

Интервал	Оценка качества	Отметка на шкале желательности	
		диапазон	среднее значение
3–4	Отлично	Более 0,950	0,975
2–3	Очень хорошо	0,875–0,950	0,913
1–2	Хорошо	0,690–0,875	0,782
0–1	Удовлетворительно	0,367–0,690	0,530
(-1)–0	Плохо	0,066–0,367	0,285
(-2)–(-1)	Очень плохо	0,0007–0,066	0,033
(-3)–(-2)	Скверно	Менее 0,0007	–

Количественные показатели также могут быть обработаны с применением функций желательности.

Последовательность выбора перевозчика определяется на основании алгоритма, приведенного на рисунке 8.2. В соответствии с таблицами 8.5 и 8.6 выбираются показатели (критерии) для оценки логистических посредников и предполагаемых перевозчиков.

Таблица 8.5 – Набор критериев для выбора перевозчика

Показатель	Ранг	Показатель	Ранг
1 Наличие сертификата	–	6 Квалификация персонала	5
2 Надежность	1	7 Финансовая стабильность	6
3 Тариф	2	8 Частота сервиса	7
4 Сохранность	3	9 Готовность к переговорам	8
5 Общее время	4		

Таблица 8.6 – Исходные данные для выбора значений критериев предполагаемых перевозчиков

Цифра шифра	Показатель*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Нет	0,7	0,75	18	5	Уд.	Хор.	Оч. хор.	Отл.
1	Да	0,75	0,8	16	6	Хор.	Оч. хор.	Отл.	Уд.
2	»	0,8	0,85	14	7	Оч. хор.	Отл.	Уд.	Хор.
3	»	0,85	0,9	12	8	Отл.	Уд.	Хор.	Оч. хор.
4	»	0,9	0,95	10	9	Уд.	Оч. хор.	Отл.	Хор.
5	»	0,95	0,9	12	5	Хор.	Отл.	Уд.	Оч. хор.
6	»	0,9	0,85	14	6	Оч. хор.	Уд.	Хор.	Отл.
7	»	0,85	0,8	16	7	Хор.	Уд.	Оч. хор.	Отл.
8	»	0,8	0,75	18	8	Уд.	Отл.	Хор.	Оч. хор.
9	»	0,75	0,9	20	9	Отл.	Хор.	Оч. хор.	Уд.

\*Номер показателя соответствует первой графе таблицы 3.4.

Все значения заносим в таблицу 8.7, предварительно разделив показатели на релейные (1), количественные (2–5) и качественные (6–9).



Таблица 8.7 – Показатели для оценки перевозчика

Показатель	Перевозчик				Ранг <i>i</i>
	1	2	3	4	
1 Наличие сертификата	Да	Да	Да	Да	—
2 Надежность	0,85	0,9	0,85	0,8	1
3 Тариф, у.е. / км	0,9	0,95	0,8	0,75	2
4 Общее время, %	12	10	16	18	4
5 Финансовая стабильность	8	9	7	8	6
6 Частота сервиса	Отл.	Уд.	Хор.	Уд.	7
7 Сохранность	Уд.	Оч. хор.	Уд.	Отл.	3
8 Квалификация персонала	Хор.	Отл.	Оч. хор.	Хор.	5
9 Готовность к переговорам	Оч. хор.	Хор.	Отл.	Оч. хор.	8

В соответствии с алгоритмом (блок 5) после проверки ограничений количественных и качественных показателей устанавливаются ранги по таблице 8.7. Перевозчики могут быть исключены из рассмотрения также в случае отклонения количественных и качественных показателей за установленные пределы.

Например, если вероятность доставки «точно в срок» ниже 0,7, то такой перевозчик исключается из рассмотрения. Весовые коэффициенты (блок 3) рассчитывались по формуле (8.10) при  $N = 8$ . Так, для показателя «Надежность» при ранге  $i = 1$  (см. таблицу 8.7), находим:

$$w_2 = \frac{2(8-1+1)}{8(8+1)} = \frac{16}{72} = 0,222;$$

для показателя «Тариф» при ранге  $i = 2$

$$w_3 = \frac{2(8-2+1)}{8(8+1)} = \frac{14}{72} = 0,194 \text{ и т.д.}$$

Результаты расчетов весовых коэффициентов заносятся в таблицы 8.8 и 8.9.

Таблица 8.8 – Расчет количественных оценок

Показатель	Весовой коэффициент $w$	Эталонное значение	Перевозчик			
			1*	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7
Надежность	0,222	0,95; max	0,94/0,208	1/0,222	0,94/0,208	0,88/0,195
Тариф	0,194	0,75; min	0,83/0,161	0,78/0,151	0,93/0,180	1/0,194
Общее время	0,139	10,0; min	0,83/0,115	1/0,139	0,62/0,086	0,55/0,076
Финансовая стабильность	0,083	9,0; max	0,88/0,073	1/0,083	0,77/0,063	0,88/0,073
Количественная оценка с учетом $w_i$	—	—	0,557	0,595	0,537	0,538

\* В числителе — оценки, рассчитанные с учетом эталонных значений, в знаменателе — с учетом весовых коэффициентов.

Выбирается эталонное значение и заносится его в третью графу тех же таблиц и по формулам (3.3) и (3.4) выполняются расчеты:

– для показателя «Надежность» эталонным будет  $A_{\text{max}} = 0,9$ ; в этом случае все значения строки делим на 0,9:

$$A_2^1 = 0,85 / 0,9 = 0,94; \quad A_2^2 = 0,9 / 0,9 = 1,0;$$

$$A_2^3 = 0,85 / 0,9 = 0,94; \quad A_2^4 = 0,8 / 0,9 = 0,88;$$

– оценка показателя с учетом весового коэффициента:

$$W_2^1 = 0,222 \cdot 0,94 = 0,208; \quad W_2^2 = 0,222 \cdot 1 = 0,222;$$

$$W_2^3 = 0,222 \cdot 0,94 = 0,208; \quad W_2^4 = 0,222 \cdot 0,88 = 0,195.$$

В такой же последовательности выполняется расчет оценок количественных и качественных показателей, приведенных в таблицах 8.8 и 8.9.

Для расчета качественных оценок воспользуемся функцией желательности. Например, показатель «Сохранность» первого перевозчика оценен как удовлетворительный. Согласно таблице 8.4 этой оценке соответствует среднее значение

$A_1^1 = 0,530$ , а с учетом весового коэффициента эта оценка будет

$$\alpha_3^1 = w_3^1 A_3^1; \quad \alpha_3^1 = 0,166 \cdot 0,530 = 0,087.$$

Таблица 8.9 – Расчет качественных и интегральных оценок

Показатель	Весовой коэффициент $\omega$	Перевозчики			
		1*	2	3	4
Сохранность	0,166	0,530/0,087	0,913/0,151	0,530/0,087	0,975/0,161
Квалификация персонала	0,111	0,782/0,086	0,975/0,108	0,913/0,101	0,782/0,086
Частота сервиса	0,055	0,975/0,053	0,530/0,029	0,782/0,043	0,530/0,029
Готовность к переговорам	0,028	0,913/0,025	0,782/0,021	0,975/0,027	0,913/0,025
Суммарная качественная оценка с учетом $\omega$	–	0,251	0,309	0,258	0,301
Интегральная оценка (рейтинг)	–	0,808	0,904	0,795	0,839

\* См. примечание к таблице 3.5.

По приведенному примеру делаются выводы о том, что наилучшему логистическому посреднику должен соответствовать наибольший рейтинг, и в качестве него должен быть выбран второй перевозчик с  $A_{\text{max}} = 0,904$ .

## 8.6 Вероятностная оценка цикла логистики

В логистике существует понятие «функциональность цикла» (ФЦ), или «цикл исполнения заказа» (ЦИЗ). Таким циклам присущи следующие особенности:

- базовая структура ФЦ (связи, узлы и т. д.) одинакова для физического распределения, материально-технического обеспечения производства и снабжения;

- какой бы сложной ни была логистическая система в целом, необходимо исследовать конфигурацию отдельного ФЦ, чтобы выяснить важнейшие взаимосвязи и линии контроля;

- поскольку интервалы времени выполнения отдельных операций, из которых состоит ФЦ, являются случайными величинами, то и весь цикл является случайной величиной, подчиняющейся определенному закону распределения.

Для математического описания продолжительности ФЦ, представляющего, как правило, сумму времен выполнения отдельных элементов цикла, можно воспользоваться известными формулами теории вероятностей:

- для среднего значения времени ФЦ

$$\bar{T}_0 = \sum_{i=1}^N \bar{T}_i; \quad (8.14)$$

- для среднего квадратического отклонения

$$\sigma_T^2 = \sum_{i=1}^N \sigma_i^2 + 2 \sum_{i \leq j} r_{i,j} \cdot \sigma_i \sigma_j, \quad (8.15)$$

где  $\bar{T}_i$ ,  $\sigma_i$  – соответственно среднее значение и среднее квадратическое отклонение времени выполнения  $i$ -го элемента ФЦ;  $r_{i,j}$  – коэффициент корреляции между  $i$ -м и  $j$ -м элементами.

Корреляция (корреляционная зависимость) – статистическая взаимосвязь двух или нескольких случайных величин (либо величин, которые можно с некоторой допустимой степенью точности считать таковыми). При этом изменения значений одной или нескольких из этих величин приводят к систематическому изменению значений другой или других величин. Математической мерой корреляции двух случайных величин служит коэффициент корреляции.

Знак  $i \leq j$  под суммой означает, что суммирование распространяется на все возможные попарные сочетания случайных величин.



Вероятностная трактовка ФЦ позволяет определить его продолжительность  $T_{\alpha}$  с заданной доверительной вероятностью. Например, при условии, что функция распределения времени ФЦ подчиняется нормальному закону,

$$T_{\alpha} = \bar{T} + \alpha_p \sigma_T, \quad (8.16)$$

где  $\alpha_p$  – квантиль нормального распределения, соответствующий вероятности  $P$ .

Квантиль в математической статистике – такое число, что заданная случайная величина не превышает его лишь с фиксированной вероятностью.

Таким образом, с помощью формулы (8.16) можно рассчитать время выполнения заказа, т.е., по существу, решить задачу «точно в срок».

Известно, что одна из основных проблем логистического менеджмента – это уменьшение неопределенности ФЦ. Поскольку измерителем неопределенности ФЦ является  $\sigma_T$ , то оптимизация решения задач формально может быть записана в виде

$$\sum C_i(\sigma) \cdot \sigma_i^2 \rightarrow \min, \quad (8.17)$$

где  $C_i(\sigma)$  – издержки выполнения  $i$ -й операции с неопределенностью  $\sigma$ .

Из анализа зависимостей (8.14)–(8.17) следует, что возможны следующие варианты решения:

- 1) уменьшение составляющих  $\sigma_i$  при этом, в силу ограниченности ресурсов, главным образом наибольших из них;
- 2) использование свойств обратной (отрицательной) корреляции между отдельными элементами ФЦ при условии, что это не приведет к росту остальных  $r_{i,j}$ . Если корреляция отсутствует, то возможно создание системы, обеспечивающей обратную взаимосвязь;
- 3) комбинация первого и второго вариантов.

#### Пример расчета.

Расчеты выполняются на примере определения параметров ФЦ заказа. Цикл заказа и операции с диапазоном дней приведены в таблице 8.10.

Таблица 8.10 – Операция цикла заказа и её продолжительность

Операция цикла заказа	Продолжительность, дней
Передача	0,3–0,7
Обработка	1,0–5,0
Комплектование	1,0–20,0
Транспортировка	2,0–10,0
Доставка потребителю	0,5–3,0

С использованием формулы (8.16) можно рассчитать время выполнения заказа. По условию заказ необходимо выполнить за 23 дня. Определим вероятность выполнения заказа «точно в срок»:

– среднее время выполнения заказа  $\bar{T}$  определяется как сумма продолжительности операций цикла.

Среднее время выполнения заказа  $\bar{T}$  составит 17,55 дней.



Необходимо выяснить, с какой вероятностью будет выполнен заказ при установленной продолжительности операций цикла.

Среднее значение  $\bar{T}$  было определено ранее. Среднее квадратическое отклонение рассчитывается следующим образом:

$$\sigma_T^2 = \sqrt{0,55^2 + 1,1^2 + 3^2 + 1,76^2 + 0,4^2} = 3,71 \text{ дней.}$$

Для варианта с измененными данными среднего квадратического отклонения (таблица 8.11)

$$\sigma_T^{\text{изм}} = \sqrt{0,55^2 + 1,0^2 + 1,5^2 + 1,3^2 + 0,4^2} = 2,32 \text{ дней.}$$

Таблица 8.11 – Статистические и расчетные данные

Операция цикла заказа	Диапазон	Среднее значение $\bar{T}$	Среднее квад- ратическое отклонение $\sigma$	В днях
				Вариант измененных $\sigma$
Передача	0,3–0,7	0,55	0,55	0,55
Обработка	1,0–5,0	4,00	1,10	1,00
Комплектование	1,0–20,0	5,00	3,00	1,50
Транспортировка	2,0–10,0	7,00	1,76	1,30
Доставка потребителю	0,5–3,0	1,00	0,40	0,40
ИТОГО		17,55	3,71	2,32

Требуется оценить вероятность выполнения заказа за 23 дня. С учетом того, что  $\bar{T} = 17,55$  дней,  $\sigma_T^2 = 3,71$  дней, то по формуле (8.16)

$$\sigma_p = \frac{23 - 17,55}{3,71} = 1,47.$$

В случае изменения составляющих  $\sigma$ , в таблице 8.11 расчет будет выглядеть следующим образом:

$$\sigma_p = \frac{23 - 17,55}{2,32} = 2,35.$$

Зависимость вероятности  $P$  от квантиля  $\alpha_p$  нормального распределения приведена в таблице 8.12.

Таблица 8.12 – Квантили стандартного нормального распределения

Вероятность, %	99,99	99,90	99,00	97,72	97,50	95,00	90,00	84,13	50,00
Квантиль	3,72	3,09	2,33	2,00	1,96	1,65	1,28	1,00	0,00

Исходя из данных, приведенных в таблице 8.12, можно сделать вывод о том, что для квантиля  $\alpha_p = 1,47$  вероятность выполнения заказа «точно в срок» составит  $P = 92,59\%$ , а для квантиля  $\alpha_p = 2,35$   $P = 92,03\%$ . При этом делается вывод о том, что одна из основных проблем логистического менеджмента – уменьшение неопределенности ФЦ, которая решается путем минимизации издержек.

## 8.7 Выбор вида транспорта для вновь вводимого маршрута

Логистические технологии эффективны не только при управлении материальными потоками. Они имеют определенные перспективы и для совершенствования городских пассажирских перевозок. В организации грузовых и пассажирских потоков имеются различия. Пассажир:

- одновременно является не только объектом перемещения, но и потребителем транспортных услуг;
- играет активную роль в осуществлении перевозки: он сам выбирает маршрут и может изменить его уже в ходе выполнения поездки;
- участвует в организации транспортного процесса и в управлении им, являясь при этом одновременно фазовой и управляющей переменной (с точки зрения системного подхода);
- может принимать во внимание, например, комфортабельность поездки, возможность заехать по пути в интересующие его пункты и другие обстоятельства, совершенно не имеющие значения при организации грузовых перевозок. У каждой группы пассажиров имеются свои предпочтения, основываясь на которых, они выбирают маршрут и время поездки, вид транспорта, место пересадки, способ оплаты.

На выбор варианта перевозки пассажиров оказывает влияние значительное количество факторов, перечень которых не всегда совпадает с тем, что учитывается в ходе разработки оптимального варианта перевозки. Не в полной мере совпадают интересы пассажира и перевозчика. Одно из противоречий их интересов заключается в том, что перевозчик заинтересован в увеличении коэффициента сменности, а пассажир – в беспересадочной и быстрой доставке до места назначения. С точки зрения перевозчика средства пассажирского транспорта должны обеспечивать соответствующие качественные показатели, быть технически пригодными для выполнения ожидаемой нагрузки и экономически эффективными. Экономически эффективным считается вариант, у которого приведенные затраты будут минимальными. Для расчета экономической эффективности следует определить по каждому варианту капитальные вложения, эксплуатационные расходы и приведенные затраты.

Приведенные затраты на выполнение пассажирских перевозок

$$E_{\text{прив}}^{\text{пс}} = E_{\text{год}}^{\text{пс}} + \epsilon_{\text{кап}}^{\text{норм}} E_{\text{кап}}^{\text{пс}}, \quad (8.18)$$

где  $E_{\text{год}}^{\text{пс}}$  – годовые эксплуатационные расходы на выполнение пассажирских перевозок, тыс. руб.;  $\epsilon_{\text{кап}}^{\text{норм}}$  – нормативный коэффициент эффективности ка-

питательных вложений;  $E_{\text{кап}}^{\text{пс}}$  – капитальные вложения в приобретение, развитие устройств и оборудования пассажирского хозяйства, тыс. руб.

В связи с тем, что виды транспорта и транспортных средств различаются по провозной способности, капитальным затратам и себестоимости перевозок, сравниваемые варианты транспорта и транспортных средств в системе пассажирских перевозок должны быть сопоставимы. Для этого, прежде всего, все капитальные затраты, необходимые для организации перевозок в городе или на маршруте, следует разделить на две группы. К *первой группе (А)* относятся те затраты, которые увеличиваются пропорционально увеличению количества подвижного состава: стоимость вагонов (автобусов), ремонт базы технической эксплуатации подвижного состава, хозяйства энергообеспечения пассажирских перевозок; ко *второй группе (В)* – затраты, которые растут пропорционально увеличению длины сети: стоимость рельсового пути, контактного провода, кабельной сети, дорожных покрытий и другие.

Используя такую группировку затрат, капитальные вложения можно представить в виде

$$E_{\text{кап}}^{\text{пс}} = k_{\text{пс}}^{\text{пс}} n_{\text{пс}}^{\text{пс}} + k_{\text{кап}}^{\text{тр с}} L_{\text{тр с}}^{\text{пс}}, \quad (8.19)$$

где  $k_{\text{пс}}^{\text{пс}}$  – капитальные вложения группы А, отнесенные на единицу подвижного состава для пассажирских перевозок (вагон, автобус);  $n_{\text{пс}}^{\text{пс}}$  – число вагонов (машин), необходимых для осуществления перевозок;  $k_{\text{кап}}^{\text{тр с}}$  – капитальные вложения группы В, в расчете на 1 км транспортной сети;  $L_{\text{тр с}}^{\text{пс}}$  – протяженность транспортной сети или маршрута, км.

Учитывая различия видов транспорта и транспортных средств по провозной способности и вместимости, целесообразно сравнивать варианты не по абсолютным, а по удельным величинам капитальных вложений на инженерное обеспечение пассажирских перевозок. В качестве измерителя капитальных удельных вложений целесообразно применять 1 место-километр.

Капитальные удельные вложения ( $k_{\text{кап}}^{\text{уд}}$ ) можно представить в виде

$$k_{\text{кап}}^{\text{уд}} = \frac{k_{\text{пс}}^{\text{пс}}}{\sum \alpha_i^{\text{пс}} n_i^{\text{пс}}} + \frac{k_{\text{кап}}^{\text{тр с}}}{\sum r_i^{\text{пс}} n_i^{\text{пс}}}, \quad (8.20)$$

где  $\sum \alpha_i^{\text{пс}} n_i^{\text{пс}}$  – количество место-километров, которое может выполнить единица подвижного состава вида транспорта данной вместимости за год;  $\sum r_i^{\text{пс}} n_i^{\text{пс}}$  – количество место-километров, необходимых для освоения ожидаемого пассажирского потока в расчете на 1 км транспортной сети.



В формуле (8.20)  $k_{п.с}^{п.с}$ ,  $k_{кап}^{тр.с}$ ,  $\sum \alpha_i^{п.с} n_i^{п.с}$  – величины практически постоянные. Следовательно, чем больше пассажирский поток, тем меньше будет значение второго элемента формулы, связанного с капитальными вложениями группы В. Группа В капитальных вложений – самая высокая у рельсового транспорта, поэтому наибольший эффект от снижения капитальных удельных вложений при увеличении пассажирского потока даст рельсовый транспорт (трамвай, метро, городская железная дорога), затем троллейбус и меньше всего – автобус.

Все ежегодные расчеты по эксплуатации пассажирского транспорта разделяются на две условные группы: на зависящие и не зависящие от размера движения или перевозок, т.е.

$$E_{общ}^{п.с} = E_{зав}^{п.с} + E_{незав}^{п.с}, \quad (8.21)$$

где  $E_{зав}^{п.с}$ ,  $E_{незав}^{п.с}$  – соответственно зависящая и не зависящая от размера движения часть эксплуатационных расходов на выполнение пассажирских перевозок за год.

Эксплуатационные расходы, не зависящие от размера движения, проще всего определять на 1 км транспортной сети, а зависящие – на 1 место-километр. В таком случае расходы по эксплуатации пассажирского транспорта

$$E_{общ}^{п.с} = e_{т.с}^{п.с} L_{тр.с}^{п.с} + e_{м-км}^{п.с} \sum \alpha_i^{п.с} n_i^{п.с}, \quad (8.22)$$

где  $e_{т.с}^{п.с}$ ,  $e_{м-км}^{п.с}$  – удельные эксплуатационные расходы соответственно на пассажирские перевозки, приходящиеся на 1 км сети, и на выполнение 1 место-километра в пассажирском движении.

Обе части формулы, отнесенные к размеру ожидаемой транспортной работы в место-километрах, дадут возможность представить *удельную себестоимость выполнения пассажирских перевозок* в виде зависимости

$$e_{общ}^{п.с} = e_{зав}^{п.с} \frac{e_{нез}^{п.с}}{\sum r_i^{п.с} n_i^{п.с}}. \quad (8.23)$$

Удельная себестоимость перевозок пассажиров будет меняться за счет изменения величины  $\sum r_i^{п.с} n_i^{п.с}$ . Снижения удельной себестоимости перевозок пассажиров можно достичь за счет освоения больших пассажирских потоков транспортными средствами, имеющими наибольшую вместимость. Преобразовав формулу (8.1) с использованием формул (8.3) и (8.6), получим

$$E_{прив}^{п.с} = \frac{e_{нез}^{п.с}}{\sum r_i^{п.с} n_i^{п.с}} + e_{зав}^{п.с} + e_{кап}^{норм} \frac{k_{п.с}^{п.с}}{\sum \alpha_i^{п.с} n_i^{п.с}} + \frac{k_{кап}^{тр.с}}{\sum r_i^{п.с} n_i^{п.с}}. \quad (8.24)$$

Данная методика позволяет сопоставить различные варианты выбора вида транспорта и транспортных средств для наиболее эффективного выполнения пассажирских перевозок.



---

## 9 ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА И ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА

---

### 9.1 Формы структуры транспортных организаций

Создание эффективно работающей организационной структуры транспортной организации является важнейшим условием функциональной организации транспортной системы. В зависимости от рациональной её структуры и функционального наполнения её подразделений в значительной степени определяется эффективность работы транспортных организаций и отрасли в целом. В стандартном варианте организационной структуры транспортной организации условно выделяют следующие самостоятельные подсистемы:

- *эксплуатационная* – занимается организацией транспортного процесса и эффективным использованием транспортных средств и инфраструктуры. Она определяет возможности для наиболее рационального выполнения перевозок с наименьшими эксплуатационными затратами и максимального удовлетворения заказчиков в транспортном обслуживании;

- *техническая* – уделяет главное внимание исполнению технического регламента эксплуатации транспортных средств и технических устройств ремонтной зоны: поддержание на современном уровне ремонтно-технического оборудования и станочного парка; развитие материально-технической базы ремонтной зоны; материально-техническое снабжение ремонтов; обновление подвижного состава; инновационное развитие парка подвижного состава;

- *экономическая* – определяет пути, по которым должны разрабатываться технические и организационные мероприятия, направленные на повышение технической готовности подвижного состава, коэффициента выпуска и совершенствование эксплуатационной и коммерческой деятельности автотранспортной организации;

- *административная* – выполняет функции производственного администрирования: подбор и управления персоналом; контроль за исполнением персоналом функций производственного назначения; работа с органами государственного управления и финансовыми учреждениями.

Формы построения структуры управления транспортными организациями:

- *линейная* – каждый руководитель обеспечивает руководство нижестоящими структурными подразделениями по всем видам их функциональной деятельности;

– *функциональная* – реализуется тесная связь административного управления с осуществлением функционального управления и исполнительских функций;

– *линейно-функциональная* – использование «шахтного» принципа построения и специализации функционального обеспечения управленческого персонала по структурным подсистемам транспортной организации;

– *дивизиональная* – использование в системе построения «дивизионов «филиалов», которые выделяются по областям функциональной или транспортной деятельности, географическому размещению подразделений автотранспортной организации (на единой территории, в географическом отдалении);

– *матричная* – функциональный исполнитель транспортной деятельности может иметь два и более руководителей (один линейный, другой – руководитель программы ремонтов и исполнения технического регламента, третий программы инвестиционного развития и т. д.).

**Линейная структура управления** (рисунок 9.1) основывается на принципе единства распределения поручений, согласно которому право отдавать распоряжения имеет только вышестоящая инстанция. Каждое подчиненное структурное подразделение имеет одного руководителя, а руководитель имеет несколько подчиненных. Два руководителя не могут непосредственно связываться друг с другом, они должны сделать это через ближайшую вышестоящую инстанцию. Такая структура относится по классификатору к категории однолинейных.

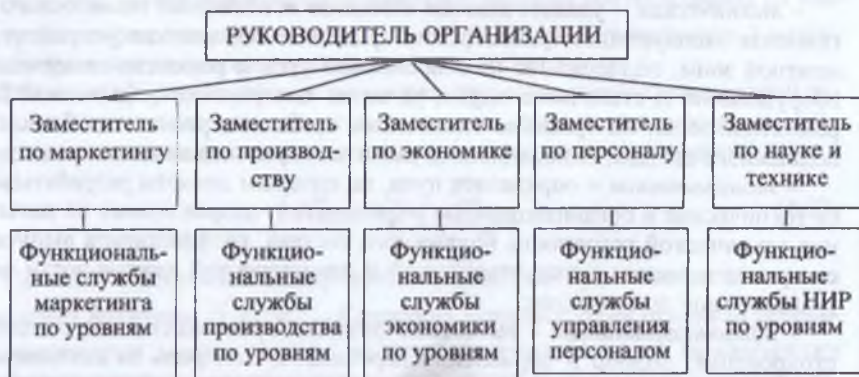


Рисунок 9.1 – Линейная структура управления транспортной организацией

Преимущества линейной структуры управления транспортной организацией – строгое распределение ответственности за выполнение функций производственного цикла; функциональная завершенность уровней, что позволяет использовать замкнуто-распределительную финансовую систему, когда от неэффективной работы одного из структурных подразделений транспортной

организации не зависит результативность работы остальных. Недостатки – потребность в большом количестве функциональных руководителей, что является затратным для организаций с небольшим по численности исполнительским персоналом; потребность в дополнительных структурах учета; контрольные функции руководящего персонала преобладают над исполнительскими.

**Функциональная структура управления** (рисунок 9.2) основана на создании подразделений для выполнения определенных функций транспортной организации при выполнении перевозочного процесса. При этом соблюдается строгая иерархия исполнительских функций.

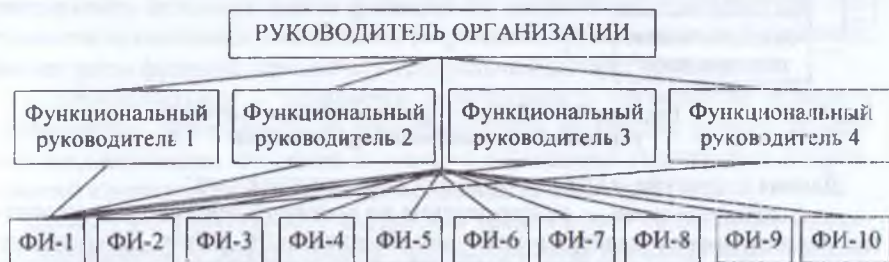


Рисунок 9.2 – Функциональная структура управления транспортной организацией: ФИ – функциональный исполнитель работ

Этот вид структуры управления транспортной организацией используется в условиях многопрофильной деятельности при наличии мелкооптового заказа на выполнение транспортных услуг. Качества данной схемы:

- *положительные* – минимальное количество функционально-производственных связей; высокий уровень интеграции контроля исполнительских функций и организации производственных процессов; сроки между получением заданий и отчетов по их завершению являются минимальными;
- *отрицательные* – высокая функциональная нагрузка на первый уровень управления; средний уровень практически не участвует в формировании производственной программы на функционально-исполнительском уровне.

**Линейно-функциональная структура управления** (рисунок 9.3) построена по ступенчато-иерархическому принципу. В ней линейные руководители являются единоначальниками (имеют полное подчинение ресурсного обеспечения транспортной деятельности на своём уровне). Они получают необходимую помощь от функциональных подразделений организации. Линейные руководители более низких ступеней не подчинены административно функциональным руководителям высших ступеней управления. Основу линейно-функциональной структуры составляет шахтный принцип построения и специализации управленческого персонала по функциональным подсистемам транспортной организации. При этом по каждой функциональной подсистеме формируется «иерархия» функциональных служб («шахта»), пронизывающая всю организацию сверху донизу.



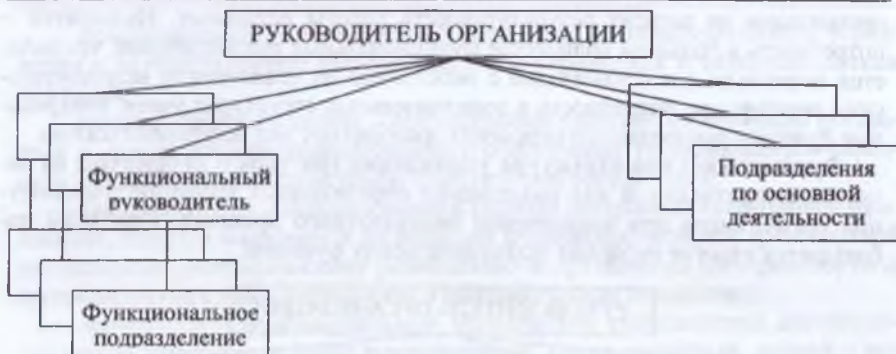


Рисунок 9.3 – Линейно-функциональная структура управления транспортной организацией

Данная структура характеризуется показателями:

– *положительными* – подразделения по основной деятельности наделены полномочиями завершённого производственного цикла; сокращение административных расходов в транспортной организации в целом (до 18 %); снижение рисков при частичном или полном не исполнении функциональных действий или получении отрицательной результативности;

– *отрицательными* – появляются дополнительные структурные подразделения, не участвующие в перевозочном процессе; снижается эффективность управления; учетная политика транспортной организации является громоздкой и не направлена на повышение эффективности, как каждого структурного подразделения, так и организации в целом.

**Дивизиональная (филиальная) структура управления** (рисунок 9.4) основывается на использовании принципов разделения функциональных задач транспортной организации по их исполнению по филиалам.

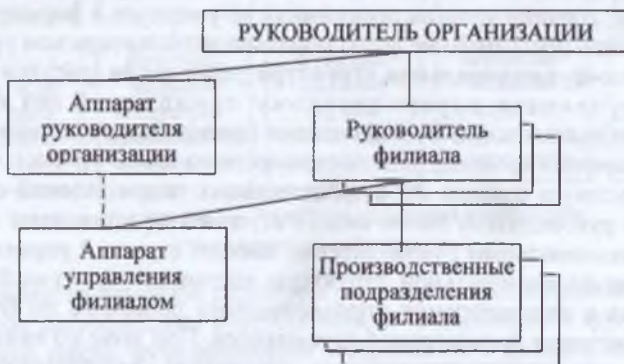


Рисунок 9.4 – Дивизиональная структура управления транспортной организацией



Основными элементами в управлении структурными подразделениями автотранспортной организации в данной форме управления являются не руководители функциональных подразделений, а подсистемы, управляющие производственными отделениями. Она обладает следующими качественными параметрами:

– *положительные* – руководитель транспортной организации вырабатывает решения по организации производственного процесса в собственном аппарате и в директивном порядке направляет их для исполнения в филиалы; жесткая централизация решений и контроля за их исполнением позволяет генерировать основные задачи филиалов по выполнению транспортной деятельности организации; значительно сокращается функциональный персонал, так как часть функций передается в центральный аппарат организации;

– *отрицательные* – появляется необходимость организации аппарата руководителя, функционально повторяющегося на каждом уровне; порождает иждивенчество филиалов и снижает стремление структурных подразделений к развитию и расширению производственной программы.

Данный вид структурного построения транспортной организации приносит максимальную эффективность при выполнении транспортными организациями многофункциональных производственных процессов – перевозки грузов, пассажиров в городском и пригородном сообщении. Схема является эффективной при наличии перекрестного финансирования видов транспортной деятельности.

Матричная структура управления транспортной организацией (рисунок 9.5) формируется в транспортных организациях, в которых выполняется инновационное развитие.

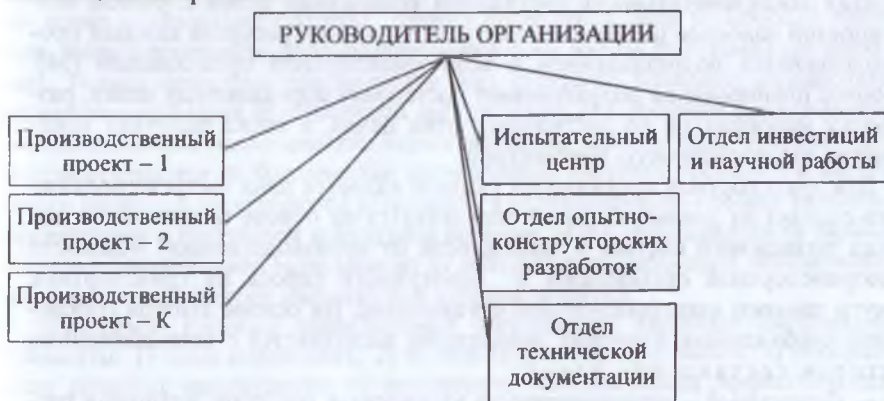


Рисунок 9.5 – Матричная структура управления транспортной организацией

Для такой структуры характерно то, что исполнитель может иметь двух и более руководителей. При этом один является линейным, а второй – руководителем производственной программы или направления функциональной деятельности. Эта структурная схема построена на основе принципа двойного подчинения исполнителей: 1) непосредственному руководителю функционального структурного подразделения, для которого определяются ресурсы производственного обеспечения; 2) руководителю временной производственной или рабочей группы, наделённой необходимыми полномочиями и ответственностью за сроки и качество транспортной деятельности при эффективном использовании ресурсов.

## 9.2 Системные принципы производственной деятельности

Организация производственной деятельности эксплуатационных и ремонтных предприятий включает несколько этапов: планирование; диспетчерское регулирование; контрольные функции по исполнению планов и стратегий по достижению целевых показателей работы транспортной организации.

**Планирование** является одной из функций управления организацией. Сущность данного процесса заключается в логичном определении развития транспортной организации, постановке целей для любого сектора деятельности и работы каждого структурного подразделения, что необходимо в современных условиях. При этом ставятся задачи, определяются объёмы ресурсного их обеспечения, а также последовательность их реализации. Планирование определяет разработку комплекса мероприятий, устанавливающих последовательность достижения конкретных целей с учетом возможностей наиболее результативного использования ресурсов каждым производственным подразделением и всей транспортной организацией [34]. Процесс планирования подразумевает постановку определенных целей, разработку мероприятий по достижению этих целей, а также политику предприятия на долгосрочную перспективу.

Для транспортной организации важным является план выпуска подвижного состава на линию, который определяется на основе возможности выпуска подвижного состава в зависимости от производственной мощности автотранспортной организации и совокупного спроса на транспортные услуги данной автотранспортной организации. На основе выбора обоснование необходимых плановых показателей выполняется с использованием методов составления плана:

- *балансовый* – основывается на взаимосвязи ресурсов, которыми располагает транспортная организация в пределах планового периода. Если ресурсов, сравнительно недостаточно по потребности, то приходится искать дополнительные их источники, которые бы позволили покрыть дефицит.

Если же ресурсов в излишке, то необходимо решать обратную проблему – расширять их потребление или избавляться от излишка. Балансовый метод реализуется через составление системы балансов – материально-вещевых, стоимостных и трудовых;

- *нормативный* – заключается в том, что в основе плановых задач на определенный период рассчитывают нормы расходов разных ресурсов на единицу перевозок. Данный метод составления плана используется как самостоятельно, так и в качестве вспомогательного относительно балансового метода;

- *математико-статистический* – сводится к оптимизации расчетов производственной программы деятельности транспортной организации на основе использования моделей решения транспортной задачи. К простейшим моделям относятся статистические, например корреляционные, которые отражают взаимосвязь двух переменных величин. Методы линейного программирования позволяют на основе решения системы уравнений определить их оптимальные величины во взаимосвязи. Это помогает по заданному критерию избрать наиболее оптимальный вариант функционирования или развития транспортной организации, чтобы обеспечить максимальную прибыль при более низких расходах.

Системный подход и рациональный выбор в планировании заключается в том, что никакая производственная или предпринимательская проблема не должна рассматриваться изолированно одна от одной. Каждая из них формируется с учетом множества взаимосвязанных задач и целей, которые выступают в каждой организации как единая экономическая система. *Системность* планирования проявляется в двух аспектах: 1) *в разработке планов для каждой сменной (элемента) организации* как индивидуальной подсистемы и в то же время – целостной системы. Эффект достижения цели возможный лишь при сбалансированном функционировании всех частей (сменных) организации. Только целостное рассмотрение всех стратегий позволяет разработать стратегический план транспортной организации; 2) *в сквозном планировании взаимосвязанных показателей*: стратегических, тактических, оперативных всегда опираются на фактические нормативные значения прошлого и настоящего периодов, но стараются установить и контролировать процесс развития организации в настоящем и будущем времени. Мера обоснованности любых планов в значительной мере зависит от достоверности исходных показателей, которые характеризуют достигнутый уровень развития.

Система планов транспортной организации включает следующие элементы: 1) план маркетинга; 2) производственная программа; 3) техническое развитие организации; 4) повышение экономической эффективности работы; 5) используемые регламенты, нормы и нормативы; 6) инвестиции, капитальные вложения и капитальное строительство; 7) ресурсное обеспечение; 8) себестоимость, прибыль и рентабельность работы; 9) фонды эко-



номического стимулирования; 10) финансовый план; 11) план охраны природы и рационального использования природных ресурсов; 12) социальное развитие коллектива. Вся система прогнозирования и планирования построена на долгосрочном определении результативности основных направлений экономики транспортной организации.

*Стратегический план* деятельности характеризует основную цель и выступает ориентиром для остальных видов планов. Кроме того, он имеет ограничения для принятия каких-либо управленческих решений. Разрабатывается он на срок от трех лет и более (по необходимости). Подсистема стратегического планирования основывается на программах и проектах. Система планов включает также тактические планы, которые увязаны со стратегическими планами, но не входят в их структуру. *Тактические планы* призваны опередить такую тактику действий, при которой выпускаемая продукция будет находить своего потребителя.

Организационные формы планирования связаны с успешностью работы организации. Успешность, эффективность системы планирования определяется, в значительной мере, уровнем ее организации, которая направлена на планомерное объединение основных элементов системы планирования, включая компоненты: плановый персонал; механизм планирования; процесс обоснования, принятия и реализации плановых решений; средства, которые обеспечивают процесс планирования (информационное, техническое, математико-программное, организационное, лингвистическое обеспечение). Вся система организации планирования направлена на создание наиболее благоприятных условий для совершенствования процессов производства и управления организацией. Планирование и управление хозяйственной деятельностью транспортной организации тесно связаны между собой общими функциями производственного менеджмента: выбором цели, распределением ресурсов, организацией процессов, координацией работы, контролем выполнения, оплатой труда и т.п.

Основные функции высшего звена управления транспортной организацией состоят в принятии единой стратегии развития, обосновании цели планирования, выборе основных образов ее достижения, определении методов и технологии разработки планов. Руководители других звеньев управления, а также специалисты плановых служб разрабатывают все текущие и тактические планы, выполняют анализ состояния внутренней и внешней среды организации; прогнозирование развития подразделов; расчеты и оценку необходимых ресурсов, плановых показателей и т.п. Руководство планово-экономических служб организации осуществляет общие, научные, методологические и другие функции относительно управления всей текущей и перспективной деятельностью. Персонал плановых служб во главе с высшим руководством принимает участие в разработке стратегии развития организации, выборе и обосновании экономической цели, создании необходимой нормативной базы и т.п.



По результатам планирования разрабатывается производственная программа транспортной организации, которая включает следующие задачи:

- задание уровня сложности и качества транспортного обслуживания пассажиров или грузовладельцев;
- определение потребности в производственных ресурсах;
- прогнозирование экономических результатов хозяйственной деятельности транспортной организации;
- оценка конкурентоспособности.

Организация производственного процесса тесно связана с установлением *производственной мощности* транспортной организации, необходимой для выполнения максимального объема транспортной работы при полном использовании производственного оборудования и площадей на основе применения прогрессивной технологии, рациональной организации работы. Производственная мощность транспортной организации определяет уровень выполнения транспортной деятельности, верхнюю границу их объема. В конечном счете, производственная мощность означает способность транспортной организации выполнять транспортную деятельность на протяжении определенного периода рабочего времени. Верхняя ее граница обусловлена наличием производственных площадей, технологического оборудования, транспортных средств, трудовых ресурсов, материала и капитала.

Процесс формирования и использования производственной мощности транспортной организации зависит от многих взаимосвязанных факторов, которые могут быть разделены на две группы: 1) которые влияют на расширение видов деятельности и объемов работы; 2) которые влияют на повышение производительности труда и использование производственного оборудования, рабочих мест, транспортных средств. Увеличение объема работы зависит, прежде всего, от количества оборудования, транспортных средств и производственных площадей. Факторы повышения производительности использования оборудования и транспортных средств связаны, главным образом, с улучшением качественного состава технологического оборудования, усовершенствованием технологии, качеством предметов работы и квалификацией работников. Влияние указанных факторов находит свое отображение в величине трудоемкости транспортной деятельности. Производственная мощность и объемы транспортных услуг характеризуют технологию выполнения производственных процессов, состав и квалификацию персонала, динамику их роста и перспективы развития. Являясь величиной динамической, производственная мощность должна быть сбалансирована с производственной программой. При этом необходимо достичь равновесия между спросом и предложением на услуги транспортной организации. При превышении спроса над предложением в проектах транспортной организации предусматривают соответствующий прирост производственной мощности.

### 9.3 Основы управления транспортными организациями

Система управления транспортной организацией в целом включает управляющую (субъект управления) и управляемую (объект управления) подсистемы. В состав *управляющей* подсистемы включены органы управления организацией (административно-управленческий аппарат), а *управляемой* – подразделения организации, непосредственно осуществляющие производственно-технологический процесс.

Системные принципы управления транспортными организациями определяют выполнение ими в процессе транспортной деятельности различных функций:

- управления, включающее планирование, которое подразумевает определение количественных и качественных параметров работы транспортной организации в целом и его подсистем с целью достижения установленных результатов функционирования; организационные задачи, которые предусматривают размещение ресурсов транспортной организации и установление взаимосвязи между ними во времени и территориально;

- контроля, представляющее собой систему наблюдения за производственным процессом и выявления отклонений от целей управления, от принятых и установленных ограничений, осуществляемых на основе анализа данных учета по рассматриваемой транспортной системе и результатов ее функционирования;

- анализа – поиск причин отклонений выполнения производственного процесса, оценка их последствий и подготовка мероприятий по устранению отклонений фактических параметров от их плановых (целевых) значений;

- регулирования – управляющее воздействие на ресурсы транспортной организации с целью устранения выявленных отклонений при выполнении производственного процесса.

Производственный процесс транспортной организации постоянно испытывает воздействие внешней среды и внутренних условий, в результате чего возникают проблемы несоответствия между необходимым с позиции достижения цели состоянием объектов управления транспортной организации и фактически наблюдаемым их состоянием. Их решение представляется набором действий по преодолению несоответствия фактически наблюдаемого состояния транспортных объектов необходимому. Процесс принятия решения представляет собой выбор одного варианта действий из множества возможных. *Последовательность принятия (выработки) решения и его реализации:* анализ состояния системы и выявление проблемы; постановка (формулировка) задачи; определение возможных вариантов решений, оценка и отбор приемлемых из них; принятие решения, то есть выбор одного из множества альтернативных; планирование и организация исполнения решения; контроль исполнения решения, оценка его эффективности.

Доведение решения до исполнителей осуществляется *приказом* или *распоряжением* администрации транспортной организации. Исполнители на основе приказа (распоряжения) разрабатывают детальные планы и программы действий, в которых детализируют поставленные в приказе (распоряжении) задачи, определяют ответственных и сроки исполнения.

Весь период – от выявления проблемы до ликвидации причин, ее вызвавших, определяет *время реакции системы управления*, которое характеризует оперативность и гибкость системы управления. В практике работы автотранспортных организаций часто встречаются повторяющиеся ситуации, особенно при оперативном управлении. Для таких случаев заранее разрабатывают наиболее приемлемые варианты решений, заносят их в специальные каталоги или справочники, в базы данных компьютеров. Функции диспетчера в этом случае состоят в том, чтобы своевременно распознать ситуацию и выбрать для нее готовое решение из имеющихся их стандартных вариантов. Это значительно сокращает время реакции системы на принятие решения.

## 9.4 Диспетчерское управление перевозками

Основу диспетчерского управления перевозками составляет **диспетчерское регулирование и оперативное управление транспортными потоками**. При любом совершенном планировании перевозочного процесса плановые мероприятия могут выполняться эффективно лишь при условии диспетчерского регулирования. Диспетчеризация транспортных процессов представляет собой организационную работу персонала в реальном времени, направленную на достижение лучших результатов.

С учетом того, что в транспортной деятельности не бывает абсолютной стабильных планов, то быстро изменяемая эксплуатационная ситуация на транспортном полигоне требует их корректировки. Для оперативного управления движением транспортных средств на всех видах транспорта имеется диспетчерский аппарат, который осуществляет непрерывный контроль за перемещением транспортных средств и поддерживает жесткий режим их движения по графикам, а при необходимости вносит коррективы в его осуществление.

Диспетчерские графики фактического (исполненного движения), существенно отличаются от плановых графиков (стандартных). Система диспетчерского регулирования перевозок на транспорте формировалась постепенно в тесной взаимосвязи с изменениями производственной структуры и управленческого аппарата. С ростом размеров движения и при низком уровне пропускной способности линий транспортных коммуникаций уже во второй половине XIX в. стало ясно, что одних рекомендаций совещательных съездов работников транспортных организаций по совер-



шенствованию расписаний и графиков движения транспортных средств уже недостаточно. Поэтому стало объективно необходимым создание органа оперативного управления (диспетчерского) для повседневного регулирования наличия транспортных средств и оптимального использования пропускных способностей коммуникаций. В современных условиях используется система диспетчерского управления, построенная на основе создания региональных автоматизированных центров диспетчерского управления транспортными потоками и безопасности перевозок, что становится актуальной задачей при введении платных автодорог, когда требуется создание дополнительных условий технического регламента, связанных с оплатой за пользование автодорогами и исключения «заторов» в пунктах оплаты.

**Диспетчерское управление перевозками на автомобильном транспорте** включает: сменно-суточное планирование; разработку заданий водителям (разнарядка); оформление путевой документации; выпуск подвижного состава на линию и контроль возвращения его с линии; диспетчерское управление в ходе перевозок; прием путевой и товарно-сопроводительной документации, учет и контроль выполнения планов перевозок; диспетчерский отчет о выполнении перевозок. Оно сопровождается оформлением соответствующей документации, включающей: заявки (заказы) на перевозку; сменно-суточный план перевозок; маршрутные листы; путевые листы; товарно-транспортные накладные; диспетчерский доклад о выполнении суточного оперативного плана перевозок грузов.

Документы обрабатываются на основании результатов расчетов по заданию. Используются *исходные данные*: наименование и месторасположение грузоотправителей и грузополучателей, объемы перевозок грузов конкретно по грузополучателям, реквизиты, данные о подвижном составе, водителе и др. *Разрабатываемые документы*: заявки (заказы) на перевозку – от одного клиента (заказчика перевозки); маршрутный лист – водителю, выполняющему перевозку по развозочно-сборному маршруту; сменно-суточный план перевозок – по результатам, полученным в процессе расчета на всю перевозку; путевой лист и товарно-транспортные накладные (на один оборот) – водителю, работающему на развозочно-сборном маршруте; диспетчерский доклад, журнал учета движения путевых листов – на всю перевозку в соответствии с заданием.

*Последовательность обработки документов*: весь объем перевозок грузов за рабочий день условно распределяется между пятью–шестью получателями; разрабатывается заявка на перевозку грузов одному клиенту; на основании задания на смену определяется потребность в выделении подвижного состава, устанавливаются маршрутные задания водителям и разрабатывается сменно-суточный план перевозок; заполняется путевой лист на один автомобиль.

*Перевозка сопровождается следующими документами:*



- 1) товарно-транспортной накладной: вначале заполняется товарный раздел, затем транспортный раздел «грузоотправитель – водитель», «водитель – грузополучатель»;
- 2) путевым листом (в должности водителя) по итогам перевозки;
- 3) оформление раздела товарно-транспортной накладной;
- 4) заполнение раздела путевого листа «Результаты работы автомобиля и прицепов» – по данным путевого листа и товарно-транспортных накладных;
- 5) разработка «Диспетчерского доклада о выполнении суточного оперативного плана перевозок грузов» по данным, получаемым в результате обобщения путевых листов, и недостающим данным за смену – по результатам планирования перевозок.

Современная концепция диспетчерского управления автотранспортными потоками предусматривает организационное разделение монопольной и конкурентной сфер деятельности автотранспортных организаций, отделение функций государственного регулирования от функций хозяйственного управления перевозками. Монопольный сектор представляют: транспортная инфраструктура и обеспечение технологии перевозочного процесса с безопасной организацией дорожного движения; услуги, оказываемые инфраструктурой (придорожного сервиса); технические и информационные подсистемы, обеспечивающие управление движением транспортных средств, формирование заказов на пользование транспортной инфраструктурой; регулируемая система разработки графика движения транспортных средств (особенно в производственной логистике, где требуется точность исполнения заказа на перевозку по времени). Конкурентный сектор включает прочие виды деятельности, связанные с выполнением начально-конечных операций по грузовой и коммерческой работе, обслуживанием пассажиров; использованием подвижного состава в конкурентных областях транспортной деятельности; рекламной деятельностью и др.

Такое разграничение сфер транспортной деятельности требует диспетчерского управления различных форм регулирования, в том числе деятельности перевозчиков различных государств. При этом принципиальное значение имеет технико-экономическое обоснование схемы размещения районных центров управления перевозками и оперативных центров управления, что требует обоснованного выбора границ соответствующего полигона транспортной сети с учетом: расположения пунктов массового зарождения и погашения грузовых и пассажиропотоков; размещения транспортных узлов с предоставлением различного рода услуг; границы полигонов или удлинённых участков обращения автотранспортных средств; месторасположения устройств технической эксплуатации (станций технического обслуживания, автозаправочных станций и др.); границы городских и пригородных зон крупных городов; полигонов обращения замкнутых кольцевых

маршрутов; разрешающих возможностей технических средств диспетчерского управления по количеству управляемых и контролируемых объектов.

*Каждый укрупненный район диспетчерского управления должен обладать технологической самостоятельностью* (принцип технологических модулей). Такой район может включать одно или несколько наиболее значительных направлений (часть международных транспортных коридоров). В состав одного района можно включать полностью направления, проходящие между границами государства, что позволяет оптимизировать условия формирования и пропуска транспортного потока для улучшения использования, как транспортных средств, так и транспортной инфраструктуры.

В современных условиях, когда в процессе перевозки участвуют несколько видов транспорта и широко используются контейнеры в комбинированных перевозках по схеме «автомобиль – железная дорога – автомобиль» с реализацией одной из двух схем продвижения контейнерных поездов, диспетчерская система выходит за рамки одного вида транспорта. При этом схемы перевозки включают подвоз и вывоз контейнеров:

- автотранспортном в зоне транспортного узла и перемещение по железной дороге в однопутных маршрутных поездах;

- с перемещением по железной дороге в групповых поездах с обменом групп на сортировочной станции в пути следования; перемещение в поездах автоприцепов без тягачей или использование обменных тягачей при трансграничных перевозках. Комбинированные перевозки по указанным схемам, согласно опыту ФРГ, оказываются выгодными для предприятий обоих видов транспорта. При этом дальность перевозок по железной дороге (критическое расстояние) при доставке по системе «ночной прыжок» изменяется от 450 до 700 км. Такая работа диспетчерских служб определяет эффективность перевозки грузов в целом – от заказа до поступления денег за перевозку.

Все большую роль в диспетчерском управлении транспортными потоками в товаропроводящих сетях играет логистическая концепция с доставкой грузов *по системе «точно в срок»*. Логистика как средство и инструмент организации материальных потоков с целью повышения эффективности производства, преодоления присущей рыночным отношениям энтропии (неопределенности) и получения «синергического» эффекта становится основой диспетчерского управления товародвижением.

Проблема централизации диспетчерского управления транспортными потоками решается одновременно с решением проблем, связанных с информатизацией и поэтапной реструктуризацией системы управления на транспорте, что усложняет выбор оптимального варианта управления как грузовыми, так и пассажирскими потоками, что приводит к существенным потерям национальных перевозчиков грузов и пассажиров.

## 9.5 Устойчивость функционирования транспортных организаций

Устойчивость функционирования транспортных организаций определяется по двум основным параметрам:

- финансовая – это способность субъекта хозяйствования функционировать и развиваться, сохранять равновесие своих активов и пассивов в изменяющейся внутренней и внешней среде, гарантирующее его постоянную платежеспособность и инвестиционную привлекательность в границах допустимого уровня риска;

- функционально-технологическая – способность исполнения производственных функций транспортной организацией при нарушении производственного цикла в организации в целом или в одной из её подсистем.

Основу финансовой устойчивости транспортной организации составляет хозяйственное состояние, которое может принимать три фазы: может быть устойчивым, неустойчивым (предкризисным) и кризисным. Способность организации своевременно производить платежи, финансировать свою деятельность на расширенной основе, переносить непредвиденные потрясения и поддерживать свою платежеспособность в неблагоприятных обстоятельствах свидетельствует о его устойчивом хозяйственном состоянии, и наоборот.

Устойчивое хозяйственное положение в свою очередь оказывает положительное влияние на выполнение производственных планов и обеспечение нужд производства необходимыми ресурсами. Поэтому финансовая деятельность как составная часть хозяйственной деятельности должна быть направлена на обеспечение планомерного поступления и расходования денежных ресурсов, выполнение расчетной дисциплины, достижение рациональных пропорций собственного и заемного капитала и наиболее эффективное его использование. Она тесно увязана с финансовым состоянием организации, от результатов которого зависит результативность его производственной, коммерческой и финансовой деятельности. Если производственные и финансовые планы успешно выполняются, то это положительно влияет на финансовое состояние предприятия, и, наоборот, в результате невыполнения плана по производству и реализации продукции происходит повышение ее себестоимости, снижается выручка и сумма прибыли, следовательно, ухудшается финансовое состояние предприятия и его платежеспособность.

Для оценки устойчивости хозяйственного состояния транспортной организации используется система показателей, характеризующих изменения: структуры активов организации, финансовой устойчивости организации, платежеспособности организации, запаса его финансовой устойчивости. Показатели должны быть такими, чтобы все те, кто связан с организацией экономическими отношениями, могли ответить на вопрос, насколько она



является надежной как партнер, следовательно, принять решение об экономической выгоде продолжения отношений с ним. Относительные показатели можно сравнивать: с общепринятыми «нормами» для оценки степени риска и прогнозирования возможности банкротства; аналогичными данными других предприятий, что позволяет выявить сильные и слабые стороны предприятия и его возможности; аналогичными данными за предыдущие годы для изучения тенденции улучшения или ухудшения финансового состояния предприятия.

Оценка финансовой устойчивости проводится на основе анализа: имущественного состояния, динамики и структуры источников его формирования; ликвидности и платежеспособности; коэффициентов финансовой устойчивости.

Основным источником информации для анализа хозяйственной устойчивости деятельности транспортной организации служит *баланс* результативности её работы – система показателей, характеризующая поступление и расходование средств путем их сравнения. Это сводная ведомость, отражающая в денежной форме средства предприятия по их состоянию, размещению, использованию и источникам образования. Он показывает состояние хозяйственных средств и их источников на данный момент, которые постоянно изменяются и находятся в движении.

Устойчивость транспортной организации определяет также её ликвидность, под которой понимают возможность реализации материальных и других ценностей и превращения их в денежные средства. По степени ликвидности имущества транспортной организации можно разделить на четыре группы:

1) первоклассные ликвидные средства (денежные средства и краткосрочные финансовые вложения);

2) легкорезализуемые активы (дебиторская задолженность, готовая продукция и товары);

3) среднерезализуемые активы (производственные запасы, МБП, незавершенное производство, издержки обращения);

4) труднореализуемые или неликвидные активы (нематериальные активы, основные средства и оборудование к установке, капитальные долгосрочные финансовые вложения).

Для проведения анализа финансовой устойчивости достаточно ограничиться следующими показателями, отражаемыми *коэффициентами*:

– *соотношения заемных и собственных средств* – качественную структуру и скорость оборачиваемости материальных оборотных средств, увеличение собственных средств или дебиторской задолженности, значение коэффициента может превышать единицу;

– *долга* -- отношения заемных средств к валюте баланса. В соответствии с международным стандартом (европейским) оно может быть до 50%. Тенденцию нормальной устойчивости подтверждает и коэффициент долга: если доля заемных средств в валюте баланса снижается, то очевидна тенденция



укрепления финансовой устойчивости предприятия, что делает его более привлекательным для деловых партнеров. Нормативное значение коэффициента должно быть меньше или равно 0,4;

- *автономии* – отношения собственных средств к валюте баланса предприятия. Он является наиболее общим показателем финансовой устойчивостью предприятия. Пороговое значение показателя – 60 %;

- *финансовой устойчивости* – отношения итога собственных и долгосрочно заемных средств к валюте баланса предприятия. Оптимальное значение этого показателя составляет 0,8–0,9;

- *маневренности собственных средств* – отношения его собственных оборотных средств к сумме источников собственных средств. Он показывает величину собственных оборотных средств, приходящихся на один рубль собственного капитала. Уровень коэффициента маневренности зависит от характера деятельности предприятия. Поэтому нормативное значение данного коэффициента – 0,2–0,5;

- *устойчивости структуры мобильных средств* – отношения чистого оборотного капитала ко всему оборотному капиталу. Общепринятого стандарта по данному коэффициенту нет;

- *обеспеченности оборотного капитала собственными источниками финансирования* – отношения собственных оборотных средств к оборотным активам. Он показывает, какая часть оборотных активов финансируется за счет собственных источников и не нуждается в привлечении заемных. Оптимальное значение критерия данного показателя должно быть не ниже 0,6.

Функционально-технологическая устойчивость работы транспортной организации позволяет ей реализовать виды функциональной деятельности в заданных экономических пределах. Она направлена на выполнение технического регламента для подвижного состава – нормативного пробега автомобиля или автобуса между видами технического обслуживания и ремонта; потребление топливно-энергетических ресурсов в пределах установленных норм; эффективное потребление трудовых ресурсов при нарушении регламента перевозки (попадания в «автомобильные пробки»), ДТП, замедлении продвижения транспортного потока. Особенно это касается транспортных организаций, выполняющих социальные перевозки в городском и пригородном сообщении. Они осуществляют свою деятельность в условиях дотационной экономики, но это требует четкого выполнения организационно-технологических регламентов и учета внешних факторов – состояния транспортных коммуникаций и подвижного состава (степень его износа), уровень его инновационности (современные или устаревшие конструкции при физической новизне), отношение финансовой системы к потребностям транспортных организаций. В итоге функционально-технологическая устойчивость работы транспортной организации становится важным элементом её устойчивости в целом.

---

# 10 УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

---

## 10.1 Риски в транспортной деятельности

**Р**иск – это возможный убыток или потери от какой-либо деятельности, обусловленные изменчивостью рыночной конъюнктуры. В транспортной деятельности риски формируются в двух областях: при организации перевозочного процесса и в инновационной деятельности.

При организации перевозочного процесса возникают следующие виды рисков:

- *главный* – неопределенность, связанная с принятием решений, реализация которых происходит только с течением времени. Поэтому при разработке транспортных или инновационных проектов транспортной организацией учитывается вероятностный характер ожидаемого результата;

- *чистый* – действия, результатом которых являются либо потери, либо отсутствие их, но возможностей для получения определенной выгоды нет (пожар, смерть главного действующего лица организации, банкротство, хищение, дорожно-транспортное происшествие, изменение транспортной политики государства и т. д.);

- *спекулятивный*, при котором транспортная организация либо выигрывает, либо проигрывает (при покупке недвижимости или бывшего в эксплуатации подвижного состава с целью получения дополнительной прибыли). В большинстве случаев используется в условиях агрессивной конкуренции, когда нужно исключить конкурирующие организации из национального рынка транспортных услуг;

- *фундаментальный*, связанный с экономическими, политическими, социальными и природными потрясениями, воздействию которых подвержено человеческое общество, – наводнения и землетрясения, инфляция, войны и т. д.

Во всех формах риска имеется угроза того, что некое событие или действие негативно повлияет на способность транспортной организации успешно достичь своих целей или реализовать свои стратегии. Источники риска делятся на внешние и внутренние. *Внутренние* – источники риска, происходящие в основном от «человеческого фактора» (низкая квалификация работников, старое оборудование и подвижной состав, плохо развитая транспортная инфраструктура и т. д.). *Внешние* – это природные катастрофы

(наводнения, землетрясения и т. д.), некорректные действия конкурентов, правительства т. д. Особое место среди внешних источников стал занимать «сбой компьютерной техники в сетях», хакерские атаки, мошеннические операции, рейдерские действия.

По месту возникновения различают риски:

- *производственный*, связанный с автотранспортной (перевозки грузов и пассажиров), производственной (ремонтные работы технического регламента) и подсобно-вспомогательной деятельностью;
- *коммерческий*, возникающий в процессе автотранспортной деятельности;
- *финансовый*, возникающий в сфере отношений с финансовыми учреждениями: получение кредитов, финансирование производственной деятельности.

Риски могут возникать или изменяться вследствие следующих обстоятельств:

- *изменения в окружении организации* (макроэкономические изменения, в том числе связанные с изменениями в нормативной среде, могут привести к изменениям в конкурентном давлении и к значительным изменениям рисков);
- *приёма нового персонала* (новые сотрудники могут иметь иную точку зрения на систему внутреннего контроля или иные приоритеты);
- *изменения уже применяемых информационных систем и учетной политики* (значимые и быстрые изменения в информационных системах могут изменить и риски, связанные с ослаблением системы внутреннего контроля производственного цикла);
- *ускоренного развития транспортной организации* (действующие средства контроля могут не справиться с возросшим объемом операций и способствовать усилению риска их несоответствия новым условиям деятельности);
- *внедрения новых технологий* (в производственные процессы, информационные системы, что может изменить риск, связанный с системой внутреннего контроля и выполнения перевозочного процесса с большими потерями для транспортной организации);
- *новых подходов к ведению хозяйственной деятельности* [новые виды товаров, работ, услуг, освоение новых видов транспортной деятельности (оказание услуг грузового и пассажирского такси, ведение туристической деятельности и т. д.), в отношении которых транспортная организация имеет небольшой опыт, что может стать причиной появления новых рисков];
- *реструктуризации деятельности*, которая может сопровождаться сокращением численности персонала и изменениями в распределении обязанностей, а также выполняемых сотрудниками функций, которые также могут изменить риск по основной деятельности организации;
- *расширения операций на территории иностранных государств* (расширение объема хозяйственных операций за рубежом, открытие дочерних предприятий, филиалов, создание совместных видов транспортной деятельности, совместного предприятия, инвестиции в зарубежные предприятия и т. д.);



– *новых принципов*, стандартов, положений, инструкций в области ведения хозяйственной деятельности – учета и подготовки отчетности. Принятие новых учетных принципов или их изменение может повлиять на риски, связанные с подготовкой финансовой (бухгалтерской) отчетности.

**Основные риски, связанные с инновационными проектами**, можно подразделить на следующие виды:

– экономические, вызванные финансированием транспортного проекта, принятием и реализацией экономических решений;

– оригинальные, обусловленные возможной невостребованностью предлагаемых технологий и результатов транспортной деятельности на рынке транспортных услуг;

– технологической неадекватности, возникающий из-за принципиальной разницы между технологией как продуктом интеллектуальной деятельности и технологией как объектом инвестирования;

– финансового несоответствия, когда выделяемые средства на реализацию инновационного проекта для транспортной организации не соответствуют его содержанию;

– неуправляемости проектом, возникающий из-за недостаточной проработки проекта на стадии ТЭО;

– юридический, диктуемый необходимостью соблюдения нормативных актов о защите интеллектуальной собственности, обязательств при исполнении договоров, определением прав на интеллектуальные разработки.

**Последствия рисков:**

– снижение производительности труда, незапланированные простои оборудования и недоиспользование производственных мощностей и подвижного состава, потери рабочего времени, повышение процента брака;

– снижение цены (тарифа) на транспортные услуги, связанное с неблагоприятной рыночной конъюнктурой, недостаточным качеством выполняемых работ, падением спроса и т. д.;

– рост цен на материальные, топливно-энергетические и трудовые ресурсы, что ведет к росту затрат на выполнение транспортной деятельности и снижению доходности автотранспортной организации;

– перерасход ресурсов: трудовых (наличие сверхурочных работ и простоев), материалов, топлива, энергии, низкий технологический ресурс подвижного состава (малый межремонтный пробег подвижного состава, простои ремонтного оборудования и т. д.);

– непредвиденный рост транспортных и складских расходов, торговых издержек, накладных и прочих расходов, переплата налогов и прочих отчислений по различным причинам;

– штрафы, пени, неустойки в связи с задержкой поставки, платежей, рекламаций и т. д.

Процесс оценки рисков транспортной организацией представляет собой выявление и, по возможности, разработку мероприятий по устранению рисков хозяйственной деятельности, а также их возможных последствий. При



выявлении возможных рисков руководство транспортной организации рассматривает их значимость, вероятность возникновения и способы управления ими. При оценке рисков:

- 1) выявляют возможные риски хозяйственной деятельности, имеющие отношение к финансовой деятельности;
- 2) оценивают значимость и вероятность возникновения рисков;
- 4) решают вопрос о способах управления рисками;
- 5) выполняют стандартизацию банковских операций и других сделок (порядок, процедуры, технологии осуществления операций и сделок, заключения договоров);
- 6) устанавливают новый, более жёсткий внутренний порядок согласования (визирования) юридической службой заключаемых кредитной организацией договоров и проводимых банковских операций и других сделок, отличных от стандартизированных;
- 7) проводят анализ влияния факторов правового риска (как в совокупности, так и в разрезе их классификации) на показатели деятельности кредитной организации;
- 8) выполняют процедуры по подчинению юридической службы кредитной организации единоличному исполнительному органу;
- 9) оптимизируют нагрузку сотрудников, обеспечивая постоянное повышение квалификации;
- 10) обеспечивают доступ максимального либо минимального количества служащих к актуальной информации транспортной организации;
- 11) стимулируют служащих в зависимости от влияния их деятельности на уровень риска.

Сама идея оценки риска отражает смещение акцента с последующего наступления негативного события (кто виноват?) на предварительный контроль (какое негативное событие может наступить? что сделать, чтобы избежать этого?). Целью мероприятий по снижению рисков для автотранспортной организации является наиболее раннее выявление возможных нарушений, недостатков и неэффективного использования ресурсов, технологического оборудования и транспортных средств.

Способы уменьшения последствий рисков в транспортной деятельности:

- уклонение от риска, зачастую отказ от прибыли;
- удержание риска за инвестором в пределах имеющихся собственных сумм для покрытия убытков в случае проигрыша;
- передача риска страховому обществу;
- снижение риска при сокращении вероятности наступления рискового события и ожидаемого объема потерь.

Чтобы сократить негативное воздействие рисков на реализацию инновационных проектов транспортной организации, следует ими управлять: своевременно оценивать и обнаруживать; принимать меры воздействия и контроля. Возможны следующие варианты действий: уклонение – инвестор и

исполнитель инновационного проекта готовы нести большие издержки на проведение различных страхующих мероприятий; сознательный риск – готовность нести ответственность за его последствия; безразличие – стремление к оптимизации затрат на смягчение последствий и взвешенное применение различных инструментов и методов страхования от последствий.

## 10.2 Проекты в транспортной деятельности

Разработка проектов в области транспортной деятельности в мировой практике основана на научных методах. Каждый вид транспортной деятельности считается проектом. Понятия «проект» и «управление проектами» связаны с необходимостью управления изменениями, происходящими в транспортных организациях при выполнении проекта перевозочного процесса. Управление проектами является неотъемлемой частью повседневной деятельности руководителей разного уровня. Многие руководители необходимость использования формализованных методов управления проектами связывают с крупными проектами. Однако даже в транспортных организациях с небольшими объемами работы реализация транспортных проектов составляет значительную часть их деятельности.

Применение формализованных методов управления проектами позволяет более обоснованно определять цели инвестиций и оптимально планировать инвестиционную деятельность транспортных организаций, более полно учитывать проектные риски, оптимизировать использование имеющихся ресурсов и избегать конфликтных ситуаций, контролировать исполнение составленного плана, анализировать фактические показатели и вносить своевременную коррекцию в ход работ, накапливать, анализировать и использовать в дальнейшем опыт реализованных проектов. Таким образом, система управления проектами является одной из важнейших компонент всей системы управления транспортной организацией.

**Определение проекта.** Проект – это ограниченное по времени, целенаправленное изменение состояния отдельной системы с установленными требованиями к качеству результатов, возможными рамками расхода ресурсов и спецификой транспортной организации. Характерными признаками проекта являются: направленность на получение конкретного результата; ограниченность по продолжительности исполнения и используемым ресурсам; целенаправленность (координированное выполнение взаимосвязанных действий). Кроме того проекты характеризуются и уникальностью, т. е. наличием новизны (неповторимости) составляющих частей проекта и всего проекта в целом. Действия по реализации проекта транспортной деятельности, как правило, выходят за рамки обычных операций транспортной орга-

низации. Поэтому требуются специалисты, обладающие специальными навыками и знаниями, а также наличие возможности выполнения отдельных заданий у разных сотрудников из разных подразделений, а иногда и из других организаций, занимающихся транспортной деятельностью.

Транспортные проекты классифицируются:

- *по масштабу исполнения* — монопроекты (с однообразием транспортной деятельности при их исполнении); мультипроекты (не выходящие за рамки транспортной организации. Например, перевозка пригородных пассажиров автобусами); мегапроекты (проекты, в которых участвуют несколько транспортных организаций или видов транспорта. Например, туристические проекты, в которых участвуют авиационный, железнодорожный и автобусный виды транспорта);

- *типу* — технические, экономические, организационные, социальные, юридические, другие (в зависимости от главной цели транспортного проекта), смешанные (сочетающие в себе несколько типов);

- *длительности исполнения* — краткосрочные (исполняемые в течение сезона или не более 1 года); среднесрочные (от 1 года до 5 лет); долгосрочные (свыше 5 лет);

- *сложности исполнения* — простые, сложные, очень сложные.

Проекты могут быть классифицированы по видам и в зависимости от характера предметной области их исполнения.

**Структура проекта.** С учётом того, что транспортные проекты ориентированы на достижение конкретных целей в рамках жестко ограниченных ресурсов и времени, то для достижения поставленных перед проектом цели она разбивается на несколько составляющих элементов (целей следующего уровня). Ресурсы, выделенные для реализации проекта в целом, также распределяются между целями каждого уровня. Для достижения каждой из этих целей назначаются сроки получения конечных результатов (которые определяют ограничения по времени для реализации составляющих проект задач) и члены команды по управлению и исполнению проекта, ответственные за данное направление транспортной деятельности.

После того, как проект в целом детализирован по целям нижних уровней и определены ресурсы и ограничения для достижения этих целей, описанный цикл декомпозиции повторяется по отношению к целям каждого уровня до тех пор, пока не будет получен план действий, детализированных по целям и задачам наименьшего уровня исполнения проекта. Полученная таким образом иерархическая структура задач представляет собой «*дерево целей*» транспортного проекта (рисунок 10.1).



Рисунок 10.1 – «Дерево целей» транспортного проекта

На основе структурной модели проекта и структурной схемы организации проекта строится «матрица распределения ответственности». По структуре проекта и данным о стоимости отдельных элементов проекта строится «дерево стоимости» проекта. Структурная схема материально-технического обеспечения проекта называется «деревом ресурсов» проекта. Совокупность вероятностей наступления негативных событий при реализации проекта описывается «деревом рисков» проекта (рисунок 10.2).

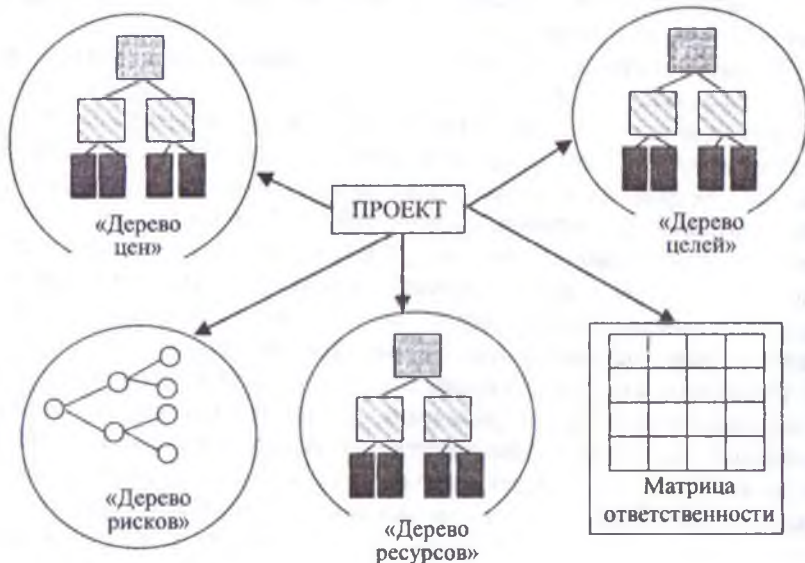


Рисунок 10.2 – Структура транспортного проекта



**Направленность проекта на достижение целей.** Проекты нацелены на получение определенных результатов – на достижение целей. Эти цели являются движущей силой проекта, и все усилия по его планированию и реализации предпринимаются для того, чтобы эти цели были достигнуты. Проект обычно предполагает целый комплекс взаимосвязанных целей: расширение туристических услуг (транспортная составляющая); замена подвижного состава; открытие новых пассажирских маршрутов; повышение объема перевозок и доходов автотранспортной организации.

**Ограничения продолжительности исполнения проекта.** Проекты транспортной деятельности выполняются в течение конечного периода времени. У них есть более или менее четко выраженные начало и завершение. Проект заканчивается, когда достигнуты его основные цели. Значительная часть усилий при работе с проектом направлена именно на обеспечение завершения проекта в намеченное время. Отличие транспортного проекта от производственной системы заключается в том, что проект является однократным или многократным с циклической деятельностью. Когда исчезает спрос на транспортные услуги, производственный цикл по проекту завершается. Производственные циклы в чистом виде не являются проектами. Транспортный проект как система деятельности существует ровно столько времени, сколько его требуется для получения конечного результата. Концепция проекта, однако, не противоречит концепции фирмы или предприятия и вполне совместима с ней. Иногда проект часто становится основной формой деятельности транспортной организации.

**Уникальность проектов.** Транспортные проекты представляют собой мероприятия с часто повторяющимся циклом или неповторяемые. Основные источники уникальности могут быть заложены в специфике конкретной производственной ситуации, специфических требованиях к проекту, жестких ресурсных или временных ограничениях. Например, организация перевозок пассажиров на внутригородских линиях общественным транспортом. В часы «пик» работают дополнительные транспортные средства по расписанию данного периода. В другие периоды суток они не работают на маршрутах. При этом реализация такого проекта требует действий от транспортной организации, которые никогда раньше не предпринимались. И поскольку прошлый опыт может в данном случае лишь ограниченно подсказывать, чего можно ожидать при выполнении проекта, проект полон риска и неопределенности.

### 10.3 Управление проектами

Каждая транспортная организация выполняет транспортные услуги, работы по техническому регламенту подвижного состава. Все организации хотят работать так, что бы их услуги были предоставлены в нужное время с минимальными затратами и привели бы к максимально возможному удовлетворению потребителя (заказчика) и при этом приносили максимальный доход. Не-

удачи в достижении этих целей ведут к негативным последствиям для транспортной организации (иногда к банкротству и ликвидации). При управлении транспортными проектами решаются пять главных вопросов, которые определяют необходимость управления проектами в транспортной организации:

- 1) насколько сложным является исполнение проекта технически;
- 2) присутствуют ли изменяющиеся строгие ограничения со стороны окружающей среды или регулирующих органов;
- 3) какой уровень строгости условий продолжительности исполнения проекта или бюджетных ограничений;
- 4) есть ли необходимость интеграции в транспортном проекте нескольких задач разного уровня исполнения;
- 5) какие ограничения по расширению границы функциональности проекта имеются в нескольких направлениях. Если хотя бы на один из этих вопросов имеет положительный ответ, то стоит задуматься о применении управления проектами в определенной форме.

Тот факт, что транспортные проекты ориентированы на достижение конкретной цели, имеет огромный внутренний смысл для управления ими. Прежде всего, он предполагает, что важной чертой управления проектами является точное определение и формулирование целей, начиная с высшего уровня, а затем постепенно снижаясь до наиболее детализированных целей и задач. Кроме того, отсюда следует, что транспортный проект можно рассматривать как преследование тщательно выбранных целей транспортной организации, и что продвижение проекта в реальное исполнение связано с достижением целей более высокого уровня, пока не будет достигнута конечная цель.

**Задача управления проектом.** Управление транспортными проектами заключается в осуществлении и доведении проекта до логического завершения путем организации и управления ресурсами и временем. Как уже было отмечено, каждый проект содержит в себе несколько отличительных черт, делающих его уникальным. Отчасти из-за своей уникальности любой транспортный проект – изначально рискованное мероприятие. Управление проектом – интегрированный процесс, определяющий искусство руководства и координации людских и материальных ресурсов на протяжении жизненного цикла проекта путем применения современных методов и техники управления для достижения определенных в проекте результатов по составу и объему работ, стоимости, времени, качеству и удовлетворённости участников проекта.

**Жизненный цикл и фазы проекта.** *Полная совокупность различных стадий развития транспортного проекта образуют его жизненный цикл.* Начало жизненного цикла проекта совпадает по времени с началом проекта, а его окончание – с завершением проекта. Любой проект проходит через определенные фазы в своем развитии, которые могут различаться в зависимости от сферы деятельности и принятой системы организации работ. При этом у каждого проекта можно выделить начальную стадию, стадию реализации и стадию завершения работ по проекту. Понятие жизненного цикла проекта является одним из важнейших, поскольку именно текущая стадия

определяет задачи и виды деятельности персонала, занятого управлением проектом, используемые методики и инструментальные средства. Наиболее традиционным является разбиение проекта на крупные этапы: разработка концепции проекта, планирование (разработка), реализация и завершение.

Концепция проекта. Разработка концепции проекта, по существу, подразумевает функцию выбора проекта. Проекты инициируются в силу возникновения потребностей на рынке транспортных услуг, которые нужно удовлетворить. Однако в условиях дефицита ресурсов у транспортных организаций невозможно удовлетворить все потребности без исключения. Решения принимаются, исходя из наличия ресурсов, и в первую очередь – финансовых возможностей транспортных организаций, сравнительной важности удовлетворения одних потребностей и игнорирования других, сравнительной эффективности транспортных проектов. Решения по отбору транспортных проектов к реализации тем важнее, чем масштабнее предполагается проект, поскольку крупные проекты определяют направление деятельности на будущее (иногда на годы) и связывают имеющиеся финансовые и трудовые ресурсы.

Определяющим показателем формирования транспортного проекта является альтернативная стоимость его исполнения. Для сравнительного анализа проектов на данном этапе применяются методы проектного анализа, включающие в себя финансовый, экономический, коммерческий, технологический, организационный, экологический, анализ рисков и другие виды анализа проекта.

Разработка проекта. Разработка проекта производится в течение всего срока его реализации (вносятся поправки и корректировки в процессе реализации проекта). В самом начале жизненного цикла проекта обычно разрабатывается неофициальный предварительный план – грубое представление о том, что потребуется выполнить в случае реализации проекта. Решение о выборе проекта в значительной степени основывается на оценках предварительного плана. Формальное и детальное планирование проекта начинается после принятия решения о его реализации. Определяются ключевые точки (вехи) проекта, формулируются задачи (работы) и их взаимная зависимость. Именно на этом этапе используются системы для управления проектами, предоставляющие руководителю проекта набор средств для разработки формального плана: средства построения иерархической структуры работ, сетевые графики и диаграммы, средства назначения и гистограммы загрузки ресурсов. Как правило, план проекта не остается неизменным, и по мере его осуществления подвергается постоянной корректировке с учетом текущей ситуации.

Реализация проекта. После утверждения проекта и по мере его осуществления проводится постоянный контроль хода работ по проекту, делается анализ возможного влияния отклонений в выполненных объемах работ на ход реализации проекта в целом и в выработке соответствующих дополнительных управленческих решений. Например, если отставание от графика движения транспортных средств выходит за приемлемый уровень отклоне-



ния, то может быть принято решение об ускорении решения определенных критических задач за счет выделения на них большего объема ресурсов.

**Завершение проекта.** Работа по проекту завершается, когда достигнуты поставленные перед ним цели. Иногда окончание проекта бывает внезапным и преждевременным (например, закрытие пассажирского маршрута), как в тех случаях, когда принимается решение прекратить проект до его завершения по графику. Когда проект заканчивается, то выполняется ряд мероприятий, завершающих проект. Конкретный характер этих мероприятий зависит от характера транспортного проекта.

**Процессы управления проектом.** Обычно транспортный проект состоит из нескольких процессов. Процесс – совокупность действий, приносящая результат. Процессы транспортного проекта делятся на две основные группы: 1) касающиеся организации и описания работ проекта; 2) ориентированные на конечный продукт – касающиеся спецификации и производства продукта (транспортных услуг). Эти процессы определяются жизненным циклом проекта и зависят от области приложения. В транспортных проектах процессы управления проектами и процессы, ориентированные на конечный результат, накладываются и взаимодействуют. В частности, цели проекта не могут быть определены при отсутствии понимания того, как получить конечный результат. Процессы управления проектами условно делят на шесть основных групп, реализующих различные функции управления:

- 1) инициации – принятие решения о начале выполнения проекта;
- 2) планирования – определение целей и критериев успеха проекта и разработка рабочих схем их достижения;
- 3) исполнения – координация людей и других ресурсов для выполнения плана;
- 4) анализа – определение соответствия плана и исполнения проекта поставленным целям и критериям успеха и принятие решений о необходимости применения корректирующих воздействий;
- 5) непосредственного управления – определение необходимых корректирующих воздействий, их согласование, утверждение и применение;
- 6) завершения – формализация выполнения проекта и подведение его к упорядоченному финалу.

Процессы управления транспортными проектами накладываются друг на друга и происходят с разными значениями интенсивности на всех стадиях проекта. Кроме того, процессы управления проектами связаны своими результатами – результат выполнения одного проекта создает исходную информацию для другого и т. д. При этом имеются взаимосвязи групп процессов различных фаз проекта. Например, закрытие одной фазы может являться входом для инициации следующей фазы (например, завершение фазы сезонных перевозок пассажиров требует разработки проекта перевозок пассажиров в период межсезонья: выбор частоты движения, марки автобуса, ограничений для маршрутной сети). В транспортных проектах фазы их исполнения могут не только предшествовать друг другу, но и накладываться. Повторение иници-



инициации на разных фазах проекта помогает контролировать актуальность выполнения проекта. Если необходимость его осуществления отпала, очередная инициация позволяет вовремя это установить и избежать излишних затрат.

Процессы инициации – решение о переходе на следующую фазу проекта. Важным моментом при реализации транспортных проектов является выбор момента инициации следующей стадии проекта или его закрытия и начала реализации нового.

Основные процессы планирования имеют большое значение для транспортного проекта, поскольку проект содержит то, что ранее могло не выполняться (продление маршрута перевозки, уменьшение или увеличение количества остановок и т. д.). В ходе исполнения проекта процессы планирования многократно повторяются. Изменениям могут подвергнуться цели проекта, его бюджет, ресурсы и т. д. Основные процессы планирования:

- *планирование целей* – постановка задачи (проектное обоснование, основные этапы и цели проекта);
- *декомпозиция целей* – разделение проектов на этапы исполнения и каждого из этапов проекта на более мелкие и более управляемые компоненты для обеспечения более действенного контроля за результативностью проекта;
- *определение состава технологических операций (работ)* по проекту – составление перечня технологических операций, из которых состоит выполнение различных этапов проекта;
- *определение взаимосвязей технологических операций* – составление и документирование технологических взаимосвязей между операциями;
- *оценка продолжительности технологических операций* – продолжительность выполнения маршрута движения или объемов работы, количество рабочих временных интервалов либо объемов работ, необходимых для завершения отдельных операций;
- *определение ресурсов* (людей, оборудования, материалов, топлива, электроэнергии, шин и т. д.), необходимых для реализации проекта, – общего количества ресурсов всех видов, которые могут быть использованы на работах при выполнении проекта (ресурсов, имеющихся в транспортной организации, привлекаемых ресурсов от сторонних организаций) и их характеристики;
- *назначение ресурсов* – определение ресурсов, необходимых для выполнения отдельных технологических операций транспортного проекта;
- *оценка стоимостей* – определение составляющих стоимостей технологических операций проекта и оценка этих составляющих для каждой операции, ресурса (калькуляции) и их назначения;
- *составление расписания выполнения работ* – определение последовательности выполнения работ проекта, продолжительности технологических операций и распределения во времени потребностей в ресурсах и затратах с учетом наложенных ограничений и взаимосвязей;

- *оценка бюджета проекта* – приложение калькуляции стоимости к отдельным компонентам проекта (этапам, фазам, срокам);

- *разработка плана исполнения проекта* – интеграция результатов фактического выполнения подпроцессов (использование ремонтной зоны транспортной организации) для составления полного документа проекта (паспорта маршрута);

- *определение критериев успеха* – разработка критериев оценки результативности исполнения транспортного проекта.

Вспомогательные процессы планирования, необходимость в использовании которых сильно зависит от назначения и цели конкретного транспортного проекта, включают планирование:

- показателей качества проекта – определение того, какие стандарты качества использовать в проекте, и того, как этих стандартов достичь;

- организационных мероприятий – определение, документирование и назначение ролей, ответственности и корректности отчетности в организации;

- выбора и использования персонала – назначение человеческих ресурсов на выполнение работ проекта;

- взаимодействия – определение потоков информации и способов взаимодействия, необходимых для исполнителей проекта;

- идентификации риска – определение и документирование событий риска, которые могут повлиять на выполнение проекта и его результативность;

- методического обеспечения оценки риска – выбор утвержденных методик и оценка вероятностей наступления событий риска, их характеристик и влияния на проект по разным стадиям его реализации;

- реагирования – определение необходимых действий для предупреждения рисков и реакции на угрожающие для реализации проекта события;

- поставок – определение того, что, как, когда и в каком количестве должно быть поставлено для обеспечения потребностей проекта;

- условий реализации проекта – выработка требований к поставкам и определение потенциальных поставщиков.

Процессы исполнения и контроля за реализацией составленного плана транспортного проекта. Они включают постоянное измерение и анализ результативности исполнения проекта для того, чтобы выявить отклонения от намеченного плана и оценить их влияние на проект. Регулярное измерение параметров проекта и идентификация возникающих отклонений далее также относится к процессам исполнения и называется контролем исполнения. Контроль исполнения проводится по всем параметрам, входящим в план проекта. Процессы исполнения проекта делятся на основные и вспомогательные. К основным относят процесс исполнения плана проекта, к вспомогательным:

- учет исполнения – подготовка и распределение необходимой для участников проекта информации с требуемой периодичностью;

- подтверждение качества – регулярная оценка исполнения проекта с целью подтверждения соответствия принятым стандартам качества;
- подготовка предложений – сбор рекомендаций, сзывов, предложений, звонков и т. д.;
- выбор поставщиков – оценка предложений, выбор поставщиков и подрядчиков и заключение контрактов;
- контроль заключения контрактов – контроль исполнения контрактов поставщиками и подрядчиками;
- развитие команды по исполнению проекта – повышение квалификации участников проекта (повышение классности водителей, профессионализма ремонтных работников и т.д.).

Процессы анализа включают анализ плана и исполнения проекта, что означает определение того, удовлетворяет ли составленный план исполнения проекта предъявляемым к проекту требованиям и ожиданиям его эффективности. На стадии планирования результатом анализа плана может быть принятие решения о необходимости изменения начальных условий и составления новой версии плана реализации проекта, либо принятие разработанной версии в качестве базового плана проекта который в дальнейшем служит основой для измерения исполнения. Таким образом, под процессами анализа в дальнейшем понимаются процессы анализа исполнения.

Процессы анализа *исполнения проекта* предназначены для оценки состояния и прогноза успешности исполнения проекта согласно критериям и ограничениям, определенным на стадии планирования транспортного проекта. В силу уникальности транспортных проектов эти критерии не являются универсальными, но для большинства проектов в число основных ограничений и критериев успеха входят цели, сроки, качество и стоимость работ по проекту. При отрицательном прогнозе принимается решение о необходимости корректирующих воздействий, выбор которых осуществляется в процессах управления изменениями по проекту. Процессы анализа также подразделяют на основные и вспомогательные.

К *основным* относятся те процессы анализа, которые непосредственно связаны с целями проекта и показателями, характеризующими успешность исполнения проекта: *анализ сроков* – определение соответствия фактических и прогнозных сроков исполнения операций проекта директивным или запланированным; *анализ стоимости* – определение соответствия фактической и прогнозной стоимости операций и фаз проекта директивным или запланированным; *анализ качества* – мониторинг результатов с целью их проверки на соответствие принятым стандартам качества и определения путей устранения причин нежелательных результатов исполнения качества проекта; *подтверждение целей* – процесс формальной приемки результатов проекта его участниками (инвесторами, потребителями и т.д.).

*Вспомогательные* процессы анализа связаны с анализом факторов, влияющих на цели и критерии успешности исполнения проекта. Эти процессы включают: *оценку исполнения* – анализ результатов работы и распределение



проектной информации с целью снабжения участников проекта данными о том, как используются ресурсы для достижения целей проекта; *анализ ресурсов* -- определение соответствия фактической и прогнозной загрузки и производительности ресурсов в сравнении с запланированным значением, а также анализ соответствия фактического расхода материалов плановым значениям.

По итогам выполнения анализа либо принимается решение о продолжении исполнения проекта по намеченному ранее плану, либо определяется необходимость применения корректирующих воздействий

Процессы управления проектом -- это определение и применение необходимых управляющих воздействий с целью успешной реализации проекта. Если исполнение проекта происходит в соответствии с намеченным планом, то управление фактически сводится к доведению до участников проекта плановых заданий и контролю их реализации. Эти процессы включаются в процессы исполнения. Если в процессе реализации возникли отклонения, анализ которых показал, что необходимо определение и применение корректирующих воздействий, то в этом случае требуется найти оптимальные корректирующие воздействия, скорректировать план оставшихся работ по проекту и согласовать намеченные изменения со всеми участниками проекта.

К *основным процессам управления* относятся:

- общее управление изменениями -- определение, согласование, утверждение и принятие к исполнению корректирующих воздействий и координация изменений по всему проекту;
- управление ресурсами -- внесение изменений в состав и назначения ресурсов на работы проекта;
- управление целями -- корректировка целей проекта по результатам процессов анализа;
- управление качеством -- разработка мероприятий по устранению причин неудовлетворительного исполнения.

*Вспомогательные процессы управления* включают:

- управление рисками -- реагирование на события и изменение рисков в процессе исполнения проекта;
- управление контрактами -- координация работы подрядчиков, корректировка контрактов, разрешение конфликтов при исполнении проекта.

Процессы завершения проекта включают: закрытие контрактов, причастных к выполнению проекта (поставки топлива, шин, смазочных материалов, закрытие аренды транспортных единиц и т. д.); разрешение всех возникших в процессе реализации проекта споров и разногласий; административное завершение проекта -- подготовка, сбор и распределение информации, необходимой для формального (юридического) завершения транспортного проекта и проведение необходимых взаиморасчетов в соответствии с бюджетом проекта.



---

# 11 ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

---

## 11.1 Термины и понятия

**Ф**акторный анализ позволяет решить две важные проблемы оценки эффективности перевозочного процесса на транспорте: описать все-сторонне транспортный процесс и в то же время компактно выделить факторы, оказывающие влияние на эффективность его выполнения. С помощью факторного анализа выявляются скрытые переменные компоненты транспортной деятельности, отвечающие за наличие линейных статистических корреляций между переменными величинами. Факторный анализ – это один из способов выделения во всей совокупности признаков, которые действительно влияют на изменение зависимой переменной. Факторный анализ – это анализ влияния отдельных факторов на результирующий показатель с помощью детерминированных или стохастических приемов исследования. Особое значение в анализе хозяйственной деятельности транспортной организации имеет разделение задач на балансовые и факторные.

В транспортном процессе выделяют несколько зависимых переменных: затраты ресурсов на выполнение перевозочного процесса, состояние транспортных коммуникаций, состояние платежной системы и т. д. Эти переменные являются наблюдаемыми и представляют линейную комбинацию выделенных факторов. Некоторые из этих факторов являются общими для нескольких переменных, некоторые характерно проявляют себя только в одной. Те, что проявляют себя только в одной, очевидно, ортогональны друг другу и не вносят вклад в ковариацию переменных, а общие – как раз и вносят эту ковариацию. Задачей факторного анализа является как раз восстановление исходной факторной структуры исходя из наблюдаемой структуры ковариации переменных, несмотря на случайные ошибки ковариации, неизбежно возникающие в процессе снятия наблюдения. Целью факторного анализа является определение взаимосвязей между переменными транспортного процесса при сокращении количества переменных, необходимых для описания всех элементов транспортного процесса. К основным показателям факторного анализа также относятся:

- отбор факторов, определяющих исследуемые результирующие показатели;
- классификация и систематизация факторов с целью обеспечения комплексного и системного подхода к исследованию их влияния на результаты хозяйственной деятельности;

- определение формы зависимости между факторами и результативными показателями;
- моделирование взаимосвязей между факторами и результативными показателями;
- расчет влияния факторов и оценка роли каждого из них в изменении результативного показателя;
- работа с факторной моделью и выбор методики факторного анализа.

При факторном анализе транспортной деятельности выделяются области изучения: себестоимость перевозок, фондоотдача, использование подвижного состава, топливно-энергетических ресурсов и транспортной инфраструктуры на перевозки грузов и пассажиров. Факторы – это причины, формирующие результаты хозяйственно-финансовой деятельности. При анализе в один фактор объединяются сильно коррелирующие между собой переменные, как следствие происходит перераспределение дисперсии между компонентами и получается максимально простая и наглядная структура факторов. После объединения коррелированность компонент внутри каждого фактора между собой будет выше, чем их коррелированность с компонентами из других факторов.

Эта процедура также позволяет выделить латентные переменные, что бывает особенно важно при анализе социальных представлений и ценностей. Например, анализируя оценки, полученные по нескольким шкалам, можно заметить, что они сходны между собой и имеют высокий коэффициент корреляции, и существует некоторая латентная переменная, с помощью которой можно объяснить наблюдаемое сходство полученных оценок. Такую латентную переменную называют фактором. Данный фактор влияет на многочисленные показатели других переменных, что приводит нас к возможности и необходимости выделить его как наиболее общий, более высокого порядка. Для выявления наиболее значимых факторов и, как следствие, факторной структуры, наиболее оправданно применять *метод главных компонент*, суть которого состоит в замене коррелированных компонентов некоррелированными факторами. Другой важной характеристикой метода является возможность ограничиться наиболее информативными главными компонентами и исключить остальные из анализа, что упрощает интерпретацию результатов.

В транспортной деятельности используют следующие типы факторного анализа:

- *детерминированный* – анализ влияния факторов, связь которых с результативными показателями носит функциональный характер, когда результативный показатель представлен в виде произведения, частного, алгебраической суммы факторов;

– *стохастический* – анализ влияния факторов, связь которых с результативными показателями транспортной организации является вероятностной (корреляционной);

– *прямой* – исследование ведется от общего к частному (дедуктивный способ);

– *обратный* – исследование ведется от частного к общему (индуктивный способ);

– *одноступенчатый* – исследуются факторы одного уровня (ступени) подчиненности, без их детализации на составные части;

– *многоступенчатый* – исследование проводится с детализацией факторов, таким образом изучается влияние факторов различных уровней соподчиненности;

– *статистический* – применяется при анализе на соответствующую дату;

– *динамический* – используется методика исследования причинно-следственных связей в динамике;

– *ретроспективный* – изучаются причины прироста результативных показателей за прошлые периоды;

– *перспективный* – исследуется поведение факторов и результативных показателей в перспективе.

## 11.2 Оценка эффективности использования транспортных средств

Использование транспортных средств оценивается следующими показателями:

- по пробегу:

- автомобиле-километры груженого пробега;

- автомобиле-километры порожнего пробега;

- автомобиле-километры общего пробега;

- среднесуточный пробег автомобиля;

- результативности коммерческой эксплуатации:

- автомобиле-часы в движении;

- автомобиле-часы производительного (оплаченного) простоя;

- автомобиле-часы непроизводительного простоя;

- производительности автомобилей:

- коэффициент использования автомобилей;

- производительность автомобилей.

Эффективность использования автомобилей оценивается также по видам сообщений:

– магистральные перевозки грузов – в международном и междугородном сообщениях;

– внутрирайонные и внутригородские перевозки – перевозки социально значимых грузов в сети сельских торговых предприятий и обеспечение населения, проживающего в сельской местности, продовольственными и промышленными товарами; выполнение перевозок в торгово-проводящих системах (перевозки грузов между оптовыми торговыми базами и предприятиями розничной торговли).

*Эффективность использования автомобилей по пробегу:*

– автомобиле-километры общего пробега

$$\sum (m_j^a L_j^a)_{\text{ар}} = \sum (m_j^{\text{г}} L_j^{\text{г}})_{\text{ар}} + \sum (m_j^{\text{пор}} L_j^{\text{пор}})_{\text{ар}}, \quad (11.1)$$

где  $\sum (m_j^{\text{г}} L_j^{\text{г}})_{\text{ар}}$  – автомобиле-километры груженого пробега в  $j$ -м виде сообщения, км;  $\sum (m_j^{\text{пор}} L_j^{\text{пор}})_{\text{ар}}$  – автомобиле-километры порожнего пробега в  $j$ -м виде сообщения, км;

– автомобиле-километры груженого пробега

$$\sum (m_j^{\text{г}} L_j^{\text{г}})_{\text{ар}} = \sum \frac{P_{\text{и}}^a L_{\text{и}}^a}{q_{\text{и}}^a} + \sum \frac{P_{\text{э}}^a L_{\text{э}}^a}{q_{\text{э}}^a} + \sum \frac{P_{\text{ар}}^a L_{\text{ар}}^a}{q_{\text{ар}}^a} + \sum \frac{P_{\text{гр}}^a L_{\text{гр}}^a}{q_{\text{гр}}^a} + \sum \frac{P_{\text{мг}}^a L_{\text{мг}}^a}{q_{\text{мг}}^a}, \quad (11.2)$$

где  $P_{\text{и}}^a, P_{\text{э}}^a, P_{\text{ар}}^a, P_{\text{гр}}^a, P_{\text{мг}}^a$  – объем перевезенного груза: импортного, экспортного, во внутрирайонных, внутригородских и междугородних перевозках, т;  $L_{\text{и}}^a, L_{\text{э}}^a, L_{\text{ар}}^a, L_{\text{гр}}^a, L_{\text{мг}}^a$  – средняя дальность перевозки одной тонны груза в соответствующем виде сообщения, км;  $q_{\text{и}}^a, q_{\text{э}}^a, q_{\text{ар}}^a, q_{\text{гр}}^a, q_{\text{мг}}^a$  – среднестатистическая грузоподъемность автомобиля по видам сообщений, т.

– автомобиле-километры порожнего пробега

$$\sum (m_j^{\text{пор}} L_j^{\text{пор}})_{\text{ар}} = \beta_j^{\text{пор}} \sum (m_j^{\text{г}} L_j^{\text{г}})_{\text{ар}}, \quad (11.3)$$

где  $\beta_j^{\text{пор}}$  – коэффициент порожнего пробега автомобиля в  $j$ -м виде сообщения.

По результатам расчетов составляется таблица 11.1, по строке 3.

*Эффективность использования автомобилей по продолжительности эксплуатации:*

– автомобиле-часы в движении

$$(m_j^a t_j^a)_{\text{дв}} = \frac{\sum (m_j^a L_j^a)_{\text{ар}}}{v_j^a}, \quad (11.4)$$

где  $\sum (m_j^a L_j^a)_{\text{ар}}$  – автомобиле-километры общего пробега в  $j$ -м виде сообщения;  $v_j^a$  – среднестатистическая скорость движения автомобиля в  $j$ -м виде сообщения, км/ч;





где  $\sum (m_j^{ro} t_j^{ro})_{ar}^i$  – простой автомобилей под грузовыми операциями в  $j$ -м виде сообщения;  $\sum (m_j^{to} t_j^{to})_{ar}^i$  – простой автомобиля при выполнении технического обслуживания с ним;  $\sum (m_j^{pm} t_j^{pm})_{ar}^i$  – суммарный простой автомобиля при выполнении текущего ремонта различного вида с ним в условиях эксплуатационного предприятия;  $\sum (m_{n-3}^{mc} t_{n-3}^{mc})_{ar}^i$  – суммарный простой автомобилей на пограничных переходах при выполнении перевозок импортно-экспортных грузов;

– продолжительность простоя автомобилей под грузовыми операциями в  $j$ -м виде сообщения

$$\sum (m_j^{ro} t_j^{ro})_{ar}^i = \frac{P_j^a}{q_j^a} t_j^{ro}, \quad (11.6)$$

где  $P_j^a$  – количество перевезенных тонн груза в  $j$ -м виде сообщения, т;  $q_j^a$  – среднестатистическая грузоподъемность автомобиля, используемого в  $j$ -м виде сообщения, т;  $t_j^{ro}$  – продолжительность простоя автомобиля под грузовыми операциями, ч;

– продолжительность простоя автомобиля при выполнении технического обслуживания с ним

$$\sum (m_j^{to} t_j^{to})_{ar}^i = \frac{\sum (m_j^a t_j^a)_{ar}^i}{\Delta t_j^{to}} t_j^{to}, \quad (11.7)$$

где  $\sum (m_j^a t_j^a)_{ar}^i$  – автомобиле-часы движения в  $j$ -м виде сообщения;  $\Delta t_j^{to}$  – периодичность проведения технического обслуживания автомобиля, используемого в  $j$ -м виде сообщения, ч;  $t_j^{to}$  – продолжительность проведения технического обслуживания автомобиля, используемого в  $j$ -м виде сообщения, ч;

– суммарный простой автомобиля при выполнении текущих ремонтов различного вида с ним в условиях эксплуатационного предприятия

$$\sum (m_j^{pm} t_j^{pm})_{ar}^i = \frac{\sum (m_j^a L_j^a)_{ar}^i}{\Delta L_j^{pm}} t_j^{pm}, \quad (11.8)$$

где  $\sum (m_j^a L_j^a)_{ar}^i$  – автомобиле-километры общего пробега в  $j$ -м виде сообщения;  $\Delta L_j^{pm}$  – периодичность проведения текущего ремонта автомобиля, используемого в  $j$ -м виде сообщения, ч;  $t_j^{pm}$  – продолжительность проведения текущего ремонта автомобиля, используемого в  $j$ -м виде сообщения, ч;

– суммарный простой автомобилей на пограничных переходах при выполнении перевозок импортно-экспортных грузов

$$\sum (m_{n-3}^{\text{птс}} t_{n-3}^{\text{птс}})_{\text{г}}^{\text{г}} = \sum (m_{n-3}^{\text{птс}} t_{\text{г}}^{\text{птс}})_{\text{г}}^{\text{г}} + \sum (m_{n-3}^{\text{птс}} t_{\text{пор}}^{\text{птс}})_{\text{г}}^{\text{г}}, \quad (11.9)$$

где  $m_{n-3}^{\text{птс}}$  – количество автомобилей используемых для перевозок импортно-экспортных грузов  $m_{n-3}^{\text{птс}} = m_{\text{г}}^{\text{птс}} + m_{\text{пор}}^{\text{птс}}$ ; груженых  $m_{\text{г}}^{\text{птс}} = \frac{P_{\text{н}}^{\text{а}}}{q_{\text{н}}^{\text{а}}} + \frac{P_{\text{з}}^{\text{а}}}{q_{\text{з}}^{\text{а}}}$ ; порожних

$m_{\text{г}}^{\text{птс}} = \beta_{\text{пор}}^{\text{птс}} m_{\text{г}}^{\text{птс}}$ ;  $t_{\text{г}}^{\text{птс}}$  – простой груженых автомобилей на пограничных переходах при выполнении погранично-таможенных операций, ч;  $t_{\text{пор}}^{\text{птс}}$  – простой порожних автомобилей на пограничных переходах при выполнении погранично-таможенных операций, ч;

– автомобиле-часы непроизводительного простоя оценивают продолжительность нахождения автотранспорта в меж-технологическом простое. Расчет выполняется как разница между общим годовым ресурсом времени автомобиля соответствующей марки, продолжительность нахождения автомобиля в движении и производительных простоях, т.е.

$$\sum (m_j^{\text{а}} t_j^{\text{кп}})_{\text{г}}^{\text{г}} = 24 \frac{P_j^{\text{а}}}{q_j^{\text{а}}} - \sum (m_j^{\text{а}} t_j^{\text{дв}})_{\text{г}}^{\text{г}} - \sum (m_j^{\text{пп}} t_j^{\text{пп}})_{\text{г}}^{\text{г}}, \quad (11.10)$$

где 24 – количество часов в сутках, ч;  $P_j^{\text{а}}$  – количество перевезенных тонн груза в  $j$ -м виде сообщения, т;  $q_j^{\text{а}}$  – среднестатистическая грузоподъемность автомобиля, используемого в  $j$ -м виде сообщения, т;  $\sum (m_j^{\text{пп}} t_j^{\text{пп}})_{\text{г}}^{\text{г}}$  – автомобиле-часы производительного (оплаченного клиентом) простоя, ч.

*Коэффициент использования автомобилей*

$$\alpha_j^{\text{пр}} = \frac{\sum (m_j^{\text{а}} t_j^{\text{а}})_{\text{дв}}^{\text{дв}} + \sum (m_j^{\text{го}} t_j^{\text{го}})_{\text{г}}^{\text{г}}}{\sum (m_j^{\text{а}} t_j^{\text{а}})_{\text{рес}}^{\text{рес}}}, \quad (11.11)$$

$\sum (m_j^{\text{а}} t_j^{\text{а}})_{\text{рес}}^{\text{рес}}$  – годовой технологический ресурс времени автомобиля соответствующей марки, ч,

$$\sum (m_j^{\text{а}} t_j^{\text{а}})_{\text{рес}}^{\text{рес}} = 24 \cdot 365 \frac{\sum (m_j^{\text{а}} t_j^{\text{а}})_{\text{дв}}^{\text{дв}} + \sum (m_j^{\text{пп}} t_j^{\text{пп}})_{\text{г}}^{\text{г}}}{t_{\text{норм}}^{\text{а}}}, \quad (11.12)$$

где  $t_{\text{норм}}^{\text{а}}$  – норматив продолжительности использования автомобиля с учетом годового лимита рабочего времени водителей (при двух сменных водителях  $t_{\text{норм}}^{\text{а}} = 2 \cdot 2032 = 4064$  ч.

Производительность автомобилей, используемых в различных

видах сообщений рассчитывается в эксплуатационных и денежных измерителях:

– в эксплуатационных измерителях – количество тонно-километров, приходящихся на один автомобиль –

$$\rho_j^{\text{эк}} = \frac{\sum (P_j I_j)'_{\text{эк}}}{m_j^{\text{а}}}, \quad (11.13)$$

где  $\sum (P_j I_j)'_{\text{эк}}$  – тонно-километры, выполненные в  $j$ -м виде сообщения;  $m_j^{\text{а}}$  – количество автомобилей, использованных при перевозках;

– в денежных измерителях – объем выручки, приходящийся на один автомобиль, работающий в  $j$ -м виде сообщения, –

$$\rho_j^{\text{фин}} = \frac{\sum f_j'}{m_j^{\text{а}}}, \quad (11.14)$$

где  $\sum f_j'$  – выручка, полученная от перевозок в  $j$ -м виде сообщения:

$\sum f_j' = P_j e_j'$ , где  $e_j'$  – фрахтовая ставка за одну тонну груза, перевезенную в  $j$ -м виде сообщения, дол.

Использование автобусов оценивается следующими показателями:

- по пробегу:
  - автобусо-километры коммерческого пробега;
  - среднесуточный пробег автобусов;
- результативности использования автобусов по временному фактору:
  - автобусо-часы в движении;
  - автобусо-часы коммерческого простоя;
  - автобусо-часы непроизводительного простоя;
- производительности автобусов:
  - коэффициент использования автобусов;
  - производительность автобусов.

Эффективность использования автобусов оценивается по видам сообщений и перевозок:

– *магистральные перевозки* пассажиров по видам сообщения – в международном (предъявляются более высокие требования к профессиональным качествам персонала со знанием особенностей пассажирских перевозок на территории иностранных государств) и междугородном (между населенными пунктами, отнесенными к статусу города независимо от расстояния перевозки);

– *пригородные перевозки* пассажиров в границах района тяготения мест проживания населения к городам;



– *внутригородские перевозки* – в границах населенных пунктов городского типа и городов;

– *коммерческие перевозки* – транспортировка пассажиров в границах городов, подвоз на работу и с работы по заказу предприятий, одноразовое предоставление автобуса для транспортного обслуживания различных мероприятий по заказам граждан и предприятий;

– *перевозки по социальному стандарту* – социально значимые перевозки граждан в районах со слаборазвитой маршрутной сетью автобусного движения по графикам движения автотранспортных средств (микроавтобусов, других видов транспорта), предусмотренным в социальном стандарте района (специфика данного вида перевозок предусматривает организационно-технологические ограничения, дотационный характер перевозок и др.). Для системы управления персоналом данный вид деятельности имеет значение, связанное со специфическими условиями, характеризующими использование водителей в течение рабочего дня, с разрывом, неполной занятости;

– *перевозки в такси* – маршрутные (использование собственного парка со своими водителями и сдача в аренду частным перевозчикам собственного парка автотранспортных средств) и индивидуального найма (использование легковых автомобилей собственных водителей и водителей, нанимаемых по гражданско-правовому договору).

Использование автобусов по пробегу предусматривает расчеты:

– автобусо-километров коммерческого пробега –

$$\sum (m_j^{ab} L_j^{ab})'_{nc} = \sum \frac{A_j^a L_j^a}{\alpha_j^a}, \quad (11.15)$$

где  $A_j^a$  – количество перевезенных пассажиров по видам сообщений: в международном междугородном, пригородном, внутригородском сообщении, чел.;  $L_j^a$  – среднестатистическая дальность поездки пассажира в соответствующем виде сообщения, км;  $\alpha_j^a$  – среднестатистическая населенность автобуса по видам сообщений, чел.

Среднесуточный пробег автобусов определяется следующим образом:

$$\overline{L_j^{cyt}} = \frac{\tau_j^{ab} \sum (m_j^{ab} L_j^{ab})'_{nc}}{m_j^{ab}}, \quad (11.16)$$

где  $\tau_j^{ab}$  – коэффициент приведения временных параметров по видам сообщения: международного –  $\tau_j^{ab} = 1,0$ ; междугородного –  $\tau_j^{ab} = 2,0$ , пригородного –  $\tau_j^{ab} = 52$ ; для внутригородского  $\tau_j^{ab} = 8$ ;  $\sum (m_j^{ab} L_j^{ab})'_{nc}$  – автобусо-километры коммерческого пробега в соответствующем виде сообщения;  $m_j^{ab}$  – количество

использованных автобусо-рейсов для перевозки пассажиров в соответствующем виде сообщения,  $m_j^{ab} = A_j^a / \alpha_j^a$ .

Использование автобусов по фактору продолжительности эксплуатации предполагает расчёты:

– автобусо-часы в движении –

$$(m_j^{ab} t_j^{ab})'_{\text{дв}} = \frac{\sum (m_j^{ab} L_j^{ab})'_{\text{пс}}}{v_j^{ab}}, \quad (11.17)$$

где  $\sum (m_j^{ab} L_j^{ab})'_{\text{пс}}$  – автобусо-километры общего пробега в  $j$ -м виде сообщения;  $v_j^{ab}$  – среднестатистическая скорость движения автобуса в  $j$ -м виде сообщения, км/ч;

– автобусо-часы производительного (оплаченного пассажиром) простоя –

$$\sum (m_j^{кп} t_j^{кп})'_{\text{пс}} = \sum (m_j^{пв} t_j^{пв})'_{\text{пс}} + \sum (m_j^{то} t_j^{то})'_{\text{пс}} + \sum (m_j^{рм} t_j^{рм})'_{\text{пс}} + \sum (m_{и-з}^{пгс} t_{и-з}^{пгс})'_{\text{аг}}, \quad (11.18)$$

где  $\sum (m_j^{пв} t_j^{пв})'_{\text{пс}}$  – простой автобусов под посадкой и высадкой пассажиров в  $j$ -м виде сообщения на промежуточных и конечных остановках, ч;  $\sum (m_j^{то} t_j^{то})'_{\text{пс}}$  – простой автобуса при выполнении технического обслуживания с ним, ч;  $\sum (m_j^{рм} t_j^{рм})'_{\text{пс}}$  – суммарный простой автобуса при выполнении текущих ремонтов различного вида с ним в условиях эксплуатационного предприятия, ч;  $\sum (m_{и-з}^{пгс} t_{и-з}^{пгс})'_{\text{пс}}$  – суммарный простой автобусов на пограничных переходах при выполнении международных перевозок пассажиров, ч;

– простоя автобусов под посадкой и высадкой пассажиров в  $j$ -м виде сообщения на промежуточных и на конечных остановках –

$$\sum (m_j^{пв} t_j^{пв})'_{\text{пс}} = \sum m_j^{ab} (t_j^{нк} + t_j^{\text{пром}})'_{\text{пс}}, \quad (11.19)$$

где  $m_j^{ab}$  – количество использованных автобусо-рейсов для перевозки пассажиров в соответствующем виде сообщения;  $t_j^{нк}$  – нормативная продолжительность простоя автобусов на начальном и конечном пункте маршрута (посадки и высадки пассажиров) в  $j$ -м виде сообщения, ч;  $t_j^{\text{пром}}$  – среднестатистическая продолжительность простоя автобусов на промежуточных пунктах маршрута (посадки и высадки пассажиров на промежуточных остановках) в  $j$ -м виде сообщения, ч;

– продолжительности простоя автобуса при выполнении технического обслуживания –

$$\sum (m_j^{to} t_j^{to})'_{пс} = \frac{\sum (m_j^{ab} t_j^{ab})'_{пс}}{\Delta t_j^{to}} t_j^{to}, \quad (11.20)$$

где  $\sum (m_j^{ab} t_j^{ab})'_{пс}$  – часы коммерческого движения автобуса в  $j$ -м виде сообщения, ч;  $\Delta t_j^{to}$  – периодичность проведения технического обслуживания автобуса, используемого в  $j$ -м виде сообщения, ч;  $t_j^{to}$  – продолжительность проведения технического обслуживания автобуса, используемого в  $j$ -м виде сообщения, ч;

– суммарного простоя автобуса при выполнении текущих ремонтов различного вида с ним в условиях эксплуатационного предприятия –

$$\sum (m_j^{pm} t_j^{pm})'_{пс} = \frac{\sum (m_j^{ab} L_j^{ab})'_{пс}}{\Delta L_j^{pm}} t_j^{pm}, \quad (11.21)$$

где  $\sum (m_j^{ab} L_j^{ab})'_{пс}$  – автобусо-километры коммерческого пробега в  $j$ -м виде сообщения, км;  $\Delta L_j^{pm}$  – периодичность проведения текущего ремонта автобуса, используемого в  $j$ -м виде сообщения, ч;  $t_j^{pm}$  – продолжительность проведения текущего ремонта автобуса, используемого в  $j$ -м виде сообщения, ч;

– суммарного простоя автобусов на пограничных переходах при выполнении международных перевозок пассажиров –

$$\sum (m_{mn}^{pts} t_{mn}^{pts})'_{пс} = \sum (m_{mn}^{pts} t_{mn}^{pts})'_{пс}, \quad (11.22)$$

где  $m_{mn}^{pts}$  – количество автобусов используемых для международных перевозок пассажиров;  $t_{mn}^{pts}$  – простой автобусов на пограничных переходах при выполнении погранично-таможенных операций, ч;

– автобусо-часы непроизводительного простоя – продолжительность нахождения автотранспорта в межтехнологическом простое, рассчитываемая как разница между общим годовым ресурсом времени автобуса соответствующей марки, продолжительностью нахождения автобуса в движении и производительных его простоях, т.е.

$$\sum (m_j^{ap} t_j^{ap})'_{пс} = 24 m_j^{ab} - \sum (m_j^{ab} t_j^{ab})'_{пс} - \sum (m_j^{nn} t_j^{nn})'_{пс}, \quad (11.23)$$

где 24 – количество часов в сутках, ч;  $m_j^{ab}$  – количество использованных автобусо-рейсов в  $j$ -м виде сообщения;  $\sum (m_j^{nn} t_j^{nn})'_{пс}$  – автобусо-часы производительного (оплаченного пассажиром) простоя, ч.

*Коэффициент использования автобусов*

$$\alpha_j^{ab} = \frac{\sum (m_j^{ab} t_j^{ab})'_{\text{ав}} + \sum (m_j^{пн} t_j^{пн})'_{\text{пс}}}{\sum (m_j^{ab} t_j^{ab})'_{\text{пс}}}, \quad (11.24)$$

где  $\sum (m_j^{ab} t_j^{ab})'_{\text{пс}}$  – годовой технологический ресурс времени автобуса соответствующей марки, ч,

$$\sum (m_j^{ab} t_j^{ab})'_{\text{пс}} = 24 m_j^{ab}.$$

*Количество автобусов, использованных для перевозки пассажиров по видам сообщений,*

$$m_j^{ab} = \frac{\sum (m_j^{ab} t_j^{ab})'_{\text{ав}} + \sum (m_j^{пн} t_j^{пн})'_{\text{пс}}}{2 \cdot 2032}, \quad (11.25)$$

Производительность автобусов, используемых в различных видах сообщений, рассчитывается как техническая, так и коммерческая, т.е. в эксплуатационных и денежных измерителях:

– *в эксплуатационных измерителях* – количество пассажиро-километров, приходящихся на один автобус,

$$\rho_j^{пк} = \frac{\sum (A_j t_j)'_{\text{пс}}}{m_j^{ab}}, \quad (11.26)$$

где  $\sum (A_j t_j)'_{\text{пс}}$  – пассажиро-километры, выполненные в  $j$ -м виде сообщения;  
 $m_j^{ab}$  – количество автобусов, использованных в  $j$ -м виде сообщения;

– *в денежных измерителях* – объем выручки, приходящийся на один автобус, работающий в  $j$ -м виде сообщения,

$$\rho_j^{\text{фин}} = \frac{\sum f'_{\text{пс}}}{m_j^{ab}}, \quad (11.27)$$

где  $\sum f'_{\text{пс}}$  – выручка, полученная от перевозок в  $j$ -м виде сообщения для международных, междугородних и пригородных перевозок пассажиров,

$$\sum f'_{\text{пс}} = e_j^{ab} (A_j t_j)'_{\text{пс}}; \quad (11.28)$$

$e_j^{ab}$  – доходная ставка за один пассажиро-километр; для внутригородского сообщения  $\sum f'_{\text{пс/вгр}} = e_{\text{вгр}}^{ab} A_{\text{вгр}}$ ;  $e_{\text{вгр}}^{ab}$  – доходная ставка на одного перевезенного пассажира внутригородского сообщения, дол.

По результатам выполненных расчетов составляется таблица 11.2.



Таблица 11.2 – Результаты расчета оценочных параметров использования автобусов по видам сообщений

Показатель	Вид сообщения			
	между- народное	между- городное	приго- родное	внутри- город- ское
1 Автобусо-километры коммерческого про- бега, тыс. км	97945,5	56911,0	29882,0	10122,5
2 Автобусо-часы в движении, тыс. ч	1288,8	917,9	786,6	440,1
3 Простой автобусов под посадкой и высад- кой пассажиров на промежуточных и ко- нечных остановках, ч	153663	111925	373649	471617
4 Автобусо-часы по выполнению техниче- ского обслуживания, тыс. ч	483284	305973	174807	220054
5 Автобусо-часы по выполнению теку- щих ремонтов, тыс. ч	19589	11445	8968	3062
6 Автобусо-часы производительного про- стоя, ч (сумма строк 3–5)	137241			
7 Количество автобусов, использованных для перевозок пассажиров	793777	429344	557424	694733
8 Автобусо-часы непроизводительного про- стоя, ч	542	351	350	296
9 Коэффициент использования автобусов, %	4750779	3073445	3066123	2588857
10 Производительность автобусов, пас- км/лит.: натуральный показатель	6682292	4704063	4013901	268565
финансовый показатель, дол./авт.	427667	183458	112389	60964
11 Среднесуточный пробег автобусов, км	494,8	444,4	234,0	93,8

### 11.3 Расчет эффективности использования топлива на перевозки

Затраты топлива на выполнение грузовых перевозок автомобильным транспортом рассчитываются исходя из пробега автомобилей различных марок по формуле

$$D_{\text{гр}}^a = \frac{\sum (d_j^a \sum (m_j^a L_j^a)_{\text{ар}})}{100}, \quad (11.29)$$

где  $d_j^a$  – норматив расхода моторного топлива на 100 км пробега автомоби-  
ля марки, используемой в  $j$ -м виде сообщения, л;  $\sum (m_j^a L_j^a)_{\text{ар}}$  – автомобиле-  
километры общего пробега в  $j$ -м виде сообщения, км.

Расчет удельного потребления моторного топлива на выполнение пас-  
сажирских перевозок:

$$d_{\text{т-км}}^j = 1000 \frac{D_{\text{гр}}^j}{\sum (P_j^a l_j^a)_{\text{аг}}^j}, \quad (11.30)$$

где  $\sum (P_j^a l_j^a)_{\text{аг}}^j$  – тонно-километры по всем видам сообщений.

**Затраты топлива на выполнение перевозок пассажиров** автомобильным транспортом рассчитываются с учетом пробега автобусов различных марок:

$$D_{\text{пас}}^{\text{аб}} = \frac{\sum (d_j^{\text{аб}} \sum (m_j^{\text{аб}} L_j^{\text{аб}})_{\text{пс}}^j)}{100}, \quad (11.31)$$

где  $d_j^{\text{аб}}$  – норматив расхода моторного топлива на 100 км пробега автобуса марки, используемой в  $j$ -м виде сообщения, л;  $\sum (m_j^{\text{аб}} L_j^{\text{аб}})_{\text{пс}}^j$  – автобусо-километры общего пробега в  $j$ -м виде сообщения, км.

Удельное потребление моторного топлива на выполнение пассажирских перевозок

$$d_{\text{т-км}}^j = 1000 \frac{D_{\text{пас}}^j}{\sum (A_j l_j)_{\text{пс}}^j}, \quad (11.32)$$

где  $\sum (A_j l_j)_{\text{пс}}^j$  – пассажиро-километры по видам сообщений.

## 11.4 Расчет эффективности использования основных фондов

Основным показателем эффективности использования основных фондов транспортных организаций служит **фондоотдача**, на величину и динамику которой влияют факторы, зависящие и не зависящие от транспортной организации. Фондоотдача – показатель, характеризующий уровень эффективности использования основных производственных фондов транспортной организации. Факторный анализ фондоотдачи позволяет находить резервы повышения эффективности использования технических средств и подвижного состава.

Интенсивное изменение качественных составляющих транспортной организации предполагает систематический рост фондоотдачи за счет увеличения производительности подвижного состава, механизмов и оборудования ремонтной зоны, сокращения их простоев, оптимальной загрузки и технического совершенствования (инновационного развития). По результатам факторного анализа фондоотдачи готовятся обоснованные выводы о влиянии степени использования основных фондов на объем транспортной работы (транспорт-

ных услуг), загрузке производственных мощностей, о возможных резервах повышения эффективности использования основных фондов.

Совокупность факторов, влияющих на показатель фондоотдачи и их подчиненность, показана на рисунке 11.1.



Рисунок. 11.1 – Схема факторной оценки фондоотдачи

На основе приведенной схемы можно построить факторную модель фондоотдачи

$$\varphi_{\text{фо}}^{\text{фм}} = \delta_{\text{ак}}^{\text{ос}} \varphi_{\text{ак}}^{\text{ос}}, \quad (11.33)$$

где  $\delta_{\text{ак}}^{\text{ос}}$  – доля активной части фондов в стоимости всех основных средств транспортной организации;  $\varphi_{\text{ак}}^{\text{ос}}$  – фондоотдача активной части основных средств транспортной организации.

Факторная модель для фондоотдачи активной части основных средств транспортной организации имеет вид

$$\varphi_{\text{ак}}^{\text{ос}} = \frac{n_{\text{ак}}^{\text{ос}} t_{\text{ак}}^{\text{ос}} \overline{E_{\text{в}}^{\text{ос}}}}{F_{\text{ак}}^{\text{ос}}}, \quad (11.34)$$

где  $n_{\text{ак}}^{\text{ос}}$  – среднее количество технологического оборудования и подвижного состава, ед.;  $t_{\text{ак}}^{\text{ос}}$  – продолжительность работы единицы оборудования или подвижного состава, ч;  $\overline{E_{\text{в}}^{\text{ос}}}$  – среднечасовая выработка в стоимостном выражении;  $F_{\text{ак}}^{\text{ос}}$  – среднегодовая стоимость технологического оборудования.

Если время работы единицы подвижного состава или технологического оборудования представить в виде произведения количества отработанных дней ( $n_1$ ), коэффициента сменности ( $k_{\text{см}}^{\text{ос}}$ ), средней продолжительности рабочего дня ( $t_{\text{рд}}$ ), то факторная модель примет вид

$$\varphi_{\text{ак}}^{\text{ос}} = \frac{n_1 n_{\text{ак}}^{\text{ос}} J_{\text{од}} k_{\text{см}}^{\text{ос}} t_{\text{рд}} \overline{E_{\text{в}}^{\text{ос}}}}{F_{\text{ак}}^{\text{ос}}}, \quad (11.35)$$

где  $n_{\text{ак}}^{\text{ос}}$  – среднее количество технологического оборудования и подвижного состава;  $t_{\text{рд}}$  – средняя продолжительность рабочего дня, ч.

Если расширить факторную модель, подставив среднегодовую стоимость технологического оборудования и подвижного состава в виде произведения количества оборудования и стоимости его единицы в сопоставимых ценах, то факторная модель будет иметь вид

$$\varphi_{\text{осп}}^{\text{м}} = \frac{n_{\text{ак}}^{\text{ос}} J_{\text{од}} k_{\text{см}}^{\text{ос}} t_{\text{рд}} \overline{E_{\text{в}}^{\text{ос}}}}{n_1 C_{\text{оф}}}. \quad (11.36)$$

По результатам факторного анализа эффективности использования основных фондов автотранспортной организации разрабатываются мероприятия по реализации схемы, приведенной на рисунке 11.1. В соответствии с ней определяется эффективность использования основных фондов, степень освоения новой техники персоналом, результативность работы технологического оборудования. Выполняется сравнение с нормативами и делается заключение о необходимости разработки соответствующих мероприятий.



---

# 12 КАЧЕСТВО ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

---

## 12.1 Системные принципы качества транспортного обслуживания

**К**ачество транспортного обслуживания – основной показатель, на который обращают внимание пользователи транспортных услуг. Оно является постоянным предметом соперничества среди конкурентов, предоставляющих транспортные услуги, и во многом формирует тариф этих услуг на рынке.

Качество транспортных услуг характеризуется их категоричностью:

- *социально-экономическая* – транспортные услуги создаются для удовлетворения определенных потребностей человека и общества в целом;
- *техническая* – степень удовлетворения личных и общественных потребностей конкретным производством;
- *экономическая* – качество формируется в процессе производства услуг или товаров и рассматривается как овеществленный результат производственной деятельности людей.

При рассмотрении всех аспектов качества транспортного обслуживания экономический аспект является решающим. Другие же аспекты имеют практическое значение, если они будут осуществляться на экономической основе. Поэтому решение проблемы обеспечения качества работ, услуг или продукции требует чёткого представления о качестве с экономической точки зрения.

Обобщая рассмотренные аспекты качества, можно дать ему следующее определение (согласно международным стандартам качества ИСО 9000): *качество* – это степень соответствия присущих характеристик установленным требованиям. При этом под термином «*характеристика*» понимается какое-либо отличительное свойство продукции или услуги. Рыночный подход позволяет определить, каким конкретно требованиям должны соответствовать показатели – потребностям или ожиданиям клиентов, потребителей услуг. Таким образом, **качество транспортных услуг** – это совокупность характеристик пассажирских, грузовых перевозок или транспортной экспедиции, определяющих их пригодность удовлетворять потребности пассажиров, грузоотправителей или получателей в соответствующих перевозках и работах.

Из приведенного определения вытекают следующие общие положения теории качества транспортных услуг:

- понятие «качество» – относительное. Например, перевозка груза за пять – семь суток не дает представления о качестве этой услуги без сопоставления с нормативным сроком доставки. Поэтому показатели качества должны определяться не только в абсолютном выражении, но и в виде относительных уровней по сравнению с соответствующими нормативами, стандартами и показателями, достигнутыми конкурентами;

- приоритет конечных потребительских оценок показателей качества перед внутриотраслевыми, при котором известные показатели качества транспортной деятельности организаций должны быть подчинены требованиям клиентов и максимально возможно учитывать интересы пользователей транспортом;

- оно должно измеряться в натуральном и в стоимостном выражении. В рыночных условиях цена перевозки должна определяться соотношением спроса и предложения на транспортные услуги. Могут быть ситуации, когда цена за более низкое качество услуги может быть выше платы за более качественную, либо одинакова для различных условий транспортного обслуживания;

- показатели качества транспортного обслуживания должны быть унифицированы и сопоставимы по видам услуг, независимо от технологических особенностей их исполнения. Потребителям транспортных услуг необходимо само перемещение из одного пункта в другой, а не транспортное средство (поезда, автомобили, самолеты), поэтому победителем в конкурентной борьбе за потребителя транспортных услуг будет тот, кто предоставит более комфортные и приемлемые по платежеспособному спросу услуги;

- необходимость установления общего, интегрального показателя качества транспортного обслуживания. Таким интегральным показателем может быть комплексный сводный измеритель всех элементов и сторон качества транспортного обслуживания с балльной оценкой весомости каждого элемента.

В практике работы транспортных организаций выделяют несколько уровней качества транспортного сервиса (таблица 12.1).

Таблица 12.1 – Уровни качества транспортного сервиса

Номер уровня	Название уровня	Характеристика уровня
I уровень	Соответствие стандарту	Оказываемые услуги соответствуют статьям действующего законодательства в области транспортной деятельности
II уровень	Соответствие возможностям	Оказание услуг должно отвечать техническим и технологическим возможностям транспортных организаций
III уровень	Соответствие требованиям рынка	Удовлетворение требований клиентов в высоком качестве и справедливой цене на транспортные услуги
IV уровень	Соответствие латентным потребностям	Удовлетворение неявных, скрытых потребностей в перевозках

Из приведенной таблицы видно, что характеристики продукции (товары и услуги) бывают как исчисляемые, так и неисчисляемые. Исчисляемые характеристики называются *показателями*. Неисчисляемые характеристики могут определять качество как «плохое», «хорошее» или «отличное», «лучше» или «хуже».

## 12.2 Показатели качества транспортных услуг

К показателем качества транспортных услуг относится количественная характеристика их потребительских свойств:

- единичных, характеризующих одно из свойств;
- комплексных, характеризующих несколько свойств;
- интегральных, являющийся отношением суммарного полезного эффекта от потребления услуги к суммарным затратам на ее создание и потребление.

В зависимости от характеризующих свойств можно выделить несколько групп показателей качества транспортных услуг:

- эффекта (назначения), характеризующие полезный эффект от получения услуг (маршрут и время доставки, размер партии товара и т. д.);
- надежности, характеризующие безотказность и своевременность предоставления услуг;
- экономии, оценивающие финансовые затраты потребителя при получении услуги. *Затраты потребителя* могут быть *прямые* – провозная плата и дополнительные сборы и *косвенные* – складирование, потери вследствие длительной доставки, снижения качества груза и т. д. Очень часто косвенные затраты потребителя вследствие предоставления услуг низкого качества могут быть очень высокими, выше, чем прямые затраты. Это может быть основной причиной ухода потребителей к конкурентам. Поэтому следует учитывать как прямые, так и косвенные затраты потребителей при организации транспортных услуг;
- экологические, характеризующие уровень вредных воздействий на природу при производстве и потреблении услуги;
- безопасности, оценивающие безопасность пользователей услуг в процессе потребления.
- эргономические и эстетические, характеризующие качество услуг с точки зрения потребителей. Эти показатели численно выражаются в баллах, например от 1 до 5 (до 100).

К интегрированным качественным характеристикам транспортной продукции относятся: полнота (объем) перевозки; скорость доставки грузов или перевозки пассажиров; своевременность и ритмичность выполнения перевозки; сохранность груза во время перевозки; безопасность перевозки

пассажиров; безопасность дорожного движения; уровень сервисного обслуживания грузовладельцев и пассажиров.

В условиях высокой конкуренции на рынке транспортных услуг качество услуги является решающим фактором. Коэффициенты качества транспортных услуг выражаются:

– уровнем удовлетворения спроса по объему –

$$k_{\text{сп}}^{\text{ту}} = \frac{\sum_{m=1}^n P_m^t}{\sum_{m=1}^n P_m^{t+1}}, \quad (12.1)$$

где  $\sum_{m=1}^n P_m^t$  – фактический объем перевозок за учетный период  $t$ ;  $\sum_{m=1}^n P_m^{t+1}$  – плановый объем перевозок за период  $(t+1)$ ;

– степенью ритмичности отправления и прибытия грузов –

$$k_{\text{рм}}^{\text{ту}} = \frac{P_m^t}{P_{\text{общ}}^t}, \quad (12.2)$$

где  $P_m^t$  – фактический объем предоставления транспортных услуг за учетный период  $t$  с соблюдением установленного нормативного (договорного) интервала;  $P_{\text{общ}}^t$  – общий объем предоставления транспортных услуг за учетный период  $t$ ;

– степенью регулярности перевозок –

$$k_{\text{рег}}^{\text{ту}} = \frac{P_{\text{max}}^{\text{ин}}}{P_{\text{mid}}^{\text{ин}}}, \quad (12.3)$$

где  $P_{\text{max}}^{\text{ин}}$  – максимальный объем предоставления транспортных услуг за определенный интервал времени;  $P_{\text{mid}}^{\text{ин}}$  – средний объем предоставления транспортных услуг за интервал времени того же периода;

– уровнем скоростных параметров оказания транспортных услуг (скорости доставки грузов или перевозки пассажиров) –

$$k_{\text{сп}}^{\text{ту}} = \frac{\sum_{m=1}^n P_m^v}{P_{\text{общ}}^v}, \quad (12.4)$$

где  $\sum_{m=1}^n P_m^v$  – фактический объем оказания транспортных услуг с соблюдением нормативных параметров скорости;  $P_{\text{общ}}^v$  – общий объем оказания транспортных услуг;



– степени сохранности перевозимых грузов –

$$k_{\text{сохр}}^{\text{те}} = \frac{Q_{\text{общ}}^i - Q_{\text{ут}}^i}{Q_{\text{общ}}^i}, \quad (12.5)$$

где  $Q_{\text{общ}}^i$  – общий объем перевозимых грузов;  $Q_{\text{ут}}^i$  – потери груза при погрузке, выгрузке и транспортировке за учетный период  $i$ ;

– степень безопасности перевозки пассажиров –

$$k_{\text{бпс}}^{\text{пс}} = \frac{\sum_{j=1}^n A_j^{\text{пс}}}{1000}, \quad (12.6)$$

где  $\sum_{j=1}^n A_j^{\text{пс}}$  – количество пассажиров, погибших в процессе перевозки в  $j$ -м виде сообщения, чел.

В отдельности каждый показатель имеет существенное значение при оценке качества выполнения транспортных услуг, а систематизация и интеграция всех этих показателей дают показатель комплексной оценки качества перевозки для вида транспорта, перевозки или сообщения.

В условиях высокой конкуренции на рынке транспортных услуг ориентация на максимально полное выявление и удовлетворение требований их потребителей является залогом эффективного долгосрочного развития и обеспечения конкурентоспособности во всех сегментах этого рынка.

К числу основных требований потребителей в различных сегментах рынка транспортных услуг относятся:

- в сегменте рынка грузовых перевозок и услуг по предоставлению транспортной инфраструктуры: безопасность проследования грузов и транспортных; соблюдение сроков доставки грузов по договору; сохранность грузов; доступность услуги по экономическому, географическому, информационному и административному признакам; сохранение окружающей среды; обеспечение равного доступа на рынок транспортных услуг на равных условиях; гибкость тарифов в соответствии с различными требованиями услуг; интермодальное исполнение грузовых перевозок, означающая возможность доставки груза по принципу «от двери до двери» или передачи грузов на другие виды транспорта в прямом сообщении; максимально необходимое и качественное информационное сопровождение продвижения грузов и подвижного состава; наличие различных вариантов исполнения перевозки по цене, времени, условиям; оперативность оформления и удобство подачи заявок на предоставление транспортных услуг; культура и эстетика предоставления транспортных услуг;
- в сегменте рынка пассажирских перевозок: гарантия сохранения жизни, здоровья и личного имущества пассажиров в процессе перевозки; точность отправления, проследования и прибытия по расписанию транспорт-

ных средств по видам сообщения; удобство расписания отправления и прибытия транспортных средств и их согласованность по видам сообщения (наличие контактных расписаний различных видов транспорта); сокращение продолжительности нахождения пассажиров в пути; сохранность багажа; доступность услуги по экономическому и географическому признакам; снижение влияния на окружающую среду и обеспечение безопасного экологического воздействия на пассажиров; комфортность, качественный сервис и информационное обеспечение пассажирских перевозок на вокзалах и в пути следования; удовлетворение потребностей пассажиров в сопутствующих товарах и услугах; наличие эффективно функционирующей системы обратной связи, в частности, возможности информировать руководство перевозчиков о неудобствах и недостатках транспортного обслуживания; культура и эстетика предоставления услуг;

– в сегменте рынка ремонтных услуг: доступность услуг по экономическому и географическому признакам; выполнение видов ремонта транспортных средств в соответствии с правилами ремонта, техническими регламентами оснащённости ремонтных организаций; соблюдение сроков ремонта по договору; предоставление услуг по технической модернизации транспортных; наличие гарантийного обслуживания; предоставление широкой номенклатуры выполняемых работ по ремонту транспортных средств; гибкость тарифов в соответствии с различными требованиями услуг; обеспечение недискриминационного доступа к ремонтной базе; сохранение окружающей среды; обеспечение бесперебойной и безаварийной работы отремонтированных транспортных средств; обеспечение сохранности транспортных средств, переданных в ремонт; уровень культуры и эстетики предоставления услуг;

– в сегменте прочих услуг, оказываемых транспортными организациями при выполнении транспортной деятельности: сохранение здоровья и жизни потребителей в процессе оказания услуг; своевременность и срочность оказания услуг; доступность услуг по установленным признакам; сохранение окружающей среды и обеспечение ее безопасного воздействия на потребителя; культура и эстетика предоставления услуг.

В рамках модели качества транспортных услуг в организациях формируется система показателей, соответствующих основным требованиям потребителей по сегментам рынка. Система показателей оценки удовлетворенности потребителей является основой для планирования оказываемых услуг, разработки мер по привлечению клиентов и снижению себестоимости, повышению рентабельности на внутреннем и внешнем рынках, для улучшения качества перевозок и повышения имиджа транспортной организации и вида транспорта.

Объективность и полнота перечня выбранных показателей достигается за счет обратной связи с потребителем, основанной на принципе своевре-

менной и эффективной реакции на любые потребности и запросы потребителей, а также постоянной фиксации всех их замечаний по качеству услуг железнодорожного транспорта.

Требуемый уровень качества транспортных услуг определяется с помощью маркетинговых исследований с учетом того, какие цели преследует организация на рынке с учетом выбора маркетинговой стратегии. При этом требуется осуществить сегментирование рынка, провести позиционирование, выбрать целевой сегмент. Определение пути совершенствования качества сервиса производится на основе маркетинговых опросов, анкетирования, изучения существующих и потенциальных потребителей, анализа их хозяйственных связей, выявления перспектив и проблемных мест.

В общем случае зависимость прибыли от уровня качества сервиса характеризуется точками, представленными на графике (рисунок 12.1), – от начального уровня  $k_0$  до максимального  $k_{\max}$  и минимального  $k_{\min}$ . Следовательно, необходимо определить такой уровень качества, при котором прибыль предприятия будет максимальной.

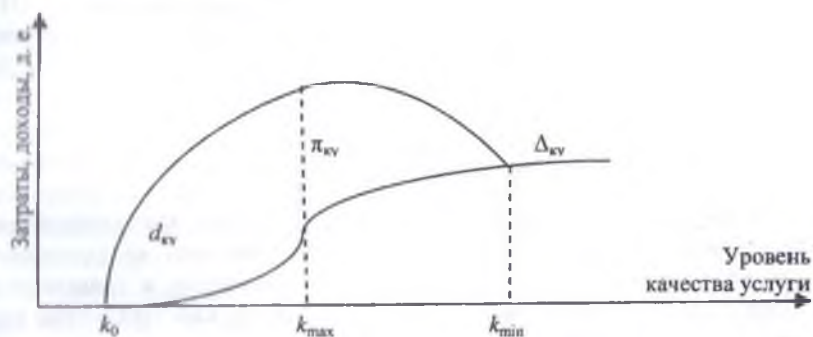


Рисунок 12.1 – Зависимость прибыли транспортной организации от уровня качества транспортных услуг:

$d_{кв}$  – дополнительный доход от повышения качества услуг;  $\pi_{кв}$  – прибыль от повышения качества услуг;  $\Delta_{кв}$  – дополнительные затраты на повышение качества услуг

Для принятия решения о повышении уровня качества транспортных услуг определяются дополнительные затраты, возникающие при этом. При необходимости капитальных вложений дополнительные затраты определяются с помощью технико-экономического сравнения вариантов. В этом случае следует определить требуемый уровень рентабельности для соблюдения установленных сроков окупаемости проекта по повышению качества транспортных услуг. При отсутствии капитальных вложений расчет дополнительных затрат производится методом составления калькуляций себестоимости.

### 12.3 Качество грузоперевозок

Оценка качества грузоперевозок предполагает использование основных критериев оценки качества транспортного обслуживания (рисунок 12.2).



Рисунок 12.2 – Критерии оценки качества транспортного обслуживания грузоперевозок

Если рассматривать качество работы транспорта как совокупность свойств транспортной системы, которые обуславливают ее способность удовлетворять потребности промышленной организации в транспортном обслуживании при минимальных затратах, то оценку качества можно отразить в виде целевой функции

$$E_K^{ту} = E_{\text{экспл}}^{ту} + E_{\Delta}^{ту}, \quad (12.7)$$

где  $E_{\text{экспл}}^{ту}$  – эксплуатационные затраты, связанные с приобретением и эксплуатацией транспортных средств, тыс. руб.;  $E_{\Delta}^{ту}$  – затраты, связанные с простоями производственной организации из-за отсутствия транспорта, тыс. руб.

Для автотранспортной деятельности сравнивается качество транспортных услуг при выполнении их собственными силами и автотранспортной организацией. По основным показателям качества автотранспортных услуг, выполняемых двумя организациями, строится диаграмма (рисунок 12.3) и делаются выводы.



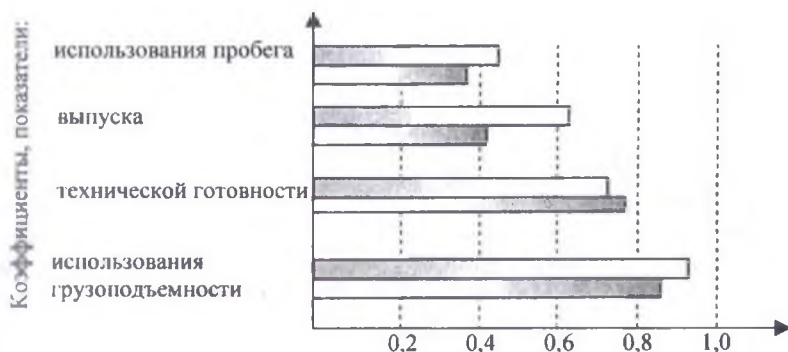




Рисунок 12.3 – Диаграмма оценки качества транспортных услуг:

 – выполненных промышленной организацией;  
 – выполненных транспортной организацией

Из приведенного рисунка видно, что коэффициент *технической готовности транспортных средств* автотранспортного предприятия составляет 0,81, в промышленной организации – 0,72, что свидетельствует о более высоком уровне технической исправности и готовности подвижного состава автотранспортной организации для перевозок, при условии, что только 47 % технически исправной техники выходит на линию. *Эксплуатационные расходы* являются важным показателем работы как автотранспортной, так и промышленной организаций и одним из главных факторов повышения эффективности производства. В данном случае эксплуатационные затраты на один автомобиле-час работы подвижного состава в автотранспортной организации ниже, чем в промышленной, в среднем на 24 %. Это непосредственно влияет на планово-расчетные цены услуг автотранспорта, рассчитываемые на основе сметных норм и расценок на эксплуатацию автотранспортных средств и технологических автотранспортных цен. При сравнении планово-расчетных цен по видам автотранспорта в реальном секторе экономики отмечено, что устанавливаемые тарифы автотранспортной организации ниже, чем у промышленной, на 8–22 %, а на услуги тягачей (КамАЗ-5410) – на 70 %. Таким образом с учетом целевого значения качества транспортного обслуживания выбирается форма его выполнения (рисунок 12.4).

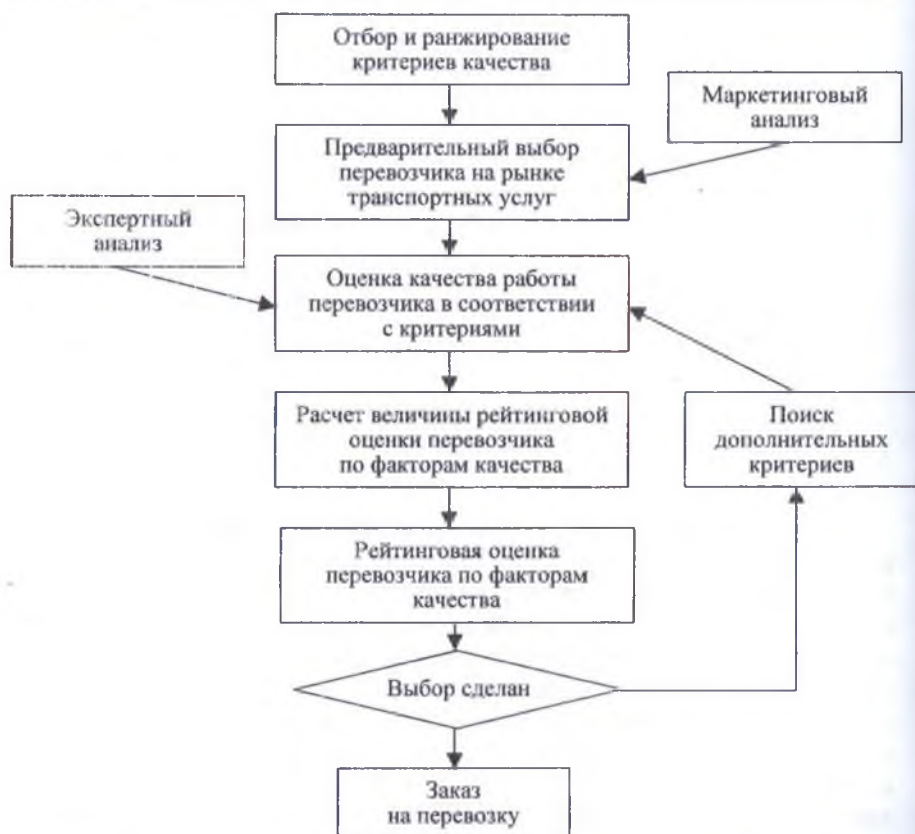


Рисунок 12.4 – Алгоритм выбора перевозчика по критериям качества

При формировании критериев качества, включаемых в систему рейтинговой оценки автотранспортной организации используются *показатели качества транспортного обслуживания*: надежность времени доставки (1); затраты (тарифы) на передвижение (2); общее время доставки (3); готовность (гибкость) перевозчика к изменению тарифа (4); финансовая стабильность перевозчика (5); техническая готовность подвижного состава (6); наличие дополнительного оборудования для выполнения грузопереработки (7); наличие дополнительных услуг по комплектации и доставке (8); уровень сохранности груза (9); возможность экспедирования (10); квалификация персонала (11); проведение мониторинга (12); готовность (гибкость) перевозчика к изменению сервиса (13); гибкость маршрутов (14); удобство

процедуры заказа (15); качество организации услуг продаж транспортных услуг (16); наличие специального оборудования (17).

В качестве основных критериев выбора формы транспортного обслуживания для промышленного предприятия приняты показатели: надежность времени доставки (1); тариф на перевозку (2); финансовая стабильность (состоятельность) перевозчика (5); техническая готовность транспортных средств (6); сохранность груза (9); готовность (гибкость) перевозчика к изменению уровня транспортного сервиса (13).

*Степень удовлетворенности перевозчиков* выбранной системой факторов оценивалась независимыми экспертами по трехбалльной шкале: 1 – хорошо, 2 – удовлетворительно, 3 – плохо. Рейтинг перевозчика по каждому фактору устанавливается с учетом весовых коэффициентов, полученных из расчета общего количества факторов, деленного на соответствующий ранг. Предположительно по оценке экспертов суммарный рейтинг организаций составил 12 и 13. Следовательно, услуги автотранспортной организации являются более предпочтительными.

Современный подход к оценке экономической эффективности транспортного обслуживания основывается на концепции общих издержек. Согласно этой концепции такие издержки включают все расходы, необходимые для обеспечения потребностей перевозочного процесса, а издержки на транспортный сервис представляют собой затраты, связанные с предоставлением потребителю комплекса услуг, сопутствующих продаже. При этом транспортный сервис ориентирован прежде всего на обеспечение баланса между качеством обслуживания клиентов и сопутствующими издержками. В промышленно развитых странах сформировалась *система показателей общей оценки эффективности и результативности*: экономия общих издержек; повышение качества транспортного сервиса; сокращение длительности транспортного цикла; повышение производительности труда.

Для решения задач оптимизации структуры или управления в транспортной системе в составе общих издержек учитываются потери прибыли от замораживания (иммобилизации) продукции в запасах, а также ущерб от рисков или недостаточного уровня качества транспортного сервиса. Этот ущерб обычно оценивается как возможное уменьшение объема продаж, сокращение доли рынка, потери доходов и т.п. Общепринятые процедуры сравнительной оценки (бенчмаркинг) предприятий и компаний по качеству транспортных услуг на основе аналитических и экспертных методов используют эти комплексные показатели. Большинство корпоративных отчетных форм о выполнении стратегии грузоперевозок содержат показатели издержек, сгруппированные по функциональным областям транспортной деятельности. Классификация оценочных показателей транспортного обслуживания приведена в таблице 12.2.

Таблица 12.2 – Классификация оценочных показателей качества транспортных услуг

Признак классификации	Состав показателей	Содержание и алгоритм расчета
Масштаб	Объем работ	Общие затраты на транспортное обслуживание всего, в том числе по функциям
	Номенклатура	Состав транспортных услуг по функциям
	Время	Длительность транспортного цикла всего, в том числе по функциям
	Персонал	Численность работающих с распределением по функциям
Уровень	Затратность	Отношение затрат к стоимости поставок всего, в том числе по функциям
	Трудоемкость	Отношение численности персонала по перевозкам к общей численности персонала
	Комплексность	Состав выполняемых услуг по отношению к стандартной номенклатуре услуг
Эффективность (качество)	Рентабельность	Отношение прибыли к затратам на транспортные услуги
	Экономия ресурсов	Сокращение производственных запасов
		Высвобождение численности
		Сокращение длительности производственного цикла
	Информативность	Способность системы в любой момент времени предоставлять клиенту информацию в соответствии с его запросом
	Достоверность	Отношение числа точных ответов к общему числу запросов
	Репутация	Отношение количества жалоб клиентов к качеству обслуживания

Одна из очевидных сфер применения этой системы оценочных показателей связана с обоснованием целесообразности инвестирования конкретных транспортных проектов, направленных на улучшение качества логистического обслуживания. Нередко в транспортных организациях и компаниях решения должны приниматься в условиях, когда имеется ряд альтернативных или взаимно независимых транспортных проектов. В этом случае необходимо сделать выбор одного или нескольких проектов, основываясь на определенных критериях. Вместе с тем транспортные организации, как правило, имеют ограниченные финансовые ресурсы для реализации транспортного проекта. В связи с этим предлагается использовать пошаговую модель принятия решения о реализации такого проекта с учетом повышения качества транспортного обслуживания клиентов.



## 12.4 Показатели качества пассажирских перевозок

**Качество обслуживания пассажиров** на любом виде транспорта зависит от типа транспортных средств, скоростных регламентов их движения, наличия сопутствующего сервиса. В зависимости от этого можно рассчитывать на повышение доходов от перевозки пассажиров. Качество пассажирских перевозок оценивается показателями:

1) *информационного обслуживания*, характеризующего особенности пассажирских перевозок, обуславливающие периодичность доведения до пассажиров и населения сведений, необходимых для принятия правильных решений в процессе их транспортного обслуживания. К этому показателю относятся частота передачи информации об отправлении и прибытии транспортных средств, предоставляемые пассажирам услуги и их стоимость, размещение необходимых помещений, средств связи, объектов общественного питания и др.;

2) *комфортности*, отражающим свойства пассажирских перевозок, обуславливающие создание необходимых условий обслуживания и удобства пребывания пассажиров в транспортном средстве, в начально-конечных и транзитных пунктах на основании нормативных документов, утвержденных и установленном порядке. К показателям комфортности относятся: площадь (объем) помещения, приходящаяся на одного пассажира, частота уборки транспортных средств и помещений, температура воздуха в транспортном средстве и помещениях временного пребывания пассажиров, допустимые значения шума, вибрации и влажности, среднее (допустимое) наполнение салона транспортного средства и помещений;

3) *скорости*, характеризующей свойства пассажирских перевозок, обуславливающие продолжительность пребывания пассажира в поездке. К показателям скорости относятся продолжительность поездки или рейса, средняя или ходовая скорость движения транспортного средства, частота остановок транспортного средства и их продолжительность;

4) *своевременности*, оценивающим свойства пассажирских перевозок, обуславливающие движение транспортных средств в соответствии с объявленным расписанием или другими установленными требованиями по времени их движения. К показателям своевременности относятся доля транспортных средств, отправляемых и прибывающих по расписанию, средний и максимальный интервалы движения транспортных средств;

5) *сохранности багажа*, обуславливающей перевозку багажа без потерь и повреждений. К этому показателю относятся процент багажных отправок, прибывающих с повреждениями, средняя стоимость ущерба от повреждения багажа, стоимость возмещения от потери багажа;

6) *безопасности транспортных услуг*, характеризующим особенности пассажирских перевозок, обуславливающие безопасность пассажиров при их выполнении. К показателям безопасности относятся: надежность функционирования транспортных средств (ресурс, срок службы, вероятность безотказной работы, наработка на отказ, периодичность контроля технического состо-

нения транспортных средств органами государственного надзора, наличие документа, подтверждающего допуск транспортного средства к эксплуатации); профессиональную пригодность персонала к перевозкам пассажиров в соответствии с требованиями безопасности пассажирских перевозок (стаж работы на занимаемой должности, уровень квалификации, периодичность повышения квалификации, количество нарушений правил управления транспортными средствами и должностных инструкций за определенный период); готовность транспортного средства и причастного персонала к выполнению перевозок (характеризует особенности, определяющие подготовленность персонала обеспечивать перевозки по заданному маршруту. Эти показатели включают укомплектованность обслуживающим персоналом, минимальную норму состава экипажа, обеспеченность спасательными средствами, средствами оказания первой медицинской помощи, укомплектованность съемным оборудованием и инвентарем, обеспеченность нормативными документами, маршрутными картами и др. на выполнение рейса).

В современных условиях показатели качества транспортного обслуживания населения включают:

- переход от преобладания показателей уровня развития системы, оцениваемой по плотности маршрутной сети и остановочных пунктов, регулярности, частоты следования транспортных единиц к показателям, характеризующим удовлетворение потребности населения в транспортном обслуживании;

- оптимизацию структуры показателей качества с приданием её цельного и законченного ряда. Одним из основных требований к составу показателей качества транспортного обслуживания населения является их несводимость друг к другу, достаточность и непротиворечивость;

- использование для измерения показателей качества транспортного обслуживания населения критерий продолжительности элементов передвижений пассажиров;

- уровень комфорта транспортного обслуживания населения оценивается наполнением подвижного состава.

Пассажирский транспорт имеет большое социальное значение, поскольку удовлетворяет одну из важнейших человеческих потребностей – потребность в перемещении. Выполняемые пассажирские перевозки наиболее ярко характеризуют тот или иной вид транспорта, так как пассажиры, исходя из своих соображений, по-разному оценивают его достоинства и недостатки. Транспортный рынок пассажирских перевозок предоставляет пассажирам услуги различных видов транспорта, которые чаще всего неравноценны по стоимости, скорости, регулярности и комфорту. Пассажир, руководствуясь своими возможностями, целями и вкусами, а иногда и вынужденно, отдает предпочтение тому или иному виду транспорта. При этом часто решающими являются не экономические, а качественные характеристики видов транспорта, поэтому при изучении транспортного рынка пассажирских перевозок необходимо учитывать не только динамику перевозок, но и качество транспортного обслуживания, демографические, социальные и другие факторы.

Пассажирские перевозки могут осуществляться с различными целями: научными, деловыми, производственными, туристическими и др. Значительную долю в объеме пассажирских перевозок занимает транспортное обслуживание туристов и экскурсантов. При организации транспортного обслуживания в индустрии туризма особую роль играет качество данного обслуживания, так как путешествие – это уже заведомо что-то интересное и волнующее, и поездка сама по себе не должна рассматриваться как необходимая и неприятная сторона путешествия. С развитием туризма транспортные пути будут постоянно расширяться, так как увеличение спроса на путешествия оказывает положительное влияние на развитие транспортной инфраструктуры. Транспорт же, в свою очередь, позволяет расширять географию путешествий. Происходит полезное и выгодное двум сторонам взаимовлияние.

Для перемещения туристов во время путешествий туристические организации пользуются различными видами транспорта. Большая доля в общей структуре транспортных услуг принадлежит авиационному транспорту. Наиболее массовые потоки туристов, путешествующих с курортной, деловой, развлекательной, познавательной целями, составляют индивидуальные туристы. Именно они чаще всего пользуются авиационным транспортом.

Автомобильный транспорт можно с полным правом назвать транспортом всеобщего применения, так как он используется практически повсеместно: экскурсии, маршрутные перевозки автобусами, аренда автомобилей туристами, частный автотранспорт. Главным конкурентом пассажирских автомобильных и автобусных перевозок – железная дорога. Сегодня бытует мнение, что железнодорожный транспорт изжил себя и будущее за автомобильным и авиационным транспортом. Однако за последние годы по этим видам транспорта заметно снижение доли туристских перевозок в общем объеме пассажирских перевозок. Водный транспорт (речной, морской и озерный) используется в туризме достаточно активно. Водные путешествия имеют ряд преимуществ и недостатков по сравнению с другими видами транспорта. Наиболее значимыми *преимуществами* являются высокий уровень комфорта, возможности реализации различных видов и целей туризма, полноценного отдыха, полный комплекс жизнеобеспечения. Основными *недостатками* можно назвать невысокую скорость передвижения транспортных средств (но это можно рассматривать и как преимущество для любителей живописных пейзажей), довольно высокие цены на круизные туры, ограничение мобильности, сезонность.

Самым главным преимуществом пассажирских перевозок на любом виде транспорта является *высокое качество транспортного обслуживания*, которое зависит от организации транспортного процесса, конструктивных особенностей и технического состояния используемого подвижного состава и пути, развития маршрутной сети и других факторов.



Надежность и своевременность поездки – один из основных критериев оценки качественного обслуживания пассажиров. Движение пассажирского транспорта по расписанию без нарушения регулярности создает условия гарантированной поездки населения по времени. Это увеличивает спрос на перевозки и способствует повышению эффективности работы транспорта.

Рельсовый транспорт обладает столь важными преимуществами экономического и экологического характера и столь высокими показателями безопасности, что, без всякого сомнения, в Республике Беларусь он сохранит свою конкурентоспособность даже на отдаленную перспективу.

Для количественной оценки качества перевозок пассажиров целесообразно разбить совокупность его характеристик на четыре подмножества, которые представляют собой отдельные категории качества пассажирских перевозок, а именно: безопасность, или число ДТП; уровень организации движения транспортных средств во времени (частота, ритмичность, регулярность, точность движения, а также зависимость движения от внешних условий); затраты времени на поездку с учетом ожидания или скорость передвижения пассажиров; удобство пользования транспортом – совокупность предоставляемых пассажирам удобств на вокзалах и в пути следования, то есть комфортабельность.

Решение задач повышения качества перевозок пассажиров требует синтеза частных оценок в рамках отдельных категорий качества перевозок в целом, а затем сведения их к общему показателю качества. Частные показатели качества транспортного обслуживания пассажиров определяются на основе синтеза данных официальной статистики, расчетов и результатов обследования пассажиропотоков. При обследовании пассажиропотоков важно, чтобы качество обслуживания пассажиров как на вокзалах, так и в пути следования оценивалось при участии самих пассажиров. К примеру, при опросе пассажиров дальнего следования выявлено свыше 100 видов претензий. При этом они распределяются следующим образом: претензии по техническому и санитарному состоянию транспортных средств – 44, по организации сервиса в пути следования – 30, комфортабельности поездки – 24, организации приобретения билетов на маршруте следования транспортных средств – 1, по прочим причинам – 1 %. Среди претензий к обслуживанию в пунктах начально-конечного следования выступают: недостаток мест в зале ожидания – 23, неудовлетворительная организация питания – 21, недостаток оказываемых услуг – 14, отсутствие или недостаток мест в камере хранения – 13, неудовлетворительная работа информационной службы – 8, грубость должностных лиц – 7, прочие причины – 14 %.

Важными показателями потребительских свойств услуг пассажирского транспорта являются скорость, комфортабельность и удобство поездки, быстрого оформления проездных билетов, частота и регулярность движения, беспересадочность сообщений и др. Руководствуясь ими, пассажир отдает предпочтение тому или иному виду транспорта, виду сообщений,



времени поездки и т.д. Выборочное обследование пассажиропотоков показало значимость для пассажиров качественных характеристик транспортного обслуживания пассажиров: комфортабельность – 23,3; затраты времени на оформление билета – 21,7; своевременность отправления и прибытия транспортных средств – 17,7; скорость движения – 16,7; объем услуг, оказываемых на вокзалах и в пути следования – 11,5; частота отправления транспортных средств – 5,5; стоимость билета – 3,6 %. Конкретным направлением повышения качества пассажирских перевозок является увеличение количества комфортабельных междугородных автобусов, новых типов авиалайнеров, высокоскоростных поездов.

## 12.5 Управление качеством транспортного обслуживания

Управление качеством транспортного обслуживания должно осуществляться системно, т. е. в транспортной организации должна функционировать система управления качеством продукции, представляющая собой организационную структуру, четко распределяющую ответственность, процедуры и ресурсы, необходимые для управления качеством, так называемый *менеджмент качества*. Управление качеством – это методы и виды деятельности, направленные как на контролирование перевозочного процесса, так и на устранение причин неудовлетворительного функционирования подразделений транспортной организации. С учетом того, что управление производственными процессами является круговым циклом: планирование – фактическое исполнение плановых заданий – контроль – управляющее воздействие, то процесс управления качеством можно представить как последовательность прохождения этих этапов. Цикл «планирование – фактическое исполнение плановых заданий, контроль, управляющее воздействие» обеспечивает постоянное отслеживание и повышение уровня качества выполнения перевозок. Под обеспечением качества в рамках системной организации качества подразумевают все планируемые и систематически осуществляемые виды деятельности, а также действия по предоставлению доказательств уровня качества, необходимые для создания у потребителя достаточной уверенности в том, что поставщик услуг будет выполнять требования к качеству. Обеспечение качества касается как *внутренних*, так и *внешних* целей по качеству.

В соответствии со стандартом ИСО 9001 в организации разрабатывается, документально оформляется и поддерживается в функциональном состоянии система качества. Принципиальная схема построения и функционирования управления качеством в организации предусматривает *четыре уровня*:

- 1) общее руководство качеством;
- 2) системное обеспечение качества;
- 3) оперативное управление качеством на двух нижних уровнях технологического обеспечения и управления процессами;

4) через системы качества, основанные на требованиях стандартов ИСО серии 9000.

**Политика в области управления качеством транспортных услуг** может быть сформулирована на основе следующих принципов:

- открытости на всех уровнях – необходимое условие доверия, подразумевает одинаковый доступ к информации для всех без исключения производителей услуг, органов государственной власти и потребителей, если эта информация относится к требованиям безопасности, стандартизации, методам испытаний или сертификации;

- повышение конкурентоспособности – базовый принцип, который подразумевает устранение недостатков и усиление преимуществ продукции и услуг;

- стимулирование подходов, основанных на принципе использования человеческого потенциала как ключевого фактора, на гибкой интеграции общих целей, направленных на улучшение стандартов и качества жизни;

- развитие и укрепление элементов инфраструктуры качества, направленное на более тесное сотрудничество подразделений качества и производителей услуг, приспособление к новым требованиям транспортной деятельности в условиях рыночной экономики;

- реализация новой общей концепции качества с формированием новой философии в стратегии управления транспортными организациями, основанной на включении работников в процесс непрерывного улучшения всего производственного цикла и деятельности всех подразделений для удовлетворения запросов потребителей на высоком качественном уровне.

Большую роль в улучшении управления качеством транспортных услуг играют методы управления, которые представляют собой совокупность способов осуществления управленческой деятельности путем использования различных приемов, обеспечивающих развитие организации в заданном направлении. К ним, в первую очередь, относятся методы централизованного планового руководства, хозрасчет, организационные методы, моральное и материальное стимулирование, методы, отражающие закономерности развития техники и технологий.

Под средствами управления качеством транспортных услуг подразумеваются возможности, которые могут быть использованы для достижения желаемых целей: информация, материальные ресурсы и финансы, трудовые ресурсы, а также уровень организации управления, уровень качества технологического сопровождения (сооружения, оборудование, технологическая оснастка и др.), степень формирования внутри коллектива трудовых общественных отношений, условия труда.

Значительный опыт управления качеством накоплен в иностранных организациях. В западных странах была разработана стратегия всеобщего

управления качеством (*total quality management, TQM*). Эта стратегия достигается в результате вовлечения в процесс управления качеством всей организации всеобщей направленности на цели политики качества. При этом всеобщее управление качеством – это долгосрочный интегрированный подход к руководству организацией, гарантирующий в срок и с минимальными затратами обеспечение и повышение качества выпускаемого товара (услуги) на всех стадиях производственного процесса, предполагающий усилия всех сотрудников фирмы по оптимальному удовлетворению потребностей покупателей. Система TQM включает следующие элементы: «жесткие» составляющие (персонал, системность, инструментарий); «мягкие» составляющие (вовлеченность, культура, коммуникации). «Жесткие» составляющие TQM предполагают, чтобы только один человек или один отдел мог бы гарантировать эталон качества, хотя ответственность за это возлагается на руководителя транспортной организации. Качество находится в руках персонала и может быть достигнуто только в команде. Улучшение качества происходит в группах, состоящих из сотрудников, разных отделов. Цель TQM – ориентированная на качество культура производственной деятельности организации.

Оперативного, четкого, эффективного управления качеством транспортных услуг можно достигнуть, опираясь на следующие интегрированные принципы рациональной организации системы управления качеством:

- систему управления качеством должна охватывать все элементы и стадии производственного процесса;
- технику, методы и организационные формы системы управления качеством должны полностью соответствовать особенностям техники, технологии и организации производства;
- эффективность рациональной организации системы управления качеством в целом и отдельных ее элементов должна быть обоснована надлежащими экономическими расчетами;
- систему управления качеством должна обеспечивать четкое и обоснованное распределение обязанностей и ответственности между отдельными исполнителями и различными подразделениями предприятия;
- систему управления качеством должна использовать эффективные методы контроля качества и мотивации.

По результатам использования выбранных принципов управления качеством транспортных услуг разрабатываются конкретные мероприятия, направленные на совершенствование системы управления качеством в транспортной организации и повышения уровня показателей эффективности ее хозяйственной деятельности.

---

## 13 ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НА ТРАНСПОРТЕ

---

### 13.1 Системные понятия инновационного развития на транспорте

**И**нновация – введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или продаж. При этом следует учитывать, что инновация – это не всякое новшество или нововведение, а только такое, которое серьезно повышает эффективность действующей системы [43]. Вопреки распространенному мнению, инновации отличаются от изобретений. Поэтому инновация предполагает результат инвестирования интеллектуального решения в разработку и получение нового знания, ранее не применявшейся идеи по обновлению сфер жизни людей и последующий процесс внедрения этого, с фиксированным получением дополнительной ценности. Инновационная деятельность предполагает цепь событий: инвестиции – разработка нового продукта – процесс внедрения – качественное улучшение транспортной деятельности.

При решении задач по инновационной деятельности на транспорте используются два подхода:

- системный: рассмотрение транспортной организации в качестве сложной системы, состоящей из множества взаимосвязанных элементов; учет факторов влияния внешней конкурентной и внутренней организационной сред, влияющих на инновационный процесс;
- ситуационный: систематизация наиболее вероятных вариантов реализации инновационного процесса; анализ внешних и внутренних факторов, определяющих успех инноваций; выработка управленческих решений, оптимальных для конкретной инновационной ситуации или задачи.

В рыночных условиях признаком инновации в транспортной деятельности считается ее потребительская новизна. При этом продукция (услуга, метод и пр.) должна быть новой для конкретного потребителя (конкретного рынка), а не обладать глобальной новизной (быть новой для всех). В качестве основной причины возникновения инноваций следует считать постоянное стремление в реальном производстве усовершенствовать существующую общественную систему, устранить противоречия между реальным и желаемым состояниями,



а главной особенностью инновации является ее практическое использование и получение коммерческой выгоды. Необходимо также отметить, что нововведения создаются для улучшения финансового состояния предприятия и получения выгоды: прямой (получение денежной отдачи в короткие сроки) и косвенной (долгосрочные конкурентные преимущества транспортной организации). В этом случае инициатор инновационного процесса при выборе направления разработки ориентируется на будущие высокие прибыли от коммерческого использования инновации. По системным признакам инновации подразделяются:

- *на базисные* – реализуют крупнейшие изобретения и становятся основной кардинальных переворотов в технике и технологиях, формируются новые ее направления, транспортной отрасли;
- *улучшающие* – предусматривают реализацию изобретений среднего уровня и служат базой для создания новых моделей взамен старой на новую либо расширяют сферу ее применения;
- *микроинновации* – улучшают некоторые производственные или потребительские характеристики применяемых технологий на основе использования мелких изобретений, способствуя тем самым более эффективному выполнению действующих автотранспортных технологий;
- *псевдоинновации* – направлены на модернизацию моделей автотранспортных средств и технологий, представляющих уже вчерашний день техники.

По технологическим признакам инновации классифицируются:

- *по области применения* – управленческие, социальные, промышленные, организационные и др.;
- *этапам научно-технического прогресса*, результатом которых стали инновации: технические, технологические, научные, конструкторские, производственные и информационные;
- *темпам осуществления* – быстрые, замедленные, затухающие, нарастающие, равномерные, скачкообразные;
- *степени интенсивности* – равномерные, слабые, массовые;
- *масштабам* – трансконтинентальные, транснациональные, региональные, крупные, средние, мелкие;
- *результативности* – высокие, низкие, средние;
- *эффективности* – экономические, экологические, социальные, интегральные.

По цикличности различают инновационные процессы:

- *короткие* (продолжительность 3–3,5 года);
- *торгово-промышленные* (средние) циклы (7–11 лет);
- *продолжительные* (48–55 лет) – проявляются до начала и в начале поднимающей волны каждого длинного экономического цикла инноваций, включающиеся в глобальных изменениях технической оснащенности, при-

влечении в мировые экономические связи новых стран, изменении денежного обращения, появления новых резервных валют.

Определённое значение для инновационного развития имеет также *жизненный цикл*, который представляет совокупность связанных между собой явлений, процессов, работ, образующих завершённый круг развития в определённый период времени. Это отрезок времени, в течение которого инновация обладает активной жизненной силой и приносит значительную прибыль или какую-либо другую реальную выгоду. Анализ инновации позволяет определить, на какой стадии жизненного цикла находится данная инновация, ее ближайшие перспективы, периоды резкого спада и окончания существования. Классифицируют жизненные циклы инновации по их видам, т. е. по общей длительности цикла, длительности каждой стадии внутри цикла, специфики развития самого цикла. **Жизненный цикл новой услуги** состоит из конкретных стадий:

- *разработка* – организация инновационного процесса;
- *выход на рынок* – изделие приносит прибыль в период внедрения;
- *развитие рынка* – рост объема продаж изделий на рынке, анализ времени, когда новое изделие активно продается и рынок достигает насыщения этим изделием;
- *стабилизация рынка* – прекращение роста объема продаж;
- *уменьшение рынка* – спад сбыта изделия, но спрос на него есть, значит, есть объективные предпосылки к увеличению объема продаж изделия;
- *подъем рынка* – спрос существует, производитель изучает условия спроса, меняет свою кадровую и ценовую политику, применяет различные формы материального стимулирования продаж изделия, активизирует рекламу;
- *падение рынка* – полное прекращение предоставления услуг транспортной деятельности как маловостребованных у пользователей.

#### **Источники инновационного развития:**

- анализ: текущего состояния бизнеса в организации; спроса потребителей;
- прогнозирование потребностей транспортных услуг;
- исследование решений – уже существующих в категории потребителя и в категории производителя транспортных услуг;
- исследование эталонных преимуществ (на примере аналогов);
- отслеживание технологий.

С учетом инновационной деятельности при выполнении перевозок имеются **организационные особенности её осуществления:**

- по структуре транспортной организации: *функциональной* – классификация научно-технических разработок; повышение квалификации кадров в области инновационного развития; получение научно-технических сведений из внешних источников; совместная работа сотрудников транспортной организации с внешними подразделениями маркетинга; информационный обмен внутри организационной структуры; развитие и стимулирование твор-

ческого подхода к решению поставленной цели; *дивизионной* – разделение обязанностей, в основе которого лежат проектное управление, разделение деятельности подразделений транспортной организации по нескольким направлениям в зависимости от вида продукта, планирование и прогнозирование; *матричной* – использование программно-целевых методов, которые делятся на централизованные (в них все участники крупномасштабного инновационного проекта непосредственно подчинены единому органу управления) и координационные (в линейно-функциональную структуру введены подразделения, осуществляющие координацию работ); *индивидуальной* – организация кооперации, конкуренции внутри транспортной организации, децентрализация принимаемых решений и инновационных разработок, учет всех участников рабочих групп и постоянный поиск новшеств.

– системе управления: гибкость принимаемых решений; применение формальных методов управления, когда специалисты принимают участие в принятии управленческих решений; использование минимального количества иерархических уровней в инновационной деятельности.

Инновационная разработка завершается **инновационным проектом**, который включает: форму целевого управления инновационной деятельностью; процесс осуществления инноваций в транспортной организации и за её пределами; комплект обязательных документов. Он представляет собой сложную систему взаимосвязанных по ресурсам, срокам и исполнителям мероприятий, направленных на достижение конечных целей на разных направлениях инновационного развития транспортной организации. Как процесс проведения инноваций инновационный проект – это совокупность проводимых в определенной последовательности научных, технологических, производственных, организационных, финансовых и коммерческих мероприятий, в результате которых создается инновационный продукт [21].

Из-за многообразия возможных целей и задач научно-технического и социально-экономического развития инновационные проекты классифицируют по их видам:

– уровню решения – могут приниматься на федеральном, президентском, региональном, отраслевом уровнях;

– характеру целей – конечные (по достигнутым итогам) и промежуточные (связанные с достижением промежуточных итогов при решении сложных проблем);

– виду потребности – ориентированные на существующие потребности или на создание новых потребностей и потребителей;

– типу инновации – создание нового или усовершенствованного изделия, рынка, источника сырья, структуры управления, реорганизации;

– периоду реализации – долгосрочные (более пяти лет), среднесрочные (от трех до пяти лет), краткосрочные (менее трех лет);

– масштабы – монопроекты, мультипроекты, мегапроекты.



### 13.2 Эффективность инновационного развития на транспорте

В современных условиях инновационного развития транспортных организаций выделяют следующие ключевые **принципы эффективной деятельности инновационных организаций**:

1) к инновации следует подходить как к теоретической (методически проработанной) дисциплине, что предполагает понимание сотрудниками транспортной организации генерации инновационных идей с выделением из них соответствующим целям организации, методов отстаивания и продвижения своих идей, нахождения ресурсов, преодоления препятствий при создании коалиции в поддержку этих идей;

2) инновация должна быть всесторонней, она не может быть ограничена одним отделом или элитарной группой. Ее также нельзя поручить группе, которая располагается вдали от головной организации. Инновация должна охватывать всю деятельность организации: новые продукты, услуги, процессы, стратегии, бизнес-модели, каналы сбыта и рынки;

3) инновация предполагает организованный, систематический поиск новых возможностей, должна рассматриваться как способ обеспечения роста, находить новые будущие возможности транспортной организации;

4) к инновациям должны привлекаться все сотрудники организации. Исходное допущение, что рядовые менеджеры и служащие низшего и среднего звена не могут выдвигать сильные инновационные идеи, обеспечивающие рост, рассматривается в таких организациях как парадигма, неприменимая к реальной практике XXI в;

5) инновация всегда ориентирована на потребителя. Заслуживает поощрения клиент, высказывающий своё мнение по разработке и реализации новых концепций, обеспечивающих рост объемов продаж транспортных услуг.

Эффективность инновационного развития транспортной организации определяют исходя из соотношения эффекта (прибыли организации) и вызвавших его затрат. Выделяют основные виды эффекта от инноваций: технический, ресурсный, экономический, страновой (польза для страны) и социальный. На успех реализации инноваций в организации влияет множество факторов, среди которых отмечают научно-технический потенциал; производственно-техническую базу; основные виды ресурсов; крупные инвестиции; соответствующую систему управления. Правильное соотношение и использование этих факторов, а также тесная взаимосвязь через систему управления между инновационной, производственной и маркетинговой деятельностью транспортной организации приводит к положительному результату осуществления инновационной стратегии.

**Эффективность инновационного процесса как совокупности операций, реализованных в течение определенного периода времени в транспортной организации, зависит от ряда взаимосвязанных факторов:**



- инновационного потенциала – показателя, характеризующего способность транспортной организации к осуществлению нововведений;

- направления инновационной деятельности – зависит от целей, которые должны быть достигнуты от нововведений: сохранения позиций на рынке транспортных услуг; завоевания новых его сегментов; структурного преобразования транспортной организации. При выборе направления разработки учитывается величина достигаемого экономического эффекта, которая сопоставляется с уровнем потенциальных рисков и затрат;

- скорости осуществления инновационного процесса – показателя, именуемого инновационным лагом, что означает временной интервал от момента возникновения инновационной идеи до момента возврата инвестиций (получение положительной прибыли). От величины данного показателя зависит результативность всего процесса нововведений. Период, в течение которого организация-инноватор удерживает монополию, определяется скоростью реагирования конкурентов;

- маркетинговой стратегии, позволяющей транспортной организации уменьшить риск отторжения нововведения на рынке транспортных услуг.

Результативность инноваций транспортной организации оценивают путем анализа конкурентоспособности произведенных транспортных услуг, удачного внедрения их на внутреннем и внешнем рынках.

Осуществление инновационной деятельности связано с затратами, которые при расчете эффективности необходимо учитывать. В зависимости от продолжительности внедрения инноваций различают показатели эффективности за расчетный период и годовой.

Цену инновационной деятельности транспортной организации формирует механизм ценового управления – воздействия цен и тарифов на реализацию новшества путем ценовой политики (политика образования цены или тарифа на инновационный товар или услуги), ценообразующих факторов (оказывают действие на ступени разработки и реализации инноваций).

При введении инновационной услуги на рынке изменяется ценовой параметр, который должен рассматриваться как взаимодействие суммарных экономических факторов определенного производства с потенциальным спросом и предложением. Тогда стоимость инновационного продукта определяется результатом, который он даёт на рынке. При этом учитываются ценообразующие факторы:

- *внешние* – объемы покупательского спроса на нововведение; платежеспособность покупателя; экономический потенциал региона сбыта;

- *внутренние* – себестоимость каждого из осуществленных мероприятий; ожидаемый размер выручки и прибыли; планируемая экономическая результативность от реализации инновации.

Цена на инновацию учитывает:

- период использования новшества, ограниченный заинтересованностью пользователей и производителей;

- результат от применения инновации, выраженный в получении дополнительного финансирования транспортной организации;
- распределение результата от применения инновации между продавцом и покупателем.

Формирование ценовой политики на инновационный продукт включает: постановку цели ценовой политики определенной инновационной услуги; оценку спроса на неё в рассматриваемый период времени и на длительную перспективу; анализ экономических и производственных возможностей транспортной организации в данный момент и на перспективу; изучение рынка цен конкурентов.

Факторы, которые влияют на политику цен:

- *внешние* – модификация изначального размера спроса на услуги и поведения конкурентов на рынке; политика государства и региональных органов власти в области экономики;
- *внутренние* – проведение рекламы по созданию имиджа транспортной организации; расширение привлечения денежных поступлений и стремление выхода на смежные рынки реализации транспортных услуг.

Цена на новшество определяется методами: прямого расчета себестоимости новой услуги, учитывая прогнозируемую её рентабельность; расчета с применением рыночных оценок; расчета по нормативным параметрам затрат; расчета с применением анализа запросов потребителей по уровню цен, учитывая потребительские свойства и качества инноваций; сопоставления качества инновации с товаром-аналогом; установки условной цены, учитывая изменение параметров и характеристик инноваций; применения цены прототипа и пересчета относительно промышленного образца.

Об эффективности инновационной деятельности свидетельствуют следующие показатели:

- увеличение грузооборота –

$$\Delta(PI)_{об} = \frac{\sum_{j=1}^n (PI)_j^t}{\sum_{j=1}^n (PI)_j^{баз}}, \quad (13.1)$$

в т. ч., выполненного по инновационным технологиям, –

$$\Delta(PI)_{инн} = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta_{инн}(PI)_j^t}{\sum_{j=1}^n (PI)_j^{баз}}, \quad (13.2)$$

где  $(PI)_j^t$  – грузооборот, выполненный за учетный период  $t$  по  $j$ -му виду сообщения;  $(PI)_j^{баз}$  – грузооборот, выполненный за базовый период по  $j$ -му

виду сообщения;  $\Delta_{\text{инн}}(Pl)_j^t$  – доля грузооборота, выполненного за базовый период по  $j$ -му виду сообщения по инновационным технологиям;  
– увеличение пассажирооборота –

$$\Delta(Al)_{\text{об}} = \frac{\sum_{j=1}^n (Al)_j^t}{\sum_{j=1}^n (Al)_j^{\text{баз}}}, \quad (13.3)$$

в т. ч., выполненного по инновационным технологиям, –

$$\Delta(Al)_{\text{инн}} = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta_{\text{инн}}(Al)_j^t}{\sum_{j=1}^n (Al)_j^{\text{баз}}}, \quad (13.4)$$

где  $(Al)_j^t$  – пассажирооборот, выполненный за учетный период  $t$  по  $j$ -му виду сообщения;  $(Al)_j^{\text{баз}}$  – пассажирооборот, выполненный по  $j$ -му виду сообщения за базовый период;  $\Delta_{\text{инн}}(Al)_j^t$  – доля пассажирооборота, выполненного за базовый период по  $j$ -му виду сообщения по инновационным технологиям;  
– снижение потребления топливно-энергетических ресурсов на передвижение транспортных средств:

для железнодорожного транспорта –

$$\delta_{\text{тэп}}^{\text{ж}} = \frac{2 \sum_{i=1}^k d_i^t + \sum_{i=1}^k \epsilon_i^t}{2 \sum_{i=1}^k d_i^{\text{баз}} + \sum_{i=1}^k \epsilon_i^{\text{баз}}}, \quad (13.5)$$

для автомобильного транспорта –

$$\delta_{\text{тэп}}^{\text{а}} = \frac{\sum_{i=1}^k d_i^t}{\sum_{i=1}^k d_i^{\text{баз}}}, \quad (13.6)$$

– уменьшение энергоемкости на выполнение транспортной деятельности –

$$\Delta \omega_{\text{тд}} = \frac{\omega_{\text{тэп}}^t}{\omega_{\text{тэп}}^{\text{баз}}}, \quad (13.7)$$

$$\omega_{\text{тэп}}^t = \frac{E_{\text{тэп}}^t}{E_{\text{вы}}^t}, \quad (13.8)$$

$$\omega_{\text{тэп}}^{\text{баз}} = \frac{E_{\text{тэп}}^{\text{баз}}}{E_{\text{вы}}^{\text{баз}}}, \quad (13.9)$$

где  $d_i^t$ ,  $d_i^{\text{баз}}$  – затраты моторного топлива на передвижение транспортных средств за учетный и базовый периоды, л;  $\epsilon_i^t$  – затраты электроэнергии на передвижение транспортных средств за учетный и базовый периоды, кВт·ч;  $\omega'_{\text{тэп}}$ ,  $\omega_{\text{тэп}}^{\text{баз}}$  – отношение долевого распределения расходов на энергоносители по отношению к выручке транспортной организации (в целом и по видам деятельности) за учетный и базовый периоды;  $E_{\text{тэп}}^t$ ,  $E_{\text{тэп}}^{\text{баз}}$  – стоимость топливно-энергетических ресурсов за учетный и базовый периоды;  $E_{\text{вы}}^t$ ,  $E_{\text{вы}}^{\text{баз}}$  – выручка транспортной организации по транспортной деятельности за учетный и базовый периоды.

На государственном уровне проводится регулирование инновационных процессов. Государство заинтересовано в инновационном развитии транспорта в условиях жесткой конкуренции перевозчиков и владельцев транспортной инфраструктуры. Государственная инновационная политика предполагает определение органами государственной власти целей инновационной стратегии и механизмов поддержки приоритетных инновационных проектов.

В связи с возрастающим значением инновационной деятельности для экономики государства возрастает необходимость регулирования государством инновационной сферы. Под влиянием инноваций меняется сама структура экономики государства, так как за счет роста эффективности использования ресурсов некоторая их часть высвобождается и перераспределяется в другие сферы деятельности.

Активизация инновационных процессов в научно-технической сфере становится важнейшим условием создания высокоэффективной экономики на современной технологической базе. Устранить возникшее противоречие можно лишь вмешательством государства в сферу рыночной инновационной деятельности. Следует также отметить, что в рыночной экономике инновации – это основное средство увеличения прибыли хозяйствующих субъектов за счет большего удовлетворения рыночного спроса, снижения производственных издержек по сравнению с конкурентами. Однако оставлять рынок инноваций неконтролируемым совершенно недопустимо, так как опыт зарубежных стран с рыночной экономикой показывает, что в вопросах научно-технического развития нельзя полностью полагаться на автоматизм рынка. Использование инноваций не может быть частной проблемой той или иной компании или региона в целом, она все больше приобретает общественный характер. Приоритет централизованных методов регулирования процессами инновации доказан мировой практикой.



Важнейшие задачи государственной научно-технической политики включают: содействие повышению инновационной деятельности, обеспечивающей рост конкурентоспособности отечественной продукции, благодаря применению научно-технических достижений производства и обновлению производства; создание оптимальных условий для эффективного функционирования рыночного инновационного механизма.

### 13.3 Инвестиции на транспорте

**Инвестиционная деятельность** – вложение инвестиций в целях получения прибыли и достижения иного полезного эффекта в транспортной деятельности. Понятие инвестиций имеет два значения:

- размещение капитальных средств в развитие автотранспортных организаций с целью получения прибыли. От кредитов инвестиции отличаются степенью риска для инвестора, когда кредит и проценты по нему необходимо возвращать в оговорённые сроки независимо от прибыльности проекта. При этом инвестиции возвращаются и приносят доход только в прибыльных проектах. Если инвестиционный проект убыточен – инвестиции могут быть утрачены полностью или частично;

- денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты транспортной деятельности в целях получения дополнительной выручки и прибыли.

**Инвестиции классифицируют по следующим показателям:**

- объекту инвестирования: *реальные* в форме *материальных* активов, оплата строительства или реконструкции транспортных объектов, *капитального* ремонта основных фондов, *вложения* в нематериальные активы (патенты, лицензии, права пользования, авторские права, товарные знаки, ноу-хау) и в человеческий капитал (воспитание, образование, наука), приобретение готового бизнеса; *финансовые*: приобретение ценных бумаг; предоставленные кредиты; лизинг; *капиталообразующие*: покупка земли, недвижимости, ремонт помещений, которые будут сдаваться под офисы другим субъектам хозяйствования или для жилья, транспортного средства, на котором можно будет потом дополнительно зарабатывать; *спекулятивные*: покупка активов исключительно ради возможного изменения их стоимости; приобретение иностранной валюты, драгоценных металлов (в виде обезличенных металлических счетов), ценных бумаг (акции, облигации, сертификаты совместного инвестирования);

- основным целям инвестирования: *прямые* (юридические или физические лица покупают определенный пакет акций предприятия с целью получения прибыли при успешной работе данного предприятия, при этом акционеры имеют право голоса), *портфельные*, *реальные*, *нефинансовые*,

интеллектуальные (связаны с обучением специалистов, проведением курсов и многим другим); реинвестиции – финансирование производится для получения дополнительных денег;

- срокам вложения инвестиций: краткосрочные (до 1 года), среднесрочные (1–3 года); долгосрочные (свыше 3–5 лет);

- форме собственности на инвестиционные ресурсы: частные, государственные, иностранные, смешанные;

- способу учёта средств: валовые – общий объём вкладываемых средств в новое строительство, приобретение средств и предметов труда, прирост товарно-материальных запасов и интеллектуальных ценностей; чистые – вся сумма валовых инвестиций за вычетом амортизационных отчислений.

Практика привлечений инвестиций в автотранспортных организациях предполагает:

- наличие хорошо отработанного и перспективного плана деятельности автотранспортной организации на период инвестирования. Инвесторы хотят знать, что их вклады принесут им в дальнейшем ожидаемую прибыль;

- наличие хорошей репутации среди потенциальных инвесторов. Инвестируя в теневые (с плохой репутацией) организации, инвесторы рискуют остаться без прибыли, поэтому выбирают только те из них, которые вызывают доверие;

- ведение открытой, прозрачной деятельности и финансовой отчетности.

Существенным фактором привлечения инвестиций является соотношение прибыли и риска. Одни инвесторы выбирают меньший риск и соглашаются на меньшую прибыль, другие – выбирают более высокую прибыльность вложений, несмотря на повышенные риски. Транспортным организациям вообще выбирать не приходится: идут туда, где есть инвестиционный ресурс. С учетом высокого риска в транспортной деятельности для привлечения инвестиций иногда создаются особые условия (особые экономические зоны, зоны свободной торговли). Совокупность условий для инвестора иногда называют «инвестиционным климатом».

**Инвестиционный климат** – условия ведения бизнеса в той или иной стране, которые обеспечивают гарантии соблюдения права собственности, а также предсказуемость и стабильность условий ведения бизнеса в транспортной деятельности. При этом неотъемлемой частью инвестиционного климата являются риск и прибыль. Как правило, чем выше риск инвестиций, тем выше должна быть их ожидаемая доходность. Величина инвестиционного риска показывает вероятность потери инвестиций и дохода от них. Величина общего интегрального риска складывается из следующих видов риска: законодательного, политического, социального, экономического, финансового, криминального, экологического.

Инвестирование имеет:

- положительные стороны: 1) создается дополнительная возможность заработать деньги, не отвлекая собственные финансовые ресурсы;

2) создаются условия зарабатывать дополнительные деньги, правда, в зависимости от изначальной суммы инвестиционного вложения; 3) безграничный потенциал инвестирования, который до конца может быть не использован; 4) престижность и перспективность инвестирования; 5) создание безопасных условий функционирования автотранспортной организации в условиях высокого уровня инфляции, безработицы, курса иностранной валюты и прочих проблем в стране; 6) появляется капитал, позволяющий перейти на следующий этап развития;

– отрицательные стороны: 1) имеется элемент риска; 2) требуется наличие начального капитала для организации других видов транспортной деятельности; 3) новые виды деятельности требуют подготовки и дополнительных затрат.

В целях повышения эффективности инвестиционной деятельности проводится управление ею. Инвестиционная деятельность автотранспортной организации реализуется в рамках разработанной инвестиционной её стратегии, которая детализируется в инвестиционных программах и инвестиционных проектах. При этом реальные инвестиционные проекты предполагает формирование и управление инвестиционными проектами. Портфель ценных бумаг также может формироваться в рамках инвестиционной деятельности транспортной организации, однако, как правило, этим направлением инвестиций занимаются так называемые институциональные инвесторы.

**Основные направления совершенствования инвестиционной деятельности транспортной организации включают:**

- сохранение и увеличение мощностей транспортной системы;
- обеспечение достаточного уровня конкуренции в транспортной отрасли;
- создание благоприятных условий для развития предпринимательства в транспортной деятельности;
- стимулирование инвестиционной и предпринимательской активности на транспорте;
- эффективный государственный контроль над деятельностью транспортных организаций, занимающих положение естественных монополий и государственная поддержка организаций, выполняющих социально значимые перевозки;
- совершенствование транспортных технологий и техники, развитие инфраструктуры транспорта в целях оптимизации транспортных издержек в экономике страны (снижение транспортной составляющей в товарах);
- повышение уровня транспортной и экономической безопасности;
- усиление государственного контроля над строительством стратегических объектов транспортной инфраструктуры, повышение эффективности использования государственной собственности на транспорте;
- обеспечение транспортной доступности территорий и мобильности граждан на заданном уровне, формирование конкурентоспособных международных транспортных коридоров, обеспечение оптимальных транспорт-



ных условий для развития внешней торговли, интеграцию транспортных и производственно-распределительных процессов, создание мультимодальных перевозочных систем и систем товарораспределения, совершенствование системы тарифного регулирования с учетом интересов пользователей транспортных услуг.

Возможности инвестирования в транспортные средства предполагают условие – рынок транспортных услуг во всем мире всегда находится в стадии динамичного роста и развития в силу востребованности транспортных средств. Поэтому инвестиции в транспорт имеют высокий уровень ликвидности, короткий срок окупаемости и доступны инвесторам разного уровня.

### 13.4 Эффективность инвестиций на транспорте

Методы оценки эффективности инвестиционных проектов подразделяются на простые и интегральные. К простым методам экономического обоснования инвестиционных проектов относятся методы оценки по сроку окупаемости проекта; уровню рентабельности проекта; коэффициенту эффективности. Эти методы называются простыми, так как они не учитывают периода вложения инвестиций и изменения затрат или чистого дохода по годам реализации проекта. При этом считается, что вложения инвестиций единовременны, а эффект получен сразу при внедрении проектных разработок. Такая ситуация характерна для проектов, имеющих небольшие объемы инвестиций, и проектов, реализуемых в течение года и сразу дающих положительный экономический результат. По результатам оценки используется *коэффициент экономической эффективности проекта*, который характеризует ежегодную долю отдачи эффекта на произведенные инвестиционные затраты. Этот показатель называют *уровнем доходности* проекта. Предельно минимальные значения коэффициента экономической эффективности проекта – *нормативный коэффициент эффективности* – может устанавливаться в целом по стране, отдельным отраслям экономики, по отдельным видам инвестиционных проектов или по требованию инвестора. Коэффициент экономической эффективности проекта взаимосвязан со сроком его окупаемости.

Данные методы экономической оценки могут использоваться и при выборе различных вариантов достижения цели проектного решения, которые рассматриваются инвестором. В этом случае речь идет об оценке сравнительной экономической эффективности различных вариантов одного проектного решения. При выборе оптимального варианта проекта необходимо, помимо единой для всех вариантов цели проектного решения, учитывать следующее: рассматриваемые варианты проектного решения должны обеспечивать единый объем производства, качество продукции или другие производственные параметры, определяющие цель проекта, – мощность энер-



тического оборудования, надежность работы устройств, безопасность и т. д.; все варианты должны быть сопоставимы по срокам реализации проекта. Если же сроки реализации проектных решений различаются, то при экономической оценке эффективности проектов, имеющих более длительный срок, необходимо учесть ущерб от его увеличения, обеспечение экономической сопоставимости вариантов по уровню и виду используемых стоимостных параметров – цен на оборудование, транспортные средства и материалы, тарифов на электроэнергию, тепло и другие затраты или доходы. Экономическое обоснование целесообразности использования каждого из вариантов должно производиться по единой методике технико-экономических расчетов с единой нормой доходности проекта; все варианты проектного решения должны обеспечивать единые экологические нормы эксплуатации, единые требования к технике безопасности, охране труда и других нормативных параметров организации производства. Оптимальным вариантом будет тот, который при соблюдении вышеперечисленных условий обеспечит минимальный срок окупаемости инвестиций.

При внедрении масштабных проектов, которые требуют значительных капитальных вложений, длительных сроков реализации и освоения проектной мощности, использование простых методов оценки их эффективности неприемлемо. Это связано с тем, что с течением времени происходит изменение сметной стоимости проектов и отдачи при его эксплуатации под воздействием следующих факторов: изменяется стоимость материальных ценностей, используемых при реализации и эксплуатации инвестиционного проекта; оказывает влияние инфляция; у инвестора возникает возможность использовать временно свободные (не задействованные на начальных стадиях финансирования проекта) инвестиции на цели, обеспечивающие быстрое получение дополнительных доходов и прибыли.

Такой же подход можно использовать при экономической оценке отдачи средств (финансовых результатов) при внедрении проекта, особенно если происходит постепенное наращивание (или освоение) проектной мощности производства. Соизмерение разновременных затрат или результатов путем приведения их к единому сроку, взятому за точку сравнения (базовый или расчетный срок), называется дисконтированием. Для определения дисконтированной стоимости инвестиций, текущих затрат или экономического эффекта при внедрении проекта используется показатель, который называется «норма дисконта». Норма дисконта характеризует приемлемую для инвестора норму дохода на его капитал, направляемый на финансирование инвестиционного проекта. В проектных расчетах в качестве нормы дисконта часто используют эквивалент банковского процента на депозитное вложение капитала. Использование метода дисконтирования зависит от того, какой период мы берем за базу сравнения. Если мы оцениваем денежный эквивалент вкладываемых или получаемых средств в любом  $t$ -году реализа-

ции проекта по отношению к начальному году его финансирования  $t_0$ , то в расчетах используют коэффициент приведения затрат [33]. Аналогично определяется и величина дисконтированного экономического эффекта или притока средств, получаемых после внедрения проекта. Если оценивается денежный эквивалент притока или оттока денежных средств в  $t$ -году реализации или внедрения инвестиционного проекта по отношению к конечному году его финансирования или окупаемости, то в расчетах используется коэффициент отдаления затрат. Тогда рассчитывается дисконтированная стоимость проекта по отношению к начальному году вложения средств.

Очевидно, что при оценке эффективности инвестиционного проекта недостаточно учитывать только изменение стоимости вкладываемых средств. Необходимо также учесть изменение притока и оттока денежных средств после внедрения проекта в производство. Таким комплексным показателем, определяющим реальную ситуацию изменения денежной стоимости проекта как при его реализации (отток денежных средств), так и в период внедрения или эксплуатации проекта (приток средств), является чистая дисконтированная стоимость инвестиционного проекта.

Имеются упрощенные формы расчета эффективности инвестиций в транспортную деятельность, которые включают:

– стоимость капитальных затрат по инвестиционному проекту с учетом вложений за  $t$  лет и дополнительного финансирования в период  $(t + 1)$  лет

$$K_{\text{ин}} = \sum_{i=1}^n K_i^t + \Delta K_i^{t+1}, \quad (13.10)$$

где  $K_i^t$  – капитальные затраты по инвестиционному проекту по  $i$ -му источнику финансирования; с учетом коэффициента приведения на год эксплуатации

$$K_{\text{ин}}^{\text{год}} = \sum_{i=1}^n (\beta_{\text{прив}} K_i^0), \quad (13.11)$$

$\beta_{\text{прив}}$  – коэффициент приведения капитальных затрат; для каждого вида транспортного средства, сооружения или технического устройства принимается конкретный коэффициент – на транспортные средства, предназначенные для перевозки пассажиров  $\beta_{\text{прив}} = 1/10 = 0,1$ , устройств транспортной инфраструктуры  $\beta_{\text{прив}} = 1/50 = 0,02$ , устройств электроснабжения  $\beta_{\text{прив}} = 1/15 = 0,067$  и т.д.;

– расчет эксплуатационных расходов при базовых условиях

$$E_{\text{экспл}}^{\text{баз}} = \sum_{j=1}^k E_j^{\text{баз}} = E_{\text{фот}}^{\text{баз}} + E_{\text{мат}}^{\text{баз}} + E_{\text{гэр}}^{\text{баз}} + E_{\text{амп}}^{\text{баз}}, \quad (13.12)$$

где  $E_{\text{фот}}^{\text{баз}}$  – фонд оплаты труда транспортной организации с начислениями в базовых условиях;  $E_{\text{мат}}^{\text{баз}}$  – расходы на оплату материалов, смазок, шин в транспортной организации в базовых условиях;  $E_{\text{тзр}}^{\text{баз}}$  – расходы на оплату топливно-энергетических ресурсов в транспортной организации в базовых условиях;  $E_{\text{амр}}^{\text{баз}}$  – амортизация транспортных средств и оборудования в транспортной организации в базовых условиях.

После реализации инвестиционного проекта

$$E_{\text{ип}} = \sum_{j=1}^k E_j^{\text{ип}} = E_{\text{фот}}^{\text{ип}} + E_{\text{мат}}^{\text{ип}} + E_{\text{тзр}}^{\text{ип}} + E_{\text{амр}}^{\text{ип}}, \quad (13.13)$$

где  $E_{\text{фот}}^{\text{ип}}$  – фонд оплаты труда транспортной организации с начислениями;  $E_{\text{мат}}^{\text{ип}}$  – расходы на оплату материалов, смазок, шин в транспортной организации;  $E_{\text{тзр}}^{\text{баз}}$  – расходы на оплату топливно-энергетических ресурсов в транспортной организации;  $E_{\text{амр}}^{\text{баз}}$  – амортизация транспортных средств и оборудования в транспортной организации после реализации инвестиционного проекта;

– окупаемость проекта в целом

$$T_{\text{ок}}^{\text{ип}} = \frac{K_{\text{ип}}^{\text{год}}}{E_{\text{ип}} - E_{\text{экспл}}^{\text{баз}} + \Delta D_{\text{ип}}^{\text{дох}}}, \quad (13.14)$$

где  $\Delta D_{\text{ип}}^{\text{дох}}$  – прогнозируемая доходная составляющая транспортной организации после внедрения инвестиционного проекта;

– индекс доходности проекта

$$I_{\text{пр}}^0 = 100 \frac{(E_{\text{ип}} - E_{\text{экспл}}^{\text{баз}} + D_{\text{дох}}) \eta_{\text{экспл}}^i}{K_{\text{ип}}^{\text{год}} \eta_{\text{кап}}^i + E_{\text{ип}} \eta_{\text{экспл}}^i}, \quad (13.15)$$

где  $D_{\text{дох}}$  – доходы, получаемые от перевозок после реализации инвестиционного проекта;  $\eta_{\text{экспл}}^i$  – коэффициент дисконтирования эксплуатационных расходов: для объектов железнодорожной инфраструктуры Гомельского железнодорожного узла,  $\eta_{\text{экспл}}^i = 1,92$  (величина расчетная);  $\eta_{\text{кап}}^i$  – коэффициент дисконтирования капитальных затрат,  $\eta_{\text{кап}}^i = 2,412$  (величина заданная).

Имеются особенности методов и этапов инвестиционной деятельности:

– анализ эффективности прямых инвестиций производится на основе оценки эффективности инвестиционных проектов, в случае если объем инвестиций представляется для инвестора требующим обоснования. При этом собранные по критерию соответствия потребности в финансировании (необходимого объема капиталовложений) размеру доступных инвестору финансовых ресурсов, рассматриваются с точки зрения их соответствия миссии, целям и стратегии базового предприятия. На основе принятого решения проект либо направляется на дальнейшее исследование, либо отбраковывается. При этом имеются особенности: 1) если планируемый для инвестирования объект является действующей сторонней организацией, то на нем проводится всестороннее исследование капиталовложений (наличие рынка сбыта, обеспечение производственного процесса и т. д.); 2) инвестируемый объект является подразделением транспортного предприятия – детальное исследование не производится, но проводится анализ коммерческой эффективности инвестиционных проектов;

– период от начала проекта до его завершения (расчетный период) разбивается на шаги и по каждому шагу моделируются все денежные платежи и поступления – денежные потоки;

– выполняется оценка денежных потоков на весь период реализации проекта, что позволяет наиболее точно оценить потребность в финансировании по проекту – максимальное значение накопленного сальдо денежных потоков;

– производится дисконтирование денежных потоков – приведение их разновременные значения к ценности на определенный момент времени, который называется моментом приведения. Используется коэффициент дисконтирования по норме дисконта, которая задается инвестором и является основным экономическим нормативом, используемым при оценке эффективности инвестиционного проекта. Норма дисконта обычно задается в зависимости от факторов: оценки инвестором риска по проекту, уровня инфляции, числа периодов от момента приведения.

Осуществление какого-либо инвестиционного проекта может вызывать изменение в денежных потоках в базовой организации. Эти изменения необходимо учитывать при определении эффективности проектов. Обычно такие изменения достаточно очевидны и без труда выделяются. Моделирование всех возможных вариантов осуществления капиталовложений предполагает рассмотрение всех вариантов инвестиций, причем при возможности одновременного осуществления нескольких проектов последние объединяются в один, и для него рассчитываются интегральные показатели эффективности. На основе показателей эффективности, с учетом всех системных эффектов, производится выбор инвестиционных проектов для осуществления. Выбор схемы финансирования по проекту предполагает определение источников финансирования по каждому из выбранных проектов, после чего утверждается график платежей с учетом всех схем финансирования.



---

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

---

- 1 Взаимосвязанные аспекты системного подхода.
- 2 Структура транспортной системы.
- 3 Свойства транспортных процессов и систем.
- 4 Основные виды замкнутых связей в транспортных системах.
- 5 Классификация транспортных процессов.
- 6 Функциональные схемы транспортного процесса.
- 7 Виды исполнения грузовых перевозок.
- 8 Виды исполнения пассажирских перевозок.
- 9 Классификация транспортных систем.
- 10 Состояния транспортных систем.
- 11 Функциональное развитие транспортной системы.
- 12 Выгодность функционирования транспортной системы с учетом её развития.
- 13 Эволюция транспортных систем.
- 14 Диагностика состояний транспортной системы или процесса.
- 15 Формирование показателей транспортного процесса.
- 16 Методы принятия решений в транспортной системе.
- 17 Функции и уровни управления транспортными организациями.
- 18 Взаимодействие уровней управления.
- 19 Интегрированные управленческие функции в транспортных системах.
- 20 Методы управления транспортными процессами.
- 21 Основы организации управления транспортной системой.
- 22 Управляемые и неуправляемые транспортные системы.
- 23 Эксплуатационные характеристики транспортных систем.
- 24 Оптимальное управление транспортными процессами.
- 25 Оценка эффективности инвестиционного проекта на транспорте.
- 26 Структурно-функциональная характеристика транспорта.
- 27 Особенности транспортного производства.
- 28 Классы транспортных структур на разных уровнях управления.
- 29 Формы государственного регулирования транспортной деятельности.
- 30 Разновидности организационных структур транспорта.
- 31 Требования к организационным структурам управления на транспорте.
- 32 Разработка организационных структур управления на транспорте.
- 33 Система управления транспортной системой Республики Беларусь.
- 34 Виды построения транспортной сети.
- 35 Транспортное обслуживание территории.
- 36 Оценочные значения транспортного обслуживания территории.
- 37 Принципы построения транспортной сети.
- 38 Условия интеграции инфраструктуры вида транспорта.
- 39 Критерии интеграции вида транспорта в единую транспортную сеть региона.
- 40 Технические параметры транспортной сети.
- 41 Критерии обоснования построения маршрутной сети грузовых перевозок.
- 42 Критерии обоснования построения маршрутной сети пассажирских перевозок.
- 43 Категории маршрутов пассажирских сообщений по методам контроля и управления.

- 44 Оценка выбранных критериев построения маршрутной сети.
- 45 Синтез маршрутных сетей пассажирских перевозок.
- 46 Критерии взаимодействия маршрутной сети различных видов транспорта.
- 47 Характеристики транспортных потоков.
- 48 Картограмма транспортных потоков по грузовым перевозкам.
- 49 Картограмма транспортных потоков по пассажирским перевозкам.
- 50 Закономерности распределения транспортных потоков в сетях.
- 51 Прогнозирование транспортных потоков.
- 52 Принципы прогнозирования транспортных потоков.
- 53 Распределение грузопотоков в транспортных сетях.
- 54 Распределение пассажиропотоков в транспортных сетях.
- 55 Методы организации перевозок автотранспортным предприятием.
- 56 Технологические основы организации перевозок грузов.
- 57 Технологические основы организации перевозок пассажиров.
- 58 Организация технологических процессов технических осмотров и ремонтов.
- 59 Технологические схемы организации перевозок транзитных грузов.
- 60 Технологические схемы организации перевозок экспортных грузов.
- 61 Технологические схемы организации перевозок импортных грузов.
- 62 Технологические схемы перевозок грузов во внутригосударственном сообщении.
- 63 Показатели перевозочного процесса по грузовым перевозкам.
- 64 Показатели перевозочного процесса по пассажирским перевозкам.
- 65 Основы экспедиционного обслуживания грузовых перевозок.
- 66 Основные принципы функционирования логистики грузовых перевозок.
- 67 Основные принципы функционирования логистики пассажирских перевозок.
- 68 Принципы и критерии по выбору вида транспорта для доставки грузов.
- 69 Технология выбора логистических посредников в грузовых перевозках.
- 70 Технология оценки грузооборота перевозчика.
- 71 Технология оценки пассажирооборота перевозчика.
- 72 Вероятностная оценка длительности функционирования цикла логистики.
- 73 Критерии выбора вида городского пассажирского транспорта для вновь вводимого маршрута.
- 74 Формы структурного построения транспортных организаций.
- 75 Системные принципы организации производственной деятельности эксплуатационных транспортных организаций.
- 76 Системные принципы организации производственной деятельности ремонтных транспортных организаций.
- 77 Организационные основы управления транспортной организацией.
- 78 Факторы определения устойчивости автотранспортной организации.
- 79 Управление проектами автотранспортной деятельности.
- 80 Риски в транспортной деятельности.
- 81 Задачи управления проектами автотранспортной деятельности.
- 82 Эффективность использования автотранспортных средств.
- 83 Эффективности использования топлива на перевозки.
- 84 Эффективность использования основных фондов транспортной организации.
- 85 Основы инновационного развития транспортных организаций.
- 86 Показатели качества грузоперевозок
- 87 Показатели качества пассажирских перевозок.
- 88 Инвестиции на транспорте.
- 89 Инновации на транспорте.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Государственные стандарты

1 **СТБ 2046–2010.** Транспортно-логистический центр. Требования к техническому оснащению и транспортно-экспедиционному обслуживанию. – Транспортна-логістичны цэнтр. Патрабаванні да тэхнічнага аснашчэння і транспартна-экспедыцыйнага абслугоўвання / [БелНІПТ “Транстэхніка”]. – [Изд. офиц.]. – Введ. 2010–01–01. – Минск : Госстандарт, 2010. – 12 с.

2 **СТБ 1731.1–2007.** Услуги по перевозке пассажиров автомобильным транспортом. Ч. 1. Требования к перевозке пассажиров автомобилями-такси. – [Изд. офиц.]. – Введ. 2007–05–14. – Минск : Госстандарт, 2007. – 14 с.

3 **СТБ 1731.2–2007.** Услуги по перевозке пассажиров автомобильным транспортом. Ч. 2. Требования к перевозке пассажиров автобусами в регулярном сообщении. – [Изд. офиц.]. – Введ. 2007–05–14. – Минск : Госстандарт, 2007. – 14 с.

4 **СТБ 1731.3–2007.** Услуги по перевозке пассажиров автомобильным транспортом. Ч. 3. Требования к перевозке пассажиров в нерегулярном сообщении. – [Изд. офиц.]. – Введ. 2007–05–31. – Минск : Госстандарт, 2007. – 20 с.

5 **СТБ 1175–2011.** Обслуживание транспортных средств организациями автосервиса. Порядок проведения. – [Изд. офиц.]. – Введ. 2011–07–01. – Минск : Госстандарт, 2011. – 16 с.

6 **СТБ 1487–2004.** Автомобили грузовые. Общие технические требования. – [Изд. офиц.]. – Введ. 2004–12–01. – Минск : Госстандарт, 2004. – 36 с.

7 **ГОСТ 30596–97.** Государственный стандарт российской федерации. Услуги транспортные. Термины и определения. – [Изд. офиц.]. – Введ. 1997–01–01. – М. : Госстандарт, 1997. – 31 с.

8 **СТБ 2076–2010.** Транспорт дорожный. Автобусы и специальные автомобили на их базе. Общие технические условия. – [Изд. офиц.]. – Введ. 2011–01–01. – Минск : Госстандарт, 2011. – 28 с.

9 **ISO 11067:2015.** Intelligent transport systems – Curve speed warning systems (CSWS) – Performance requirements and test procedures. – N.Y. – 2011. – 29 p.

10 **ISO 15075:2003.** Системы информации и управления в транспорте. Бортовые навигационные системы. Требования к последовательности сообщений при обмене информацией. – Нью-Йорк, 2003. – 32 с.

### Нормативно-правовые акты и учебная литература

1 Закон Республики Беларусь «об основах транспортной деятельности» № 140-3 от 05.05.1998 г. : [Принят Палатой представителей 9 апреля 1998 года. Одобрен Советом Республики 17 апреля 1998 года. В ред. Законов Республики Беларусь от 29.06.2006 № 137-3, от 20.07.2006 № 162-3, от 26.12.2007 № 300-3, от 09.11.2009 № 52-3].

2 Постановление Совета Министров Республики Беларусь 31 декабря 2002 г. № 1851 «Об утверждении Положения о Государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел Республики Беларусь».

3 Закон Республики Беларусь «О транспортно-экспедиционной деятельности» № 124-3 от 13 июня 2006 г. : [Принят Палатой представителей 4 мая 2006 года. Одобрен Советом Республики 23 мая 2006 года].

- 4 Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 июня 2008 № 972 «О вопросах автомобильных перевозок пассажиров».
- 5 Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29 августа 2008 г. № 1249 «О Программе развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2015 года».
- 6 Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23 августа 2013 г. № 741 «Об отдельных вопросах формирования государственного целевого бюджетного фонда национального развития в 2013 году и внесении дополнения в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 апреля 2013 г. № 290».
- 7 Постановление Государственного таможенного комитета Республики Беларусь от 30 мая 2014 г. № 30 «О пунктах таможенного оформления».
- 8 Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28 апреля 2016 г. № 345 «Об утверждении Государственной программы развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016–2020 годы».
- 9 **Аксенова, З. И.** Анализ производственно-хозяйственной деятельности АТП учеб. пособие / З. И. Аксенова, А. А. Бачурин. – М. : Транспорт, 2011. – 254 с.
- 10 **Аррак, А. О.** Социально-экономическая эффективность пассажирских перевозок (на примере автомобильного транспорта) : учеб. пособие / А. О. Аррак. – Талинн : Ээсти раамат, 2011. – 200 с.
- 11 **Аземша, С. А.** Автомобильные перевозки грузов и пассажиров. Практикум : учеб. пособие. – 2-е изд. перераб. / С. А. Аземша, С. В. Скирковский, С. В. Сушко. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 181 с.
- 12 **Аземша, С. А.** Автомобильные перевозки пассажиров и грузов. Практикум : учеб. пособие / С. А. Аземша, С. В. Скирковский, С. В. Сушко. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 205 с.
- 13 **Варелопуло, Г. А.** Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте : учеб. пособие / Г. А. Варелопуло – М. : Транспорт, 2011. – 207 с.
- 14 **Ватник, П. А.** Теория риска : учеб. / П. А. Ватник. – М. : Дашков и К, 2010. – 500 с.
- 15 Грузовые автомобильные перевозки : учеб. / А. В. Вельможин. – М. : Горячая линия, 2006. – 560 с.
- 16 **Виноградова, С. Н.** Транспортное обслуживание : учеб. пособие / С. Н. Виноградова, Н. Г. Петухова. – Минск : Выш. шк., 2003. – 221 с.
- 17 Системный анализ и принятие решений : учеб. пособие / В. Н. Волкова [и др.]. – М. Высш. шк., 2004. – 616 с.
- 18 Введение в математическое моделирование транспортных потоков : учеб. пособие / А. В. Гасников [и др.]. – М. : Изд-во МФТИ, 2010. – 363 с.
- 19 **Горев, А. Э.** Основы теории транспортных систем : учеб. пособие / А. Э. Горев – СПб. : СПбГАСУ, 2010. – 214 с.
- 20 **Доенин, В. В.** Адаптация транспортных процессов : учеб. пособие / В. В. Доенин. – М. : Изд-во «Кампания Спутник+», 2009. – 294 с.
- 21 **Друкер, П. К.** Бизнес и инновации : учеб. пособие / П. К. Друкер. – М. : Вильямс, 2007. – 432 с.
- 22 **Еловой, И. А.** Эффективность логистических транспортно-технологических систем (теория и методы расчетов) : в 2 ч. / И. А. Еловой. – Гомель : БелГУТ, 2000. – Ч. 1. – 290 с.; Ч. 2. – 245 с.
- 23 **Жданов, С. А.** Основы теории экономического управления предприятием : учеб. пособие / С. А. Жданов. – М. : Финпресс, 2010. – 384 с.
- 24 **Ивуть, Р. Б.** Транспортная логистика : учеб. пособие / Р. Б. Ивуть, Т. Р. Кисель. – Минск : БНТУ, 2007. – 455 с.
- 25 **Каликина, Т. Н.** Организация пассажирских перевозок : учеб. пособие / Т. Н. Каликина. – Хабаровск, 2007. – 136 с.
- 26 **Карбанович, И. И.** Международные автомобильные перевозки / И. И. Карбанович. – Минск : БНТУ, 2000. – 240 с.
- 27 **Качала, В. В.** Основы теории систем и системного анализа : учеб. пособие / В. В. Качала. – М. : Горячая линия. Телеком, 2007. – 216 с.



- 28 Ковалёв, В. А. Организация грузовых автомобильных перевозок : учеб. пособие / В. А. Ковалёв. – Красноярск : КГТУ, 2007. – 200 с.
- 29 Кононова, Г. А. Регулирование транспортной деятельности : учеб. пособие / Г. А. Кононова. – СПб. : Питер, 2011. – 186 с.
- 30 Курочкин, Д. В. Транспортная логистика : практ. пособие / Д. В. Курочкин. – 2-е изд. перераб. и доп. – Минск : ФУАинформ, 2014. – 344 с.
- 31 Лапыгин, Ю. Н. Управление проектами: от планирования до оценки эффективности : учеб. пособие / Ю. Н. Лапыгин. – М. : Омега-Л, 2008. – 252 с.
- 32 Майборода, М. Е. Грузовые автомобильные перевозки : учеб. пособие / М. Е. Майборода, В. В. Беднарский. – Ростов н/Д. : Феникс, 2008. – 442 с.
- 33 Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. – М. : Экономика, 2007. – 421 с.
- 34 Михальченко, А. А. Расчёт параметров транспортных потоков : учеб.-метод. пособие / А. А. Михальченко. – Гомель : БелГУТ, 2003. – 192 с.
- 35 Михальченко, А. А. Оценка единой транспортной сети региона : учеб.-метод. пособие / А. А. Михальченко. – Гомель : БелГУТ, 2003. – 93 с.
- 36 Михальченко, А. А. Основы теории транспортных систем : учеб.-метод. пособие по выполнению контрольных и расчетно-графических работ / А. А. Михальченко, Б. Б. Парфенов. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 61 с.
- 37 Ньюэлл, М. В. Управление проектами для профессионалов : руководство по подготовке к сдаче сертификационного экзамена. – Кудиц-пресс, 2008. – 416 с.
- 38 Обыденнов, А. П. Совершенствование системы управления автотранспортным предприятием : учеб. пособие / А. П. Обыденнов. – М. : Транспорт, 2013. – 230 с.
- 39 Анализ режимов работы улично-дорожной сети на примере города Перми : учеб. пособие / В. Ю. Петров [и др.]. – М. : ПермГТУ, 2004. – 275 с.
- 40 Прангишвили, И. В. Системный подход и общесистемные закономерности учеб. пособие / И. В. Прангишвили. – М. : СИН-ТЕГ, 2000. – 528 с.
- 41 Рассел, Д. А. Управление высокотехнологичными программами и проектами – Managing High Technology Programs and Projects : учеб. пособие / Д. А. Рассел. – М. : Академия Ай-ти, 2004. – 472 с.
- 42 Резер, С. М. Управление транспортным комплексом : учеб. пособие / С. М. Резер. – М. : Наука, 2009. – 326 с.
- 43 Седюкевич, В. Н. Международные автомобильные перевозки грузов : учеб. пособие / В. Н. Седюкевич, С. А. Аземша. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 199 с.
- 44 Сурин, А. В. Инновационный менеджмент : учеб. / А. В. Сурин, О. П. Молчанов. – М. : ИНФРА-М, 2009. – 368 с.
- 45 Сурмин, Ю. П. Теория систем и системный анализ : учеб. пособие / Ю. П. Сурмин. – Киев : МЛУП-2003. – 354 с.
- 46 Третьяков, В. В. Экспедиторское обслуживание : учеб. пособие / В. В. Третьяков. – Самара : САЖТ, 2014. – 496 с.
- 47 Фаттахова А. Ф. Теория транспортных процессов и систем : учеб.-метод. пособие / А. Ф. Фаттахова. – Оренбург : ОГУ, 2012. – 71 с.
- 48 Фатхутдинов, Р. А. Стратегический маркетинг : учеб. / Р. А. Фатхутдинов. – СПб. : Питер, 2002. – 448 с.
- 49 Хлевной, И. И. Грузовые автомобильные перевозки : учеб. пособие / И. И. Хлевной. – СПб., 2003. – 231 с.
- 50 Цибулка Я. М. Качество пассажирских перевозок в городах : учеб. пособие / Я. М. Цибулка. – М. : Транспорт, 2008. – 239 с.
- 51 Шеннон, К. У. Работы по теории информации и кибернетике : учеб. пособие / К. У. Шеннон. – М. : Изд-во иностранной лит., 1963. – 830 с.
- 52 Якимов, М. Р. Концепция транспортного планирования и организации движения в крупных городах : учеб.-метод. пособие / М. Р. Якимов. – М. : ПермГТУ, 2011. – 175 с.

Учебное издание

*МИХАЛЬЧЕНКО Анатолий Александрович  
ПАРФЕНОВ Борис Борисович  
САФРОНЕНКО Андрей Александрович  
СТАРОВОЙТОВ Александр Николаевич*

**Основы теории транспортных процессов и систем**

Учебное пособие

**Редактор И. И. Эвентов**  
**Технический редактор В. Н. Кучерова**

Подписано в печать 16.03.2017 г. Формат 60х84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 24,81. Уч.-изд. л. 22.09. Тираж 300 экз.  
Зак. № 981. Изд. № 3

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский государственный университет транспорта.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/361 от 13.06.2014.  
№ 2/104 от 01.04.2014.  
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель