

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

# **ТРАНСПОРТ. ОБЩИЙ КУРС**

**Гомель 2018**

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

# ТРАНСПОРТ. ОБЩИЙ КУРС

*Допущено Министерством образования  
Республики Беларусь в качестве учебного пособия  
для студентов учреждений высшего образования  
по транспортным специальностям*

Гомель 2018

УДК 656.0 (075.8)

ББК 65.37

T65

Авторы: *А. А. Михальченко, Т. А. Власюк, Л. А. Гончарова, М. В. Макаренко,  
П. А. Пегин, С. В. Сушко, М. И. Шкурин*

Рецензенты: *В. В. Козлов*, д-р философии в области экономики (PhD), заведующий сектором транспортной логистики БелНИИТ «Гранстехника»; канд. техн. наук, доцент *В. С. Холупов* (Белорусский национальный технический университет)

**Транспорт. Общий курс** : учеб. пособие / А. А. Михальченко [и др.].  
**T65** М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т  
трансп. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 315 с.  
ISBN 978-985-554-684-0

Приводятся общая характеристика транспортной системы, ее основные термины и понятия. Рассматриваются исторические пути развития видов транспорта, организационно-правовые основы их функционирования, краткая характеристика транспортных средств, инфраструктуры, технологические основы работы.

Предназначено для студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей учреждений высшего образования транспортного профиля.

УДК 656.0 (075.8)

ББК 65.37

ISBN 978-985-554-684-0

© Оформление. БелГУТ, 2018

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА.....	9
1.1 История создания и развития транспортных средств.....	9
1.1.1 Водный транспорт.....	9
1.1.2 Воздушный транспорт.....	17
1.1.3 Городской общественный пассажирский транспорт.....	33
1.1.4 Железнодорожный транспорт.....	52
1.1.5 Автомобильный транспорт.....	76
1.2 История создания и развития транспортной инфраструктуры.....	87
1.2.1 Водные пути сообщения.....	87
1.2.2 Воздушные пути сообщения.....	90
1.2.3 Создание и развитие сухопутных путей сообщения.....	94
1.2.4 Создание и развитие железнодорожной инфраструктуры.....	98
1.2.5 Трубопроводный транспорт.....	109
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПОРТА.....	113
2.1 Основные термины и понятия.....	113
2.2 Роль и значение транспорта.....	115
2.3 Классификация структурных элементов транспорта.....	116
2.4 Нагрузка на транспортную систему.....	121
2.5 Функциональные особенности видов транспорта.....	124
3 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ.....	127
3.1 Система управления.....	127
3.2 Управление транспортом Республики Беларусь.....	129
3.3 Управление видами транспорта.....	134
3.3.1 Автомобильный транспорт.....	134
3.3.2 Железнодорожный транспорт.....	136
3.3.3 Водный транспорт.....	137
3.3.4 Воздушный транспорт.....	140
3.4 Согласованная транспортная политика.....	142
3.5 Государственное регулирование транспортной деятельности.....	144
4 ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА.....	147
4.1 Автомобили и автобусы.....	147
4.2 Железнодорожные средства передвижения.....	157
4.3 Морской и речной флот.....	176
4.4 Воздушный флот.....	183
4.5 Транспортные средства перевозки пассажиров в городах.....	189
5 ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА.....	197

5.1 Автомобильные дороги.....	197
5.2 Железнодорожная инфраструктура.....	206
5.3 Водные пути сообщения.....	228
5.4 Воздушные пути сообщения.....	242
5.5 Коммуникации городского общественного пассажирского транспорта....	252
5.6 Трубопроводы.....	257
6 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА.....	262
6.1 Автомобильные перевозки.....	262
6.2 Железнодорожные перевозки.....	275
6.3 Перевозки водным транспортом.....	284
6.4 Перевозки воздушным транспортом .....	293
6.5 Перевозки пассажиров в городах.....	301
6.6 Трубопроводный транспорт.....	306
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	311
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	312
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	314

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

**А**ктуальность транспортной деятельности возрастает в связи с бурным ростом промышленных предприятий, совершенствованием форм сотрудничества, когда на базе бывших конкурентов создаются крупные международные финансово-промышленные группы. Возрастает объем перевозок дорогостоящей продукции вместо массовых перевозок сырья, строительных материалов, которые имели место в прошлом. В области перевозки пассажиров, несмотря на развитие автомобилестроения, и массовой «автомобилизации» населения, спрос на пассажирские перевозки транспортом общего пользования постоянно растет. Этому способствует развитие туризма, вызвавшее увеличение в 4–6 раз перевозок пассажиров различными видами транспорта.

Рост потребности в перевозках дал толчок развитию классических видов транспорта и созданию новых. Это потребовало новой философии в транспортной деятельности: создание новых транспортных средств и транспортных коммуникаций; введение новых форм организации перевозок грузов и пассажиров; появление принципиально новой транспортной системы, основанной на инновационных технологиях, увязанных с эффективным использованием традиционных видов транспорта.

Основная задача транспорта – полное удовлетворение потребностей промышленности, сельского хозяйства и населения в перевозках.

К а ч е с т в о п е р е в о з о к проявляется в обеспечении безопасности движения, сокращении сроков доставки грузов и пассажиров, соблюдении регулярности перевозок, повышении уровня комфорта, обеспечении полной сохранности перевозимых грузов и безопасности пассажиров, достижении заданного уровня финансовой состоятельности перевозок.

Актуальность транспортной деятельности потребовала более глубоких знаний в области инженерии и информационных технологий, экономики и финансовых отношений, тарифной политики и менеджмента.

**Изучение дисциплины «Общий курс транспорта» предусматривает достижение:**

– **целей:** изучение краткой истории развития видов транспорта, его роли в росте экономического потенциала государства и влияния на функционирование товаропроводящих систем белорусского региона; особенностей нормативно-правового регулирования на транспортном рынке Республики Беларусь; разновидности используемых транспортных средств и методики расчетов показателей эффективности; формирование у студентов знаний и умений, профессиональных компетенций по основам работы видов транспорта; развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций; ознакомление студентов с технологическими особенностями работы каждого вида транспорта, их возможностями при выполнении перевозок грузов и пассажиров; выработка у студентов навыков принятия инженерных решений по технологическим основам работы различных видов транспорта;

– **задач:** *освоение* методических основ дисциплины, которые базируются на технологическо-экономических расчетах и при их изложении используются: 1) технологические категории на видах транспорта; 2) описание подвижного состава и инфраструктуры каждого вида транспорта; 3) экономические категории; *овладение* навыками выполнения инженерных расчетов: 1) показателей использования подвижного состава при выполнении грузовых и пассажирских перевозок на видах транспорта; 2) эффективности использования транспортной инфраструктуры, топливно-энергетических ресурсов; 4) денежной оценки результативности работы видов транспорта.

**При изучении дисциплины «Общий курс транспорта» предусматривается** получение студентами транспортных специальностей определённого объёма знаний:

– о классификации транспортных систем и функциональных задач каждого вида транспорта;

– организационно-правовых основах управления транспортом страны в целом и на каждом виде транспорта: органы и структура управления, документы, регламентирующие основную деятельность его организаций;

– транспортных средствах, измерителях, определяющих эффективность их использования;

– транспортных коммуникациях, методах оценки эффективности их использования;

- технических регламентах, используемых на видах транспорта;
- технологических принципах организации перевозок грузов и пассажиров, качестве транспортного обслуживания.

Методы (технологии) обучения включают:

- использование на лекционных занятиях элементов проблемного обучения (проблемное и вариативное изложение, частно-поисковый метод);
- применение на практических занятиях и самостоятельной работе творческого подхода в образовательно-исследовательской деятельности;
- использование проектных технологий при выполнении практических занятий.

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- *контролируемая* самостоятельная работа при решении индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя;
- *управляемая* самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- *подготовка рефератов* по индивидуальным темам, в том числе с использованием материалов инновационных проектов и научно-исследовательских работ, проводимых на кафедре.

В результате изучения дисциплины «*Общий курс транспорта*» студент должен **закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные (СЛК) компетенции**, предусмотренные в образовательных стандартах ОСРБ-2013:

– академические:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;

– социально-личностные:

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

СЛК-7. Знать идеологические, моральные, нравственные ценности государства и уметь следовать им;

– профессиональные :

ПК-1. На научной основе организовывать свой труд и работу других специалистов транспортных организаций для достижения поставленных целей.

ПК-5. Использовать глобальные информационные ресурсы при организационно-управленческой деятельности транспортных организаций.

ПК-13. Организовывать эффективную эксплуатацию объектов железнодорожного транспорта.

ПК-19. Выполнять эксплуатационно-экономические обоснования в области эксплуатации объектов транспорта.

ПК-20. Осуществлять эксплуатацию материальных средств.

ПК-37. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли и инновационным технологиям.

В результате изучения дисциплины **студент должен:**

• **знать:**

– основные понятия и термины в сфере транспортной деятельности;

– роль и назначение транспорта в сфере производства;

– элементы инфраструктуры транспортной системы;

– технико-экономические особенности функционирования видов транспорта;

• **уметь:**

– определять показатели работы видов транспорта;

– выбирать виды транспорта в схемах доставки грузов и перевозки пассажиров;

– рассчитывать пропускную способность транспортных коммуникаций;

– оценивать эффективность работы видов транспорта;

• **владеть:**

– методами оценки показателей работы на видах транспорта;

– механизмом использования видов транспорта в схемах доставки грузов.

---

# 1 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА

---

## 1.1 История создания и развития транспортных средств

### 1.1.1 Водный транспорт

Первым упоминанием о транспортных средствах передвижения на воде можно считать плот – одно из самых древнейших и простейших судов. Их строили из неотесанных бревен, у которых обрубали только ветки. Связывали бревна канатами, сплетенными из гибких побегов. Плоты наиболее просты в изготовлении и могли использоваться как для переправы с острова на остров, так и для дальних океанских плаваний. Египетские плоты, изготовленные из папируса, имели уже более совершенную конструкцию с множеством весел и рулевым управлением. На них были надстройки и навесы из пальмовых листьев для защиты гребцов от солнца. Потом пальмовые листья стали переплетать, и они ловили ветер, толкающий плот, – появился прообраз паруса. Эволюция корпуса судна продолжалась – передние и задние пучки папируса крепко стягивали и загибали вверх, в результате появились нос и корма, неотъемлемые элементы всех современных судов.

С течением времени появились долбленые челны, получившие широкое распространение у жителей, проживающих на территории современной Беларуси и стран Балтии. Узкие длинные долбленые челны-однодеревки легко переворачивались на большой волне и были непригодны для дальних морских странствий. К корпусу челна поперечными жердями стали крепить противовес, вырубленный из ствола дерева. В результате судно приобрело остойчивость даже при сильном волнении. В странах, имеющих выход к морю или океану, вместо противовеса установили второй челн и назвали новое судно **катамараном** – «спаренное дерево». После установки мачты с парусом катамаран был готов к дальним океанским переходам.

На этапе возникновения торговли и мореплавания по документально подтвержденной информации зарождение судоходства относится к XIV в. до н. э. Оно связано с развитием торговли в античных государствах [2]. В это время как в древней Месопотамии, так и в Египте использовались папирусные плоты и барки. Движителем была мускульная сила гребцов, работающих на однолопастных веслах. Затем в центре судна поставили мачту и закрепили на ней прямоугольный парус, изготовленный из пальмовых листьев или папирусных циновок. Позднее борта папирусных барок стали обтягивать шкурами животных, и они стали водонепроницаемыми.

Наряду с использованием весел, применялся парус. Первоначально



Рисунок 1.1 – Папирусное египетское судно

древние суда строились из папируса (рисунок 1.1), а позднее – из ливанского кедра, акации или акантуса способом «встык» – без шпангоутов. Корпус упрочнялся толстым канатом, который протягивался от носа до кормы и поддерживался вертикальными стойками. Канат натягивался стержнем-закруткой, вставлявшимся между его прядями. Этот способ применялся на протяжении всего следующего тысячелетия. Первоначально суда строились для плавания по рекам Тигр, Ефрат, Нил, а за 2200 лет до н. э. – для мореходных целей, что позволяли мореплавателям античного мира пересекать Атлантический океан и выполнять мореходные задачи в Индийском океане (на юге африканского континента).

Активное развитие в древней цивилизации получили также суда финикийских мореходов, которые отличались прочностью, так как строились из ливанского кедра и имели шпангоуты и киль. Финикийцы вышли за Гибралтарский пролив и обогнули Африку. С учетом того, что в Персии, Греции и Римской империи был избыток рабов, получил развитие галерный флот, на котором они использовались в качестве мускульных движителей судна. Небольшие ширина и осадка обеспечивали галере высокую скорость, но снижали устойчивость, поэтому при ухудшении погоды их стремились увести в защищенную от ветров бухту. В древнем мире, Египте, Греции, и на Крите существовали разновидности кораблей галерного флота:

– пентеконторы (от названия 50 гребцов), которые использовались с XII по VIII века до нашей эры (рисунок 1.2). Это были одноярусные 30-

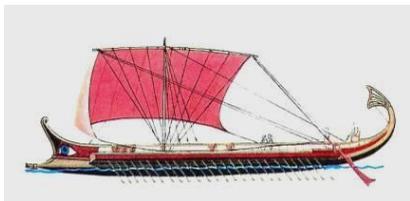


Рисунок 1.2 – Греческий пентеконтор

метровые гребные суда, приводимые в движение двадцатью пятью весельными с каждой стороны. Ширина судна составляла около 4 м, максимальная скорость хода – 9,5 узлов. Первоначально древнегреческие пентеконторы предназначались в основном для перевозки войск, после – для коммерческих целей купцов;

– двухъярусные суда *биремы* и трехъярусные – *триремы* (рисунок 1.3). На них было по два-три и более рядов весел по вертикали. Длина триеры составляла около 40–50 м, ширина 5–7 м. За 250 лет до н. э. средний тоннаж торговой триремы составлял около 400 т по обмеру, известному сейчас, как нетто-регистрационный тоннаж. Они использовались также для военных и коммерческих целей (способствовали развитию торговли).

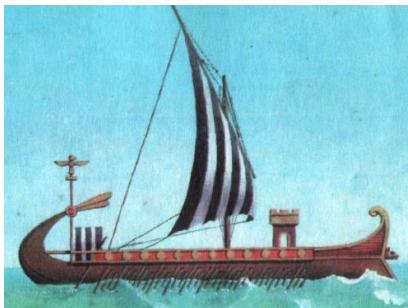


Рисунок 1.3 – Трирема

С учетом особенностей конструкции трирем получил дальнейшее развитие, вплоть до XVI века, галерный флот. Во Франции галеры использовались еще при Людовике XIV, который, чтобы обойти законы об отмене рабства, повелел объявить галерниками всех некаатоликов. На европейских галерах XV–XVII вв. лучшими гребцами считались вольнонаемные, которые отбывали «каторгу» за плату. На итальянских и французских галерах в качестве гребцов использовали военнопленных, причем особым спросом пользовались турки, как наиболее выносливые. Галеры прослужили на морях до XVIII века, когда был распущен галерный корпус французского военного флота.

Наиболее высокие результатов добились в X в. китайские судостроители. Ими был создан самый большой флот в мире на тот период, превышавший по численности весь флот европейских государств. Суда строились в сухих доках средней длины 400 метров. В Европе сухие доки появились только в XVII веке. Корабли использовались как для речного плавания, так и для морских и океанских походов. Они выглядели своеобразно: плоскодонный корпус для мелководья, сочетался с огромным водоизмещением судна для океанского похода. В условиях шторма были предусмотрены два руля. Корабли имели высокую маневренность и устойчивость, так как в их конструкции были использованы переборки, повышаемые непотопляемость судна в океане, чего не было у европейских судов. Это были самые крупные деревянные суда всех времен, имеющие до девяти мачт (рисунок 1.4). Технические характеристики такого корабля удивительны с точки зрения сегодняшнего дня: длина – 126 м, ширина – 51 м,



Рисунок 1.4 – Китайский флагманский корабль

водоизмещение – 7000 т, скорость 4,8 узла, количество палуб – 5, количество мачт – 9, команда – 316 чел. Для примера, корабль «Санта-Мария» Колумба имел характеристики: длина – 25 метров, ширина – 9 м, водоизмещение – 100 т, команда – 40 чел. Китайский флот состоял из судов различных типов и назначений: флагманский, суда с воинами, пятимачтовые патрульные корабли для обеспечения охраны, танкеры (изобретение древних китайцев) с водой, суда для скота, обеспечивающие команды свежим мясом, и лошадьми. Самым замечательным изобретением можно считать земледельческие суда, на которых выращивали сою и получали высокий урожай для полноценного питания команд благодаря витамину «С», которого так не хватало морякам Европы, страдавшим цингой во время своих длительных плаваний.

В VIII–X вв. н. э. выдающегося достижения в судостроении добились викинги на своих прославленных *дракарах* (рисунок 1.5). Построенные из длинных досок, набранных внахлест,



Рисунок 1.5 – Дракары викингов

корпуса судов обладали высокой упругостью и прочностью, а высокий острый нос, украшенный змеиной головой, смело вспучивал крупную волну Северной Атлантики. Викинги на дракарах достигли американских берегов. В этот период активно развивалось славянское государство, ставшее впоследствии Великим княжеством Литовским (ВКЛ). В IX–XII вв. оно имело значительную

территорию, простиравшуюся от Балтийского до Черного морей. Соответственно, имея хорошо разветвленную сеть рек, получил развитие флот. Постоянного военного флота ВКЛ не имело, но при этом любое купеческое судно становилось по надобности военным (рисунок 1.6), а так как заморская торговля у ВКЛ была довольно обширной, то и состав флота был значительным.

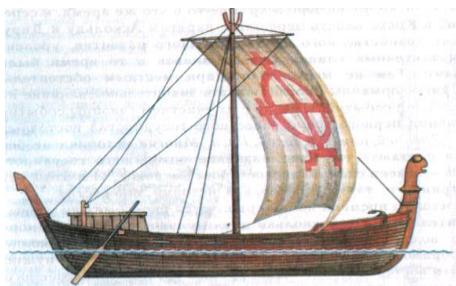


Рисунок 1.6 – Средневековое речное торговое судно

Купцы ВКЛ торговали в Швеции и Дании, где на острове Готланд имели свой постоянный торговый пункт – «Гостиный двор». Граждане ВКЛ с большим дипломатическим и военным искусством защищали свои торговые интересы. Реки Неман, Висла, Западная Двина, впадающие в Балтийское море, а также При-

пять и Днепр, создающие связь с Черным морем, составляли водную артерию, по которой шла внешняя торговля со Швецией и другими странами бассейна Балтийского моря. ВКЛ впервые реализовало идею создания флота «река – море» для каботажного плавания в Балтийском и Черном морях, имеющих относительно небольшую глубину и выход в реки Висла, Одер на севере и Дунай, Днепр – на юге, что позволяло расширить водное сообщение с центрально-европейскими государствами.

В развитии мореходства и техники судостроения ВКЛ сыграло определенную роль в регионе, отражая посягательства чужеземцев на захват исконных своих морских рубежей. С закрытием, после нашествия татар на русские земли, путей на Каспийское море ВКЛ сохраняло выход к Черному морю по р. Днепр, а с учетом узкого перешейка между реками Дон и Днепр, по нему перетаскивали суда, и, таким образом они попадали в Каспийское море и достигали берегов Персии, с которой велась активная торговля. В связи с этим у ВКЛ была развита техника судостроения с использованием опыта римлян и викингов. Суда строились с мелкой осадкой и были легкими, что позволяло перетаскивать их через отмели и днепровские пороги. Морские суда выдалбливались из цельных деревьев. Первые морские суда именовались *ладьями* (рисунок 1.7). Уже в XII в. существовали суда, на борту которых могло находиться 40 человек с оружием, пищей и одеждой. В этот период ВКЛ имело хорошо развитое судостроение, выполняемое на верфях, размещенных в Кричеве, Столбцах, Борисове, Пинске и других городах.

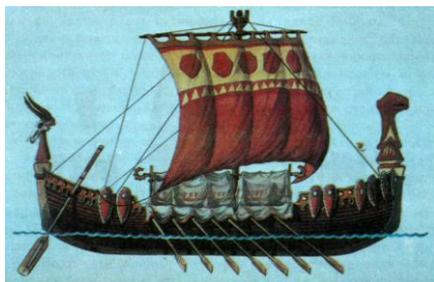


Рисунок 1.7 – Средневековая ладья

X–XII вв. н. э. прославились крестовыми походами, когда «белые паруса с черными крестами» устремились к берегам неверных. Понадобились огромные грузовые суда – *нефы*, на палубах которых можно было разместить крестоносцев с их немалой поклажей и лошадей в специальных стойлах. Нефы имели осадку до шести метров, а высоту борта до тринадцати метров, что значительно увеличивало их грузоподъемность. Они плохо управлялись, имели малую скорость, поэтому плавание от северо-итальянских портов до Средиземного моря занимало до десяти недель.

В XIV веке в годы расцвета Ганзейского морского союза в Балтийском и Северном морях по всем маршрутам ходили купеческие *когты* – одномачтовые парусные суда большой вместимости. Особенно четко было организовано движение ганзейских судов, которое стало регулярным, имеющим транзит-

ные базы в важнейших торговых узлах. Ганзейские когты строили без чертежей, и все зависело от искусства мастеров-судостроителей, поэтому нередки были морские катастрофы.



Рисунок 1.8 – Парусный фрегат

Начиная с XVII в., на флоте стал использоваться новый вид энергии – энергия ветра, а на смену гребным кораблям пришли корабли парусные (рисунок 1.8). В период XVII–XIX вв. судостроение в мировой практике стало развиваться достаточно интенсивно. Парусный флот начал служить не только внутренним целям, но и вышел на океанские просторы с целью торговли и географических открытий. Благодаря ему была установлена

постоянная транспортная связь между европейским и другими континентами. Появились мировые морские державы – Великобритания, Голландия, Испания, Португалия и др.

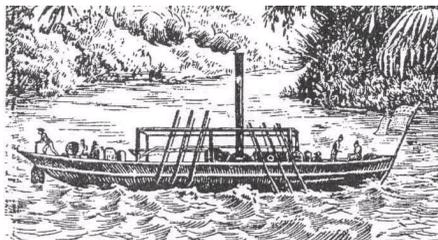
В конце XVIII в. были сделаны первые попытки использовать паровую тягу на флоте. В качестве движителя пароходов первоначально использовались гребные колеса, приводимые в движение паровой машиной. Они могли располагаться по бортам или за кормой. В качестве энергоносителя в паровых машинах пароходов первоначально использовался уголь, позже нефтепродукты (мазут). Изобретателем первого парохода официально признан американец Джон Фитч, создавший пароход, в котором паровая машина приводила в движение весла (рисунок 1.9, а). На следующий год он построил пароход «Персеверанс», приводившийся в движение гребным винтом. Пароход совершал рейсы между Филадельфией и Бурлингтоном, перевозя 30 пассажиров. В общей сложности этот пароход прошел около 1000 км.

Однако изобретение пароходов обычно относят к началу XIX в., когда было налажено промышленное изготовление паровых машин Уатта. В 1807 г. Фултон построил пароход «Клермонт», который открыл эру пароходства. Расстояние 225 км по реке Гудзон он преодолел против течения за 30 ч со средней скоростью 7,5 км/ч. Первый пароход в России «Елизавета» был построен в 1815 г. Бердом – владельцем механического завода (впоследствии завод назывался «Адмиралтейский») в Петербурге, на котором использовалась паровая машина мощностью 4 л. с., приводившая в движение бортовые колеса с деревянными лопастями и позволявшая развивать скорость 8,75 км/ч.

Интенсивное развитие парового судоходства началось в мире, когда стали строиться крупные речные пассажирские суда – колесные пароходы (ри-

сунок 1.9, б). В этот период конструкция пароходов предусматривала наличие гребного колеса (гребной винт был изобретен только в конце XIX в.) Следует отметить, что пароходы гражданского назначения создавались в основном для речного судоходства. На морском транспорте в основном было строительство пароходов для военных целей.

а)



б)



Рисунок 1.9 – Пароходы XIX в.: а – Фитча; б – пассажирский

В начале XX в. было прекращено строительство паровых судов и организован выпуск теплоходов с более эффективными двигателями внутреннего сгорания – дизелями. Принципиально изменен сам процесс формирования и движения речных составов. Вместо буксировки барж с помощью троса организовано толкание их. По сравнению с буксировкой метод толкания позволил получить прирост скорости и экономию топлива на 10–15 %. Развитие речного пассажирского флота интенсивно стало развиваться в странах, имеющих крупные реки – Миссисипи, Дунай, Рейн и др. Строились крупные суда, предназначенные для длительных походов (рисунок 1.9). При этом использовались паровые колеса, обеспечивающие достаточно большую скорость движения.

В XX в. интенсивно происходило развитие речного пассажирского флота. Дальние перевозки (в основном туристов) осуществляют крупными комфортабельными теплоходами, вмещающими 350–400 пассажиров. Их силовая установка развивает мощность 3000 л. с. и обеспечивает скорость движения 25–30 км/ч. На маршрутах средней и небольшой протяженности, особенно в пригородных зонах крупных городов, широко используются скоростные суда на подводных крыльях вместимостью, соответственно, 66 и 150 пассажиров. В качестве речного трамвая в границах городов стали использоваться теплоходы вместимостью на 140–220 пассажиров. Но в послевоенный период барьер тихоходности был прорван созданием судов на подводных крыльях (60–75 км/ч), практически вполне соизмеримых со скоростями движения железнодорожных поездов и автомобилей. В XXI в. речные пассажирские суда стали использоваться в основном для туристических целей – выполнения многосуточных круизов (рисунок 1.10, а) и краткосрочных поездок по рейсовым маршрутам или прогулок по реке (рисунок 1.10, б).

а)



б)



Рисунок 1.10 – Речные пассажирские суда XXI в.:

а – круизные; б – для краткосрочных поездок

Исторический опыт судостроения использован в Японии, где было построено первое современное судно с парусами (1979 г). Это был небольшой танкер, на котором паруса позволили экономить до 10 % топлива. Затем в Японии построили более крупный танкер и два сухогруза с двумя парусами площадью по 234 м<sup>2</sup> (заметим, что суммарная площадь указанных парусов – 468 м<sup>2</sup> – невелика, если учесть, что крупнейшие парусники прошлого имели площадь парусов 5 тыс. м<sup>2</sup> и более). Однако имеются проекты, в которых предусмотрена (на судах типа супертанкеров и балкеров) установка по 6–7 мачт с парусами общей площадью 14 тыс. м<sup>2</sup>, которые, по расчетам, позволят достичь скорости 15–18 узлов. Во второй половине XX в. получил интенсивное развитие морской торговый и пассажирский флот. Главным направлением стало конструирование судов повышенной вместимости – танкеров водоизмещением более 1 млн т, крупных круизных и маршрутных пассажирских судов, следующих между континентами с высокими скоростями с повышенным уровнем безопасности. Самым большим пассажирским судном для мор-



Рисунок 1.11 – Круизный лайнер «Оазис морей»

ского плавания в последние десять лет стало «Оазис морей» (англ. Oasis of the Seas, рисунок 1.11). С его созданием в мировой классификации судов стало применяться система отелей (по количеству звезд). Данному судну присвоено 5\*. Технические характеристики данного судна: водоизмещение – 220000 т; габариты – 340 × 65 м; скорость – 38 км/ч (20 узлов); команда – 1400 чел.; вместимость – до 4370 чел.; инфраструктура – 18 лифтов, 14 пассажирских палуб, 1817 кают, на 10 палубах расположены рестораны, ко-

торые одновременно могут предоставить питание всем гостям лайнера.

### 1.1.2 Воздушный транспорт

После водного транспорта вторым по факту исторического развития является воздушный транспорт. Первые воздухоплавательные летательные аппараты, которые использовали аэростатическую подъемную силу, появились в III в. до н. э. Механизм образования аэродинамического эффекта открыт Архимедом. Более глубокие теоретические исследования выполнены Леонардо да Винчи, который изучил аэродинамику полета птиц и нашел намного веков опередившее его время решение конструкции летательного аппарата. В 1670 г. был опубликован труд Ф. Лана, содержащий проект воздушного судна на аэростатическом принципе – с шарообразными емкостями, из которых откачан воздух (Италия). Позднее получила развитие гидродинамика – наука, которая помогла впоследствии объяснить многие явления, сопровождающие движение тел, в том числе и летательных аппаратов в воздушной среде. Среди ее основоположников были И. Ньютон, Д. Бернулли, Б. Робинс, Ж. де Аламбер, Л. Эйлер, Ж. Л. Лагранж, Дж. Стокс, Г. Гельмгольц, Г. Кирхгоф и другие крупные ученые тех времен в разных странах. Развитие летательных аппаратов, способных совершать полеты в атмосфере Земли, происходило по двум направлениям – создание аппаратов легче и тяжелее воздуха, составляющих основу воздухоплавания и авиации.

В 1873 г французский ученый Ж. Шарль разработал аэростат, наполняемый более легким газом – водородом. Он поднялся на нем в воздух вместе с механиком М. Робером. Воздушные шары братьев Монгольфье (монгольфьеры) летали довольно успешно. Первые воздушные научные путешествия были предприняты также во Франции учеными Биотом и Гей-Люссаком, Барилем и Бикси, Сивелем и Кроче-Спинелли, а в Америке – Гумбольдтом. В Петербургском университете Д. И. Менделеев выдвинул идею аэростата с герметичной гондолой для исследования высотных слоев атмосферы, который был прообразом созданного позднее дирижабля. Воздушные шары свободного парения никогда не были и не могли считаться средством регулярного транспорта.

В октябре 1883 г. осуществлен первый подъем братьев Тиссандье на дирижабле с электродвигателем мощностью 1,1 кВт. Потом полет на дирижаблях осуществили французы Ш. Ренар и А. Кребс. В 1900 г. произведен успешный подъем первого дирижабля жесткой конструкции Фердинанда Цепелина. Только с созданием Ф. Цепелином первого управляемого дирижабля жесткой конструкции началось выполнение регулярных рейсов. А в 1901 г. А. Сантос-Дюмон на своем дирижабле с бензиновым двигателем из воздухоплавательного парка аэроклуба Франции совершил полет по замкнутому маршруту, обогнув Эйфелеву башню. С 1910 по 1914 гг. немецкие дирижабли выполнили свыше полутора тысяч коммерческих полетов и перевезли 34028

пассажиров. Дирижабль «Граф Цеппелин», построенный в 1929 г., поднимал 30 т груза и 54 человека, размещавшихся в двухместных каютах. На нем был оборудован буфет с электрической кухней, а в ванне комнаты подавалась горячая и холодная вода. Этот дирижабль совершил 529 полетов (из них 114 – через Атлантику), пролетел 1 700 000 километров, перевез около 160 тысяч пассажиров. Дирижабль «Акрон», построенный в США в 1932 г., носил в себе 5 самолетов, стартовавших и возвращавшихся на борт дирижабля при его полете. Достигнув огромных успехов, дирижаблестроение постепенно стало свертываться и в середине тридцатых годов XX века почти исчезло. Причина – утрата доверия к дирижаблям из-за ряда крупных катастроф. Последний гигантский дирижабль "Гинденбург", принадлежавший Германии, взорвался в воздухе 6 мая 1937 г. во время причаливания его к мачте на американском аэродроме Лейкхэрст. В результате использование дирижаблей в коммерческих целях, несмотря на низкую себестоимость полетов, было практически исключено по следующим причинам: 1) надежность летающих гигантов признали недостаточной; 2) хранить гиганты дирижабли на земле, особенно в непогоду и при сильном ветре, было очень сложно; 3) сравнительно низкая скорость дирижаблей никак не могла удовлетворить все возрастающие требования времени.

Основоположником научного подхода к проектированию самолетов считается английский ученый Дж. Кейли, который в 1799 г. предложил схему летательного аппарата с неподвижным крылом, изобразил на чертеже планер (самолет) в трех проекциях. Но только в 1853 г. ему удалось построить первый планер, который был испытан в свободном полете с человеком на борту. В 1843 году английский изобретатель Уильям Хенсон получил патент на проект самолета. В России первый проект самолета был предложен Н. А. Телешовым в 1864 году [23]. За ним в 1857 г. француз Ж. М. Ле Бри совершил непродолжительный свободный полет на планере, взлет которого был осуществлен буксировкой с помощью конной повозки. Планеризм позволил человеку испытать чувство полета, пересмотреть некоторые принципы проектирования и создать, наконец, работоспособный самолет. В 1874 году французский морской офицер Дю Тампль построил полноразмерный самолет с паровой машиной. Однако недостаточная мощность двигателя не позволяла ему совершать полет. В 1889 г. немецкий инженер О. Лилиенталь опубликовал свой труд «Полет птиц как основа искусства летать». За период 1891–1896 гг. О. Лилиенталь совершил свыше 2000 полетов на безмоторных крылатых летательных аппаратах – планерах различных конструкций. Он был первым, кто решил применить легкий двигатель для планера. В 1893 г. он запатентовал и построил моноплан размахом 8 м с одноцилиндровым углекислородным двигателем. Однако первым самолетом, который смог самостоятельно совершить устойчивый управляемый горизонтальный полет, стал «Флайер-1», построенный братьями Орвиллом и

Уилбуром Райт в США. Первый полёт самолёта в истории был осуществлён 17 декабря 1903 года. «Флайер» продержался в воздухе 59 секунд и пролетел 260 метров. На усовершенствованных моделях братья Райт 20 сентября 1904 года впервые в мире выполнили полёт по кругу, а в 1905 году – полёт по замкнутому маршруту длиной в 39 км (рисунок 1.12).



Рисунок 1.12 – Самолет братьев Райт

В России развитие самолетостроения, которое возглавлял российский ученый А. Ф. Можайский, шло независимым путём. Его самолет представлял собой расчалочный моноплан с тремя винтами – одним спереди и двумя по бокам (в вырезах крыла). В фюзеляже размещались две паровые машины мощностью 10 и 20 л. с., котел, баки с горючим, сиденья для людей, приборы. Крыло прямоугольной формы площадью 372 кв. м (с удлинением примерно 1,6 м и размахом около 23 м) имело многолонжеронную конструкцию. К недостаткам самолета отнесено малое удлинение несущей поверхности, затруднение передачи мощности от двигателя к боковым винтам, неустойчивость при разбеге из-за малой колеи шасси, неудовлетворительный обзор с места пилота.

В начале XX века появились важные предпосылки для развития самолетостроения – был создан компактный и достаточно надежный в эксплуатации бензиновый двигатель внутреннего сгорания. На перспективность применения бензинового двигателя на самолете указывал и К. Э. Циолковский. Первый самолет с двигателем внутреннего сгорания был построен в 1899 г. Однако его изобретатель, венгр Э. Немети, пошел слишком простым путем. Он натянул над колесной тележкой горизонтальную поверхность в форме воздушного змея, а на тележке установил маленький бензиновый двигатель мощностью 0,75 л. с. с тянущим пропеллером. «Летательная машина» не взлетела и с двигателем в 2 л. с. Более продуманно подошел к созданию самолета В. Кресс. Аппарат Кресса «Аэровелос» представлял собой поплавковый самолет-амфибию с тремя крыльями, расположенными одно за другим с небольшим разнесом по высоте. Размах крыльев – до 13 м, общая их площадь – 94 кв. м. На нем был установлен обычный автомобильный двигатель внутреннего сгорания мощностью 7–9 л. с. Впервые на самолете все управляющие поверхности могли отклоняться одним рычагом одновременно. Из-за недостаточной мощности двигателя Кресс ограничился испытанием самолета на воде (ноябрь 1900 г.). С двигателем мощностью 30 л. с. самолет оказался утяжеленным и во время очередных испытаний (1901 г.) ушел под воду. Несмотря на неудачи, работы Кресса по созданию первого гидросамолета и первого самолета с двигателем внутреннего сгорания пред-

ставляют исторический интерес из-за ряда технических решений, впервые примененных в самолетостроении (схема «тандем», поплавки для взлета и посадки, однорычажная система управления).

Более современной была конструкция самолета-моноплана с двигателем внутреннего сгорания (конструктор Л. Левассер). Самолет отличался большими размерами, имел конструкцию, обтянутую полотном и подкрепленную растяжками. Крыло с удлинением около 5 м имело заметную поперечную V-образность. Самолет приводился в движение двумя четырехлопастными пропеллерами, расположенными тандемно: впереди и за двигателем. Площадь крыла составляла 100 кв. м, мощность двигателя – 80 л. с. Для взлета самолет устанавливался на горизонтально уложенные рельсы. При одной из попыток аппарат с человеком на борту оторвался от земли, но, будучи неустойчивым, сразу же упал. И больше попыток полета не предпринималось.

Начало промышленного самолетостроения в России относится к 1908–1909 гг., когда русские инженеры создали первые оригинальные конструкции отечественных самолетов. В 1913 г. русскими конструкторами во главе с И. И. Сикорским был построен огромный по тому времени самолет «Большой Балтийский», а затем – «Русский витязь» с полетным весом 4,2 т (за рубежом не было самолета тяжелее 1 т). Этот первый в мире четырехмоторный самолёт брал на борт 7 человек и развивал скорость 90 км/ч. В том же году им был построен ещё более тяжелый самолёт «Илья Муромец» на 16 человек и спроектирован новый – «Святогор» с полётным весом 6,5 т и скоростью полёта 114 км/ч.

Летом 1918 г. под руководством Николая Егоровича Жуковского была создана «Летучая лаборатория», преобразованная в декабре в Центральный аэродинамический институт (ЦАГИ). Начался быстрый процесс создания новых летательных аппаратов и двигателей к ним. 8 февраля 1924 г. в воздух поднялся первенец гражданской авиации трехместный пассажирский самолет АК-1, который участвовал в дальнем перелете по маршруту Москва – Пекин.

Большой вклад в развитие авиации внес И. И. Сикорский – русско-американский изобретатель. 26 мая 1913 года совершил первый полет первый в мире многомоторный самолет «Русский витязь». Молодой инженер создал эту машину в качестве опытного самолёта для дальней разведки. На нём можно было разместить как два, так и четыре мотора. Самолет первоначально назывался «Гранд» или «Большой Балтийский», а после некоторых доработок получил название – «Русский витязь». 2 августа 1913 года самолет установил мировой рекорд продолжительности полёта – 1 час 54 мин. Этот самолет, превосходивший по размерам и взлетному весу все машины, построенные до этого момента, стал основой для нового направления в авиации – тяжелого самолетостроения. «Русский витязь» стал родоначальником всех последующих тяжелых бомбардировщиков, транспортников, разведчиков и пассажирских авиалайнеров в мире. Прямым продолжателем «Русского витязя» был четырехмоторный самолёт «Илья Муромец», первый экземпляр которого был построен в октябре 1913 года. Новый самолет стал дельнейшим развитием

конструкции «Русского витязя», созданного в 1913 году. В ходе работ его конструкция была значительно переработана, без существенных изменений осталась лишь общая конструкция машины, коробка крыльев с установленными в ряд на нижнем крыле четырьмя двигателями. При этом фюзеляж самолета был совершенно новым. В результате переработки с теми же немецкими моторами «Аргус» мощностью в 100 л. с. самолет «Илья Муромец» обладал вдвое большей максимальной высотой полета и массой полезной нагрузки. «Илья Муромец» стал первым в мире пассажирским самолетом (рисунок 1.13). Впервые в истории авиации на данном самолете имелся отдельный от кабины пилотов салон, который оснащался помимо прочего электрическим освещением, отоплением, спальными комнатами и даже ванной с туалетом. В то время летчики одномоторных самолетов избегали летать над городами, так как в случае отказа двигателя вынужденная посадка в городе могла закончиться катастрофой. Но на «Муромце» имелось 4 двигателя, поэтому его создатель И. И. Сикорский был уверен в безопасности машины.



Рисунок 1.13 – Самолет  
«Илья Муромец»

В мае 1924 г. совершил полет первый цельнометаллический самолет конструкторского бюро А. Н. Туполева АНТ-2 (3 места) с двигателем 100 л. с. Год спустя в ЦАГИ был создан тяжелый цельнометаллический самолет АНТ-4 «Страна Советов» с двумя двигателями, на котором были установлены мировые рекорды по грузоподъемности и дальности полётов (Москва – Омск – Новосибирск – Красноярск – Чита – Хабаровск – Петропавловск-на-Камчатке – Сиэтл – Сан-Франциско – Чикаго – Нью-Йорк – 21242 км, из них 8000 км над водой). В 1934 г. был сконструирован АНТ-20 «Максим Горький» на 80 пассажиров с 6 и 8 двигателями по 900 л. с., скоростью 250 км/ч и полетной массой 42 т. Создавались сверхдальние самолёты АНТ-25. На таком самолёте в 1937 г. экипаж В. П. Чкалова совершил беспересадочный 63-часовой полет Москва – Ванкувер (Канада) через Северный полюс, а экипаж М. М. Громова (12–14 июля 1937 г.) пролетел без посадки 10200 км за 62 ч 17 мин из Москвы через Северный полюс в Калифорнию. Большие успехи гражданской авиации в перевозках достигнуты в послевоенный период. За это время трижды был обновлен парк самолётов. Созданы самолёты Ил-12 и Ил-14, которые были для своего времени вершиной авиатехники.

В этот же период активное развитие имело авиастроение в США и странах Европы. Следует отметить, что инженерные решения по конструкции воздушных транспортных средств практически были одинаковыми, хотя и разрабатывались самостоятельно (рисунок 1.14). Самолеты данной конструкции эксплуатировались до конца 80-х годов XX в. Массовое списание оставшихся в строю Ил-14 было проведено в конце 1980-х – начале 1990-х годов.



Рисунок 1.14 – Поршневые самолеты 30-х годов XX в.:  
а – американский *Douglas DC-3*; б – советский ИЛ-14

Поршневая техника доминировала до 60-х годов XX в. Но для преодоления больших расстояний требовались новые типы самолетов, и была разработана конструкция турбовинтового самолета. Наиболее удачной была конструкция советского самолета ИЛ-18 (рисунок 1.15, а), которая использовалась для межконтинентальных перевозок пассажиров, а также в качестве правительственного самолета. Для перевозок пассажиров на небольшие расстояния и в местном сообщении советскими авиаконструкторами был разработан самолет Ан-24, который эксплуатируется в наши дни (рисунок 1.15, б).

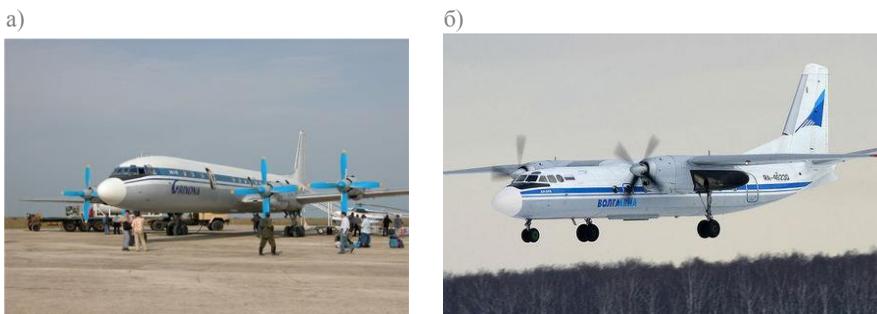


Рисунок 1.15 – Турбовинтовые самолеты:  
а – ИЛ-18; б – Ан-24

На самолётах второго поколения устанавливались турбинные двигатели, в которых около 95 % тяги дает винт, а 5 % – реактивная струя горячих газов. Конструкция самолета была настолько удачной, что он выпускался в серийном производстве с 1959 по 1978 годы. Самолет был отмечен золотой медалью на выставке в Брюсселе. Его приобрели 17 иностранных авиакомпаний. Он также использовался для доставки полярников в Антарктиду. Всего было произведено 719 самолетов. Самолеты данного класса эксплуатировались в мировой практике до 2006 г. Некоторые экземпляры (11 ед.) используются в настоящее время для коммерческих перевозок.

В конце 50-х годов XX в. возникла потребность в более высоких скоростях передвижения авиапассажиров. Авиастроительными компаниями мира было начато производство реактивных самолетов для дальних и сверхдальних перевозок. Как и в предыдущем случае, конструктивными особенностями разных производителей самолеты практически не отличались (рисунок 1.16). Конструктивное отличие заключалось в мощности двигателей, но не в их расположении. Первый в мире коммерческий реактивный авиалайнер de Havilland DH.106 Comet, предназначенный для выполнения рейсов малой и средней протяженности, был построен в Великобритании, первый полет которого состоялся в 1949 г. К особенностям этого самолёта можно отнести устройство выравнивания давления, которое позволяло поддерживать его на уровне, эквивалентном давлению на высоте 2438 метров (8000 футов), вплоть до высоты 12200 метров (40000 футов), и использовать его на очень длинных североатлантических магистральных. Самолет позволял достигать скорость перелета около 900 км/ч.

а)



б)



Рисунок 1.16 – Пассажирские реактивные самолеты первого поколения:  
а – английского *DH.106*; б – советского *TU-104*

Самолеты данной конструкции эксплуатировались в течение 50-60-х годов XX в. Однако они имели существенные недостатки по значительному

расходу топлива, безопасности и шуму. Расположение кресел в салоне самолета создавало неудобство при перелетах на большие расстояния. Самолёты данного типа также использовались на уровне правительственных.

В целях повышения комфортности перевозок пассажиров в 60-х годах XX в. были созданы реактивные самолеты принципиально новой конструкции с использованием вмонтированных двигателей в фюзеляже самолета. К ним отнесены как советские самолеты [Ту-134 (рисунок 1.17, а), Як-40, Як-42 – среднемагистральные], так и самолеты, произведенные корпорациями США и Великобритании (рисунок 1.18).

а)



б)



Рисунок 1.17 – Советский узкофюзеляжный реактивный самолет ТУ-134:

а – общий вид; б – вид салона

При внешнем сходстве и одинаковых технических параметрах самолеты имели отличия в компоновке салонов: в самолете ТУ-134 устанавливалось в ряд 4 кресла (рисунок 17, б), что обеспечивало перевозку 120 пассажиров; в самолете западных корпораций устанавливалось по 5 сидений в каждом ряду (рисунок 18, б), что обеспечивало перевозку 186 пассажиров.

а)



б)



Рисунок 1.18 – Узкофюзеляжный реактивный самолет Douglas DC-9:

а – общий вид; б – вид салона

Потребности в авиаперевозках в середине 60-х годов XX в. стали резко возрастать, и действующий парк транспортных средств не смог удовлетворять их. Возникла необходимость создания самолетов с большей вместимостью. Исторически советские и западно-европейские авиастроительные компании пошли разными путями. В СССР разработали дальне-магистральные самолеты Ту-154, Ил-62 (рисунок 1.19, а, б), а западные авиастроительные компании взяли курс на производство широкофюзеляжных самолетов повышенной пассажировместимости. Ил-62 – первый советский реактивный межконтинентальный пассажирский самолёт, разработан в 1960 г. Относится к категории реактивных пассажирских самолётов «второго поколения». Первый полёт совершил в 1963 г. Всего было выпущено 292 самолёта (с прототипами). В этот период был разработан самый массовый самолёт в мире «Boeing-737» (рисунок 19, в) – экономичный двухмоторный реактивный авиалайнер, предназначенный для обслуживания линий средней и малой протяжённости. Было выпущено 10 моделей самолетов свыше 7000 ед. В 1964 г. был разработан первый в мире дальнемагистральный двухпалубный широкофюзеляжный пассажирский самолёт «Boeing-747» (рисунок 19, г). Салон рассчитан на 522 пассажира.



Рисунок 1.19 – Реактивные самолеты второго поколения:

а – Ту-154; б – Ил-62; в – «Boeing-737»; г – «Boeing-747»

Советские реактивные самолеты второго поколения отличались повышенной надежностью, в результате чего они использовались в СССР также для перевозок правительственного уровня.

В конце 60-х годов XX в. активно развернулась борьба за скорость пассажирских самолетов.

В СССР работы по созданию сверхзвукового пассажирского авиалайнера начались в ОКБ Туполева в начале 60-х годов XX в. 16 июля 1963 г. вышло постановление Совета Министров СССР № 798-271. Правительственное задание предусматривало создание сверхзвукового лайнера с крейсерской скоростью полета 2300–2700 км/ч, практической дальностью 4000–4500 км со 80–100 пассажирами на борту, либо 6000–6500 км с дополнительными топливными баками и 50 пассажирами на борту.



Рисунок 1.20 – Самолёт Ту-144

Первый полёт Ту-144 (рисунок 1.20) состоялся 31 декабря 1968 года, т. е. на два месяца раньше «Конкорда». Ту-144 также является первым в истории пассажирским авиалайнером, преодолевшим звуковой барьер на высоте 11 000 м. Следующий символический рубеж свыше 2000 км/ч самолёт преодолел 25 мая 1970 года, совершив полёт на высоте 16300 м со скоростью 2150 км/ч. Самолёт сочетал значительное количество передовых разработок и конструкторских решений. Например, убирающееся на время полёта переднее горизонтальное оперение, которое позволяло существенно увеличить маневренность и уменьшить скорость при посадке. Ту-144 мог садиться и взлетать в 18 аэропортах СССР, в то время как «Конкорду», взлётно-посадочная скорость которого была на 15 % выше, для каждого аэропорта требовался отдельный сертификат на посадку.

«Конкорд» (фр. *Concorde* – «согласие») – британско-французский сверхзвуковой пассажирский самолёт, один из двух (вместе с Ту-144) типов



Рисунок 1.21 – Самолёт «Конкорд»

сверхзвуковых самолётов, находившихся в коммерческой эксплуатации. «Конкорд» (рисунок 1.21) был создан в результате слияния в 1962 г двух национальных программ разработки сверхзвукового пассажирского авиатранспор-

та, основными разработчиками самолёта стали компании *Sud Aviation* с французской стороны и *BAC* с английской, двигательные установки самолёта совместной разработки британской *Rolls-Royce* и французской *SNECMA*. Всего было изготовлено 20 самолётов, из которых 9 были проданы авиакомпаниям *British Airways* и *Air France*, а ещё 5 переданы этим же авиакомпаниям по символическим ценам за 1 фунт стерлингов и 1 франк соответственно. Первый полёт самолёта состоялся в 1969 г., ввод в коммерческую эксплуатацию произошёл в 1976 году. «Конкорды» эксплуатировались авиакомпаниями *British Airways* и *Air France*, каждая из которых имела по 7 самолётов. За 27 лет регулярных и чартерных рейсов было перевезено более 3 миллионов пассажиров. После катастрофы при вылете из парижского аэропорта «Шарль де Голль», в которой погибло 113 человек, полеты «Конкордов» были приостановлены на полтора года, а в 2003 г. прекращены вообще. К идее создания самолетов со скоростями более 3000 км/ч вернулись только в 2010 г.

В 80-е годы XX в. авиаконструкторами стран ЕС и СССР были разработаны реактивные самолеты четвертого поколения, отличительной чертой которых был широкий фюзеляж и большое количество мест. Советские конструкторы создали самолет Ил-86 (рисунок 1.22, а) – широкофюзеляжный пассажирский самолёт для авиалиний средней протяжённости на 350 посадочных мест (производился с 1980 по 1996 г. г.), а западные – самолет А-380 (рисунок 1.22, б), самый большой пассажирский самолет в мире. Данный самолет – двухпалубный лайнер, способный переносить до 555 пассажиров в стандартной компоновке на расстояние до 15 000 километров. В чартерной компоновке лайнер может перевезти до 853 пассажиров. По внешнему виду можно отметить его очевидное отставание по конструктивным особенностям самолетов (самолёт А-380 – двухпалубный, что позволяет перевозить одновременно до 1200 пассажиров, в то время как Ил-86 – только 350 пассажиров).

а)



б)



Рисунок 1.22 – Реактивные самолеты третьего поколения:  
а – Ил-86; б – А-380

Попытки использования самолётов для перевозки грузов предпринимались уже на заре авиации. В 1910 г. примерно 200 фунтов шёлка были перевезены самолётом братьев Райт из магазина в Дэйтоне покупателю в Коламбусе (оба города находятся в штате Огайо, США), что отмечается многими

источниками как рождение грузовых авиаперевозок. В 1914 г. почта США ввела услугу авиапочты. Самолеты были использованы для авиаперевозки почты еще в 1911 г. Хотя самые ранние самолеты не были разработаны как грузовые, изготовители самолетов середины 1920-х проектировали и строили предназначенные для перевозки груза самолеты. Самым ранним истинно грузовым самолетом был, возможно, Ar-232, проект немецкого инженера Arado, созданный им во время Второй мировой войны. Ar-232 был предназначен, чтобы вытеснить более ранние модели пассажирских самолётов Ju-52, переделанных под грузовые. Многие использовали в качестве грузовых и другие модели самолетов, таких как DC-3.

В основном для грузовых перевозок использовались конструкции пассажирских самолетов с усилением их корпуса. Так, например, на базе популярного пассажирского самолёта DC-3 был разработан военно-транспортный C-47, оснащённый усиленным полом и широким грузовым люком в хвостовой части фюзеляжа. С ростом спроса на воздушные грузоперевозки и увеличением их объёма возникла необходимость в разработке специализированных грузовых самолётов. В 1939 г. был разработан грузовой самолёт Ju-90 с интересным техническим решением: мощная погрузочная рампа в хвосте самолёта открывалась гидравлическим приводом и поднимала самолёт в горизонтальное «полётное положение», что сильно облегчало его загрузку. 1940–50-е годы ознаменовались бурным ростом объёма авиаперевозок грузов и, соответственно, поиском наиболее эффективных инженерных решений. Появилось множество моделей самолётов с фронтальной загрузкой (например, Bristol-170, NC-211, C-124) или задней погрузочной рампой («Blackburn Beverley», An-12, C-82, а также таких экзотических вариантов, как CL-44 с целиком откидывавшимся хвостом.

Многие транспортные самолёты того времени по-прежнему совмещали функции пассажирских и грузовых лайнеров (рисунок 1.23), но с ростом требований к безопасности, комфорту пассажиров и уровню шума в салоне, пассажирские и грузовые самолёты



Рисунок 1.23 – Самолет Ил-62 для грузовых перевозок

разделились на два класса. Самолёт, изначально предназначенный только для перевозки грузов, был дешевле в производстве и экономичнее в эксплуатации, чем компромиссные пассажирско-транспортные аналоги. Выгода разработки самолёта, одновременно удовлетворяющего

требованиям и гражданских, и военных грузоперевозок, заключается в следующем: 1) конструкция самолёта изначально предназначена для грузоперевозок

зок, что удешевляет производство и эксплуатацию по сравнению с пассажирскими самолётами; 2) стоимость разработки делится между гражданским сектором и оборонным комплексом; 3) уменьшается количество требующихся для армии самолётов, так как в случае необходимости армия может реквизировать гражданские самолёты. В 1982 г. в СССР был построен самый большой грузовой самолет в мире Ан-124 «Руслан» (рисунок 1.24, а). Особенности конструкции самолета: для погрузки используется передний откидывающийся люк (рисунок 1.24, б); многостоечное шасси, снабжённое 24 колёсами, позволяет взлетать с грунтовых взлётно-посадочных полос, изменять стояночный клиренс и угол наклона фюзеляжа, что облегчает проведение погрузочно-разгрузочных работ.

а)



б)



Рисунок 1.24 – Самый большой грузовой самолет в мире Ан-124 «Руслан»: а – в полете; б – на погрузке

В 1989 г. в СССР был создан транспортный реактивный самолёт сверхбольшой грузоподъёмности – Ан-225, который имел скорость полета 800 км/ч и коммерческую нагрузку 250 т. На самолете данного класса созданы условия перевозки сверхгабаритных грузов на «горбу» (рисунок 1.25, а). В мире имеется еще одна конструкция самолета подобного класса – «Boeing 747-8» (рисунок 1.25, б), который является самым большим грузовым самолетом, созданным компанией «Boeing» для перевозки грузов с наименьшими затратами для грузовых операторов.

а)



б)



Рисунок 1.25 – Перевозки многоразовых космических кораблей самолетами сверхбольшой грузоподъёмности: а – Ан-225; б – «Boeing 747-8»

В отличие от самолета вертолет не нуждается в аэродромах. Он может взлететь вертикально без разбега и так же сесть, висеть в воздухе на одном месте и перемещаться горизонтально с различными скоростями. Эти свойства вертолета делают его очень ценной, порой незаменимой машиной. Вертолеты перевозят грузы и пассажиров в отдаленные селения, расположенные среди гор или лесов, обнаруживают в море косяки рыбы, помогают спасти людей при наводнениях и бороться с лесными пожарами. С их помощью ведут борьбу с вредителями полей и сорняками, производят геофизические и гравиметрические съемки местности, проверяют исправность высоковольтных линий электропередач. В последние годы они используются в качестве подъемных кранов на стройках, при укладке трубопроводов.

Над осуществлением идеи динамического полета работали многие ученые и изобретатели. Однако первые идеи создания вертолета предложил Леонардо да Винчи с эскизным его рисунком и описанием. Он представлял его себе в виде большого воздушного винта (проволочный каркас, обтянутый крахмальной парусиной), приводимого в движение мускульной энергией человека. Рукопись эта датируется 1475 г. В 1754 г. М. В. Ломоносов впервые в мире построил натурную модель вертолета. Часовая пружина приводила в движение два винта (видимо, модель была выполнена как вертолет соосной схемы). В последующие годы в разных странах было предложено немало проектов вертолетов, но отсутствие теоретических разработок делало все эти предложения малоперспективными. Через тридцать лет модель вертолета Б. Лонуа и Ж. Бьепвеню взлетела под купол зала французской академии, а через 60 лет английский изобретатель У. Филипс провел испытания модели вертолета с реактивным винтом. Эта модель явилась первым летательным аппаратом тяжелее воздуха с тепловым двигателем. В 1847 г. Ван Гекк (Брюссель) продемонстрировал гибридный вертолет с аэростатом, а в 1868 г. Я. Деген (Вена) поднялся в воздух на своем гибриде-орнитоптере с водородным баллоном. В 1869 г. А. Н. Лодыгин предложил российский проект электролета. В 1907 г. во Франции вертолеты осваивали братья Л. и Ж. Бреге и П. Корню. Важные основы теории конструкции вертолета были заложены Н. Е. Жуковским. Однако эра вертолетов наступит только спустя 40 лет.

В 1908–1911 годах И. И. Сикорский построил первые два простейших вертолѐта соосной схемы без автомата перекоса (рисунок 1.26). Грузоподѐмность построенного 1909 г. аппарата достигала 9 пудов. С 1939 г. он перешѐл на конструирование вертолѐтов одновинтовой схемы с автоматом перекоса, получивших широкое распространение. Первый экспериментальный вертолѐт «Vought-Sikorsky-



Рисунок 1.26 – Вертолѐт  
«[Vought-Sikorsky-300](#)»

300», созданный И. И. Сикорским в США, оторвался от земли 14 сентября 1939 года. По существу, это был модернизированный вариант его первого российского вертолётa, созданного ещё в 1909 г. На его вертолётaх были впервые совершены перелёты через Атлантический (S-61; 1967) и Тихий (S-65; 1970) океаны (с дозаправкой в воздухе). Машины Сикорского применялись как для военных, так и для гражданских целей.

В 1934 г. в качестве мирового рекорда было зарегистрировано достижение вертолётa *FW-61* конструкции Генриха Фокке: высота – 3427 м, продолжительность полёта – 1 ч 20 мин, максимальная скорость – 122,55 км/ч. Вертолёт взлетает вертикально вверх без разбега и совершает вертикальную посадку без пробега, неподвижно висит над одним местом, допуская поворот вокруг вертикальной оси в любую сторону, производит полёт в любом направлении со скоростями от нуля – до максимальной. При вынужденной остановке двигателей в полёте вертолёт может совершить планирующий спуск. Первые конструкции вертолётов долгие годы имели простые формы (рисунок 1.27). Первые конструкторы разрабатывали вертолётa с использованием конструктивных особенностей самолётов (они остались у американских разработчиков и в более поздних конструкциях).



Рисунок 1.27 – Двухвинтовой советский вертолёт «Омега»

Высокая потребность в использовании вертолётов стимулировала развитие конструкторской мысли в основном в СССР и США. В 1922 г. профессор Георгий Ботезат, эмигрировавший после революции из России в США, построил по заказу армии США первый устойчиво управляемый вертолёт, который смог подняться в воздух с грузом на высоту 5 метров и находиться в полёте несколько минут. В 1926 г. в России в ЦАГИ была сформирована «геликоптерная группа», которую возглавил А. М. Черемухин. Результатом работы этой группы стал первый управляемый вертолёт ЦАГИ-1ЭА, совершивший свой первый полёт в сентябре 1930 г.



Рисунок 1.28 – Пассажирский вертолёт МИ-8

ниях. В конце 1947 г конструкторским бюро под руководством М. Л. Миля был создан двухместный вертолет МИ-1, получивший широкое практическое применение во многих областях народного хозяйства и в военной авиации.

В начале 50-х годов XX в. создан вертолёт МИ-4, который стал первым военно-транспортным вертолётom в СССР. Он имел такую же компоновку, как и американский «Sikorsky S-55», но превосходил его по грузоподъёмности более чем в два раза. Просторная грузовая кабина вмещала 1600 кг груза или 12 полностью экипированных десантников. МИ-4 стал первым советским вертолётom, оснащённым грузо-вым люком в задней части с откидными створками и опускающимся трапом. Также в начале 60-х годов XX в. создается легендарный МИ-8 (рисунок 1.28), который является самым массовым двухдвигательным вертолётom в мире, а также входит в список самых массовых вертолётom в истории авиации. Конструкция вертолета оказалась очень удачной, и он выпускается по сей день. На первом этапе производства этих вертолётom военные были против данного вертолета. Тогда главный конструктор предложил свой вертолет Министерству гражданской авиации, и те, не раздумывая, взяли его. Сегодня «МИ-8» является многоцелевым вертолетом и выпускается в пассажирском, транспортном и деловом вариантах. Пассажирский вариант вертолета имеет кабину на 28 мест с гардеробом (или на 32 места без гардероба), оборудованную системами вентиляции и отопления. «МИ-8» в варианте «Салон» вмещает 11 или 9 пассажиров. В этом случае в пассажирской кабине вертолета устанавливаются два столика (один откидной), кресла и диван. В задней части кабины оборудуются буфет, гардероб и туалет. Транспортный вариант вертолета МИ-8 (рисунок 1.29) имеет грузовую кабину объемом около 23 м<sup>3</sup> с большим грузовым люком, усиленным полом, узлами швартовки грузов и т.п. Транспортные и пассажирские варианты вертолета по желанию заказчика могут



Рисунок 1.29 – Грузовой вертолет МИ-8

быть оснащены системой внешней подвески грузоподъёмностью 3000 кг и лебедкой с бортовой стрелой, позволяющей поднимать на борт в режиме висения грузы массой до 150 кг.

В США в этот же период велись разработки собственной конструкции вертолета. После образования в марте 1956 г. компания «Vertol Aircraft Corporation» инициировала разработку коммерческого транспортного вертолета с двумя газотурбинными двигателями. Еще на стадии проектирования была предусмотрена возможность многоцелевого использования вертолета. Первый из 160 построенных вертолетов СН-46А (рисунок 1.30) поднялся в воздух 16 октября 1962 г., испытания продолжались до 1964 г.



Рисунок 1.30 – Американский вертолет СН-46

На основе первого серийного варианта разработано несколько модификаций, включая 266 вертолетов СН-46D, которые отличались силовой установкой из двух двигателей мощностью по 1400 л. с. На полу имеется два ряда роликов для передвижения грузов и лебедка для подъема грузов с расчетным усилием 276 кг при скорости 30 м/мин. В полу вмонтирован крюк для перевозки грузов на внешней подвеске, рассчитанный на усилие 4535 кг. В пассажирском варианте в салоне вертолёта размещаются 25 пассажиров. Кабина снабжена стандартной системой обогрева. Фюзеляж выполнен водонепроницаемым для обеспечения плавучести при посадке на воду, поперечная остойчивость при посадке на воду обеспечивается боковыми обтекателями, в которых расположены топливные баки. Конструкции советского и американского вертолетов отличаются надежностью и безопасностью, что позволяет их использовать для транспортного обслуживания глав государств и членов правительства.

### 1.1.3 Городской общественный пассажирский транспорт

Этот вид транспорта появился почти 300 лет назад с созданием паровых дилижансов. Первый маршрут общественного транспорта открылся по инициативе Блеза Паскаля в Париже 18 марта 1662 года. С тех пор данный вид транспорта как пассажирский стал доступным широким слоям населения и востребованным ими. Услуги общественного транспорта предоставляются за определённую плату, называемую тарифом. Для общественного транспорта характерным является использование транспортных средств для перевозки достаточно большого количества пассажиров одновременно по определён-

ным маршрутам (в соответствии с расписанием или интервалам движения, реагируя на спрос). Общим признаком всех видов общественного транспорта является то, что пользователи его перемещаются в транспортных средствах, им не принадлежащих. Общественный транспорт, в современном понимании этого слова, появился в крупных населенных пунктах Европы в первой половине XIX в., сразу же после начала эксплуатации железнодорожного транспорта.



Рисунок 1.31 – Общественный транспорт XIX в.



Рисунок 1.32 – Первый автобус

Талантливые конструкторы спроецировали идею железнодорожного вагона на обычный многоместный экипаж, движимый силой одной или нескольких лошадей (рисунок 1.31). Официально признанным творцом предшественника общественного транспорта был американский инженер Луба. Именно под его руководством в середине XIX в. была построена целая сеть городских рельсовых линий в Нью-Йорке.

**Автобусы.** Первый автобус с двигателем внутреннего сгорания был сконструирован в конце 90-х годов XIX в. Творцами этого механического чуда были конструкторы компании «Бенц» (рисунок 1.32). Предшественницей рабочего образца компании «Бенц» была пассажирская повозка англичанина Ричарда Тревитика, оснащенная паровым двигателем. Первым образцом российского автобуса с двигателем внутреннего сгорания было изделие фабрики «Фрезе» – десятиместный кабриолет с одноцилиндровым агрегатом мощностью в 10 «лошадок». Постоянные автобусные маршруты в российских городах появились после 1917-го года.

Продолжение истории развития автобусного транспорта для внутригородских перевозок связано с созданием многоместных пассажирских экипажей на шасси грузовиков с двигателями внутреннего сгорания. Затем появились низкорамные шасси. Вершиной этого айсберга стало появление несущих кузовов. Все это касается городских автобусов различных модификаций. Пер-

вым вариантом автобуса считают создание двух-, четырех-, восьми- или десятиместного автомобиля, при проезде в котором необходимо было платить за проезд. История городского автобуса имеет богатое наследие и хорошо рассматривается на примере крупнейших городов мира – Нью Йорка, Парижа, Лондона, Берлина, Москвы. Богатый опыт организации работы городского автобуса в этих городах может быть полезен и в будущем.

История городского автобуса Нью Йорка относится к 1919 году. Примечательным опытом Нью Йорка является в разделении городских перевозок на три варианта: локальные маршруты со всеми остановками, ускоренные маршруты и экспрессные транзитные маршруты, связывающие отдельные районы мегаполиса. Для этих целей использовались различные варианты модификации транспортных средств. Так, для массовых поездок граждан на линии города с самого начала использовались автобусы повышенной вместимости с учетом теплого климата в городе (рисунок 1.33), а позднее с учетом современного для начала XX века дизайна, были выпущены двухэтажные автобусы для локальных (рисунок 1.34) и одноэтажные для экспрессных маршрутов (рисунок 1.35). Следует отметить, что автобусные перевозки в Нью Йорке изначально были организованы как дополнение к работе метро.



Рисунок 1.33 – Автобусы Нью Йорка для массовых перевозок граждан в начале XX века



Рисунок 1.34 – Автобусы Нью Йорка для локальных маршрутов



Рисунок 1.35 – Автобусы Нью Йорка для экспрессных маршрутов

Локальные автобусы ходят по маршруту и останавливаются на каждой остановке по требованию пассажиров. Экспрессы тоже ходят по этому же маршруту и тоже останавливаются на каждой остановке, только по требованию, а маршрут у них проложен так, что сначала он собирает пассажиров в определенном районе, потом совершает длинный безостановочный перегон, потом развозит их по другому району. Важно отметить ценовой параметр: экспрессы были дороже локальных автобусов (\$5.50 против \$2.25), но для поездок из района в район они намного удобнее.

Высокий спрос на внутригородские автобусные перевозки в США требовал новых инженерных решений. В результате нетрадиционной моделью инженерной мысли США стало создание трехосного двухэтажного автобуса с тягачом. Он был сконструирован для американской транспортной фирмы «*Santa Fe Trailways*». Собственно, седельным тягачом являлся только двигательный отсек с гидравлическим управлением, так как водитель и 117 пассажиров занимали свои места в полуприцепе. Интересно, что база «тягача» составляла всего около 2 м, но вся машина, несомненно, являлась самым настоящим автопоездом. Полуприцеп имел пять дверей, высота каждой из которых составляла всего 4 фута (около 1,2 м).

История развития городского автобуса Парижа связана с дополнением и высокой конкуренцией с трамваем и метро. Она начинается с 1889 г., когда на улицы Парижа вышел паровой автобус «Де Дион», который имел массу 6 т, развивал мощность 35 л. с. и перевозил 20 пассажиров со скоростью 17 км/ч. При этом машины кое-как справлялись с сухими мостовыми, а на мокрых и заснеженных скользили на своих железных или тонких сплошных резиновых ободьях. Автомобильные омнибусы возродились в 1904–1905 гг. Именно в это время их называли автобусами. Шины представляли собой набор из отдельных литых резиновых блоков, закрепленных на ободе колеса. По замыслу конструкторов блоки должны были предотвращать боковое скольжение автобуса по брусчатке улицы. Часть кузовов переставили на раму шасси автобусов с конных омнибусов. В целях экономии площади автобусы делали двухъярусными. Поэтому, чтобы уменьшить качку экипажа и обеспечить его устойчивость, применяли жесткие рессоры. В сочетании с блоками они вызывали сильную вибрацию. Первый автобус, пришедший на смену запряженному лошаадьми омнибусу, появился на улицах Парижа 11 июня 1906 года. Его маршрут пролегал между Монмартром, расположенным на севере французской столицы, и аббатством Сен-Жермен-де-Пре, находящимся на левом берегу Сены. Количество автобусов в Париже достигло к 1908 году 150 ед. Особенностью исторического развития автобусного транспорта в Париже является его монополизация в 30-х годах XX века, когда был убран трамвай. В современном Париже, площадь которого примерно соответствует

Москве в пределах третьего транспортного кольца, ныне насчитывается чуть более четырех тысяч автобусов, обслуживающих 59 городских маршрутов. Чтобы сократить время ожидания, городские власти проложили в столице 196 километров специальных автобусных полос, запрещенных для других видов транспорта, кроме такси.

Наиболее характерной историей является развитие городского автобусного сообщения Лондона. Хаотичное развитие некогда самого крупного европейского города не оставило места на улицах для транспорта. В результате, англичане просто вынуждены были «прирастать» вторым этажом омнибусов и автобусов. Первый в мире городской автобус с двигателем внутреннего сгорания вышел на маршрут 12 апреля 1903 года в Лондоне. Полагая, что для обозначения всех моделей автобусов, которым предстоит работать в Лондоне, хватит букв латинского алфавита, их начали обозначать с модели «А». В 1910 г. на вооружение городской транспортной компании London General Omnibus Company поступил первый серийный самоходный омнибус «К», регулярная эксплуатация которого началась годом позже, в 1911 г.

Два года спустя на улицах Лондона было уже 2500 машин этого типа. На шасси грузового автомобиля АЕС установили деревянный кузов с деревянными лавками вдоль окон (рисунок 1.36). Задняя площадка, второй этаж, который в России назывался «империал», и кабина водителя, разместившаяся справа от двигателя, были открыты всем ветрам. Конструкция была настолько сжата, что на крыле нашлось место только для одной, левой фары. Так и осталось неизвестной страницей истории решение, которое легло в основу конструкции всех лондонских автобусов. Но надо отметить, что компоновка действительно оказалась удачной, а сами англичане заранее позаботились о сохранении традиции, но менять планировку салона не стали, и вот уже около 100 лет двухэтажные автобусы в Великобритании выпускаются именно по такой схеме. Размещение двигателя в задней части салона с обслуживаем снаружи легло в основу многих конструкций автобусов на долгие годы.

Все модели лондонских автобусов обозначались только буквами, но хронология их применения нарушилась почти сразу. Так, в 1926 г. началось серийное производство автобуса типа NS. Он занял почетное место сначала в истории города, а потом в музее. Это был первый двухэтажный автобус с закрытым цельнометаллическим кузовом, закрытым вторым этажом и



Рисунок 1.36 – Модельный ряд первых лондонских автобусов

«нормальным» расположением сидений. В отличие от современных моделей второй этаж был короче первого и над кабиной водителя нависал козырек. С появлением этих машин у лондонцев отпала необходимость пользоваться зонтами в автобусе, по крайней мере, на втором этаже. После войны в обозначении моделей прочно обосновалась буква R, которой отмечали тип автобуса «Routmaster», оказавшегося настоящим «долгожителем».

Организацию начала регулярного автобусного движения в Москве можно считать с 1924 г., когда в виде опытных поездок с 24 мая 1924 г. было организовано движение нескольких импортных автобусов («Фиат», «Бюссинг») и самодельных автобусов, переделанных из грузовиков. 8 августа 1924 г. была открыта первая внутригородская автобусная линия в Москве. Для этой линии в Англии были закуплены 8 автобусов «Лейланд» (каждый на 28 мест). В 1925 г. в Москву поступили еще 16 «Лейландов», что позволило открыть два новых маршрута. Для новых автобусных линий в течение 1925 г. приобретались английские автобусы «Лейланд» и немецкие МАН. В конце 1927 г. в Москве работали 144 автобуса «Лейланд» и 21 МАН на 18 автобусных линиях общей протяженностью в 158 км. Оказавшиеся непригодными для московских условий автобусы МАН первой поставки и «Рено» были переданы в города Московской губернии. В связи с изменением курса технической политики Моссовет в 1929 г. отказался от импорта английских автобусов, которые, как потом выяснилось, были самыми надежными и долговечными машинами (они отработали почти 14 лет), и сделал заказ Ярославскому автозаводу на изготовление 100 новых автобусов типа Я-6 на 36 мест. Эти автобусы стали поступать в Москву в октябре 1930 г. и оказались на редкость плохими по своему исполнению и эксплуатационным качествам (слабые тормоза; шасси и рама делались в Ярославле, а мотор, коробка скоростей и рулевое управление были импортными – фирм «Геркулес» и «Мерседес»). Из-за плохого состояния отечественных автобусов в мае 1931 г. Моссовет вынужден был приобрести несколько образцов многоместных итальянских автобусов марки «Ланчия». Из-за большой загруженности основных маршрутов в Москве впервые в городском сообщении в мировой практике в ноябре-декабре 1931 г. на ряде перегруженных линий было введено движение автобусов-экспрессов, кото-



Рисунок 1.37 – Автобус ЗИС-8

рые делали остановки только в наиболее важных транспортных узлах. В январе 1933 г. автобусы экспрессного сообщения стали курсировать по Садовому кольцу, снимая значительную нагрузку с трамвая «Б». В конце 1933 г. завод им. Сталина выпустил первые пять городских автобусов ЗИС-8 на 19 мест для сидения (рисунок 1.37).

С учетом того, что автобусы из США в европейские государства практически не поставлялись, то в середине 30-х годов XX в. активно стало развиваться автобусостроение в Германии, Италии, СССР. В 1935 г. в Германии был выпущен автобус «Mercedes-Benz», с хорошим дизайном, который имел 22 комфортабельных места для сидения пассажиров и базировался на шасси LO 3100 с 95-сильным дизельным двигателем. Автобус был разработан с учетом новейших исследований тех лет в области аэродинамики, и даже передние колесные ниши были уже закрыты особыми кожухами. Активный наклон всего передка, форма кузова, дефлекторы на стеклах, закрытые колесные ниши – все это способствовало улучшению аэродинамики и повышению максимальной скорости (115 км/ч). Изготовлен он был, как и многие модели того времени, очень просто: на деревянный каркас пришивались металлические листы, и весь кузов устанавливался на металлическую раму (рисунок 1.38).



Рисунок 1.38 – Автобус «Mercedes-Benz»

В конце 1940-х годов был разработан итальянский городской автобус «Golden Dolphin» фирмы «Viberti». В качестве силовой установки на нем использовалась газовая турбина мощностью 400 л. с. Она позволяла автобусу развивать скорость до 200 км/ч. Особого внимания заслуживает дизайн, который предусматривал кроме блоков передних фар и стабилизатора отсутствие выступающих частей на кузове. Цельное боковое стекло почти 6-метровой длины заказывалось на специальной фабрике. Длина этой модели автобуса 11500 мм. Итальянская фирма «Viberti» была довольно прогрессивной. Она одна из первых стала применять в изготовлении автобусов пластические материалы.

В начале 60-х годов XX в. начато активное производство новых моделей городских автобусов, в основу которых был положен принцип комфортного нахождения пассажиров во время перевозки на короткие расстояния и возможность использования в условиях узких улиц и быстро растущего автомобильного парка страны. Требовались модели городских автобусов с небольшой длиной кузова и повышенной вместимостью. Одной из таких моделей стал автобус массового производства ЛиАЗ-158В (рисунок 1.39). В этот же



Рисунок 1.39 – Автобус ЛиАЗ-158В

период отмечен бурный рост городов и возникновение мегаполисов, в которых проблема общественного городского транспорта стала остро ощущаться.

Для быстро растущих городов возникла потребность в автобусах нового поколения повышенной пассажировместимости. В европейских государствах был налажен выпуск автобусов повышенной вместимости специально для городских перевозок. Наиболее популярным стал автобус «*Chausson*» в Европе и, как и автобус «*Twin Coach*» в Северной Америке. Его производство началось в 1949 г. В Европе это был первый серийный автобус несущей конструкции. Наиболее популярной в эти годы по производству автобусов стала немецкая компания «*Büssing AG*», которая первой в Европе стала выпускать сочлененные автобусы повышенной вместимости (рисунок 1.40). Эти городские автобусы стали производиться по кооперации нескольких государств. Наиболее удачной оказалась идея выпуска автобусов немецкой компании MAN в Венгрии под маркой «*Ikarus*» сверхвысокой вместимости (рисунок 1.41).



Рисунок 1.40 – Автобус компании «*Büssing AG*»



Рисунок 1.41 – Автобус сверхвысокой вместимости «*Ikarus-293*»

В связи с катастрофической нехваткой автобусов для городов СССР производство автобусов городского типа было налажено в г. Львове, Павловске и в Венгрии. Львовские автобусы городского типа среднего класса имели большую популярность у эксплуатационников практически всех городов СССР. Не лишённый ряда недостатков (теснота салона и дверей, нередкий перегрев двигателя автобусов второго и третьего поколений), автобус характеризовался простотой конструкции и неприхотливостью при эксплуатации на всех категориях автомобильных дорог. На постсоветском пространстве до сих пор используются автобусы ЛАЗ-695



Рисунок 1.42 – Автобус ЛАЗ-695

рисунок 1.42). Даже не учитывая продолжающуюся заказную сборку мелкосерийными партиями, массовое производство автобусов шло в

течение 46 лет. Было выпущено около 120 тыс. автобусов ЛАЗ-695.

Однако автобусов все равно не хватало для покрытия потребностей, особенно небольших городов. Для них был выпущен в 1966 г не менее популярный у населения и эксплуатационников автобус ПАЗ Павловского автобусного завода (рисунок 1.43). Он был рассчитан для обслуживания городских маршрутов в небольших городах (с населением до 40 тыс. чел.). Главным его недостатком был дискомфорт для пассажира в зимний период. Надо помнить, что в большинстве городов СССР зима длится 6 месяцев, а данная модель автобусов не предусматривала серьезный обогрев салона. С массовым выпуском автобусов ПАЗ проблема обеспечения городов СССР подвижным составом всё же не была решена. Советское правительство приняло решение о закупке автобусов марки «Икарус» в Венгрии, который был сконструирован на базе автобуса немецкой модели МАН. Эти автобусы производились двух модификаций: «Икарус-556» (рисунок 1.44, а) и сочленённый «Икарус-180» (рисунок 1.44, б). Эти автобусы эксплуатировались на наиболее загруженных маршрутах продолжительное время. Для советских людей 180-я модель – это было почти шоу, ибо автобус с двумя салонами, соединенными между собой гофрированным переходом, был очень экзотичен на улицах наших городов. Вместительные автобусы сыграли свою большую и положительную роль в сфере транспортного обеспечения наших городов.



Рисунок 1.43 – Автобус ПАЗ-672М



Рисунок 1.44 – Автобусы венгерского производства:  
а – обычный «Икарус-556»; б – сочлененный «Икарус-180»

В постсоветский период многие государства начали выпуск отечественных автобусов для городских перевозок. После развала Советского Союза прекра-

тились поставки автобусов из Венгрии и встала проблема обновления транспортных средств для городских перевозок пассажиров. Купив лицензию на немецкой фирме «Неоплан» в 1992 г. был начат выпуск автобусов белорусского производства марки «*Neoplan N4014*» (рисунок 1.45).



Рисунок 1.45 – Автобус марки «*Neoplan N4014*»



Рисунок 1.46 – Автобус городского марки MAZ-105

рость движения MAZ-105 составляет 75 км/ч. Автобус данной конструкции предназначен для перевозки пассажиров на городских маршрутах с большой загруженностью.

**Троллейбусы.** Появление такого транспортного средства, как автобус спровоцировало борьбу с шумными и дорогостоящими (прокладка транспортных линий) трамваями. В качестве альтернативы этому железнодорожному городскому транспорту был предложен троллейбус – омнибус на электрической тяге. Первый троллейбус был создан в Германии инженером Вернером фон Сименсом. Электросъём в данной машине осуществлялся восьмиколёсной тележкой (*Kontaktwagen*), катившейся по двум параллельным контактным проводам. Провода располагались достаточно близко друг

После сборки «пилотной» партии автобусов MAZ-101, в 1996 г. завод приступил к производству новой модели низкопольного автобуса – MAZ-103. Однако на нём применяется другая конструкция заднего моста, а конструкция моторного отсека позволяет применять любой двигатель. MAZ-103 может выпускаться с двигателями ММЗ, Рено, MAN, Mercedes и механической или автоматической коробкой передач. С развитием производственных мощностей в стране стал производиться значительный модельный ряд городских автобусов, который полностью закрыл потребности в них. Активное развитие белорусских городов потребовало производства сочленённых автобусов, которые и были произведены в 1997 г. К ним относится автобус MAZ-105, городской, сочленённый, низкопольный, особо большой вместимости (170 пас., рисунок 1.46) – Максимальная ско-

от друга и при сильном ветре нередко перехлёстывались, что приводило к коротким замыканиям. Экспериментальная троллейбусная линия протяжённостью 540 м, открытая компанией «*Siemens & Halske*» в предместье Берлина Галензее (*Halensee*), действовала с 1882 г. В том же году в США бельгиец Шарль Ван Депуле запатентовал «троллейбусный ролик» – токоприёмник в виде штанги с роликом на конце. Более надёжный штанговый токоприёмник изобрёл и в 1888 г. внедрил в трамвайной сети Френк Спрейг. Но на троллейбус штанговые токоприёмники Спрейга установил лишь в 1909 г. Макс Шиманн (*Max Schiemann*), и его система с многочисленными усовершенствованиями дожила до наших дней. В начале XX в. троллейбусы существовали только в качестве вспомогательного варианта для трамвайных путей, без перспективы использования в оживлённых городских центрах, работая для «растущего, но разобщённого населения».

Активное развитие троллейбус как важный элемент городского общественного транспорта стал в Европе и Америке, особенно в странах с ограниченными ресурсами топлива, суровыми зимними условиями. Первые троллейбусы имели очень неказистый вид (рисунок 1.47). Развитие троллейбусных систем в мировой практике шло как вспомогательное или альтернативное по отношению к трамваю. Вначале троллейбусные линии активно строились, особенно в городах с большим пассажиропотоком или при размещении в гористой местности. Троллейбус показал себя на начальном этапе развития городского общественного транспорта высокоэффективным видом транспорта.

К концу 1920 г. технологии в сфере электротехники были значительно усовершенствованы, что дало возможность разработать новые модели троллейбусов и достичь таких, типично троллейбусных, характеристик, как быстрый и плавный ход, хорошее и бесшумное ускорение. Большинство из этих качеств были достигнуты за счет конструкции троллейбуса, который, в противовес трамваю, представлял собой дорожное транспортное средство с пневматическими шинами. В мировой практике успешной была конструкция троллейбуса компании «Гай Моторс» из Великобритании, которая впервые была внедрена в г. Вулвергемптон, а затем широко использовалась в Лондоне. К тому же трамваи в то время стали восприниматься как устаревший вид транспорта, подлежащий полностью замене. В результате в Лондоне, в нескольких городах Франции и в больших масштабах в США началась реорганизация трамвайных



Рисунок 1.47 – Один из первых троллейбусов

линий и перевод их в автобусные и, в большинстве случаев, в троллейбусные. С целью снижения стоимости эксплуатации предприятия горэлектротранспорта вместо укладки новых трамвайных путей переводили трамвайные линии в троллейбусные. К тому же, такие характеристики троллейбусного транспорта, как *бесшумность и комфорт*, становились все более популярны у пассажиров, что также способствовало популярности троллейбусов. В итоге, в 30-е годы XX в троллейбусный транспорт стал популярен в международном масштабе, и особенно в США, Великобритании, Германии, Северной Ирландии. В США первая широкомасштабная попытка внедрения троллейбусной системы большой протяженности была предпринята в 1928 году в городе Солт-Лейк Сити. Дополнительным положительным фактором являлась возможность использовать для движения троллейбуса обычные городские дороги без дополнительных затрат на их усовершенствование. Аналогичная по протяженности троллейбусная сеть была построена в 1930 году в Чикаго. Одной из наиболее заметных троллейбусных систем, построенных в то время в США, была троллейбусная сеть в г. Сиэтл (рисунок 1.48) протяженностью 100 миль (1 миля – 1,6 км), а троллейбусный парк включал 300 машин. К 1940 г. в 60 городах Соединенных Штатов использовалось троллейбусное обслуживание пассажиров.



Рисунок 1.48 – Троллейбус в г. Сиэтл

Первая троллейбусная линия в СССР была построена в 1933 г. в Москве. Для неё сначала хотели приобрести немецкие троллейбусы, но, учитывая, что валюты в СССР катастрофически не хватало, решили произвести троллейбусы своими силами. Отечественные инженеры-транспортники, съездив в Германию и сняв необходимые чертежи, доработали идею. К 1 ноября 1933 г. два первых советских троллейбуса получили индекс «ЛК» (рисунок 1.49). Первый советский троллейбус имел деревянный каркас с металлической обшивкой, кузов длиной 9 м, шириной 2,3 м и массой 8,5 т. Он мог развивать максимальную скорость до 50 км/ч. В салоне имелось 37 мест для сидения (кресла были мягкие), зеркала, никелированные поручни, сетки для багажа; под сиденьями уста-



Рисунок 1.49 – Первый советский троллейбус ЛК

новили электропечки. Двери открывались вручную: передние – водителем, задние – кондуктором. В 1933 году был также создан первый трехосный троллейбус ЛК (рисунок 1.50).

Массовое производство троллейбусов было налажено на киевском заводе электротранспорта. Водительской кабины в первых троллейбусах не было, так что, когда в салон набивалось полсотни человек, водителю приходилось несладко. Кроме того, он вынужден был то и дело выскакивать на улицу, чтобы снять штанги: первая линия не имела разъездов, поэтому, встречаясь, машины должны были останавливаться и пропускать друг друга. Кроме того, высота троллейбуса была ограничена высотой существующей контактной сети, рассчитанной на обычные троллейбусы, и низкие потолки создавали неудобства пассажирам.

В конце 1930-х годов Москва стала быстро расти и превращаться в мегаполис, что потребовало новой стратегии развития городского общественного пассажирского транспорта. В итоге на базе английской модели был создан двухэтажный троллейбус советской модели ЯТБ-3 (рисунок 1.51). Но что хорошо в Европе, то не совсем уместно в России. Первая же зима показала их недостатки: снег и наледь затрудняли управление тяжёлой машиной и вызывали её опасное раскачивание. Поэтому в конце 1939 г. выпуск ЯТБ-3 был прекращён, и дальнейших попыток создания двухэтажных троллейбусов в СССР не предпринималось.

Для условий СССР более продуктивным для повышения пассажироплощадности оказалось использование прицепов, сочленённых троллейбусов и троллейбусных поездов, появившихся к концу 1950-х – началу 1960-х годов. Но от троллейбусов с прицепом вскоре отказались, а сочленённые троллейбусы не выпускались в достаточном количестве, поэтому более широкое распро-



Рисунок 1.50 – Первый советский трёхосный троллейбус ЛК



Рисунок 1.51 – Двухэтажный советский троллейбус ЯТБ-3



Рисунок 1.52 – Первый советский троллейбусный поезд

странение получили троллейбусные поезда (рисунок 1.52).

В мировой практике настоящий бум в строительстве и эксплуатации троллейбусных систем наблюдался только до первой половины XX в., с 1950 г. ситуация в развитии троллейбусных систем начинает меняться драматически. Появились новые производители троллейбусов в Швейцарии, Швеции, Чехии, Великобритании. Используя опыт своих конкурентов в Германии и Швейцарии, при разработке троллейбусов стали использовать конструкции наиболее популярных автобусов.

Послевоенный период был довольно сложным для троллейбусных операторов. Из-за несвоевременного технического обслуживания инфраструктура и транспортные средства быстро изнашивались. Затраты на их приобретение и эксплуатацию стали возрастать, особенно в сравнении с автобусами регулярного сообщения. Поэтому стимул для проведения модернизации троллейбусов, технология производства которых в течение десятков лет не менялась, отсутствовал. К тому же считалось, что для самой троллейбусной сети характерна сравнительно низкая гибкость, и внешний вид контактной сети не отличается эстетикой. В этот же период проблема загрязнения воздуха выхлопными газами в городах стала предметом всеобщего беспокойства и темой для обсуждения. К тому же привлекательность троллейбуса усилилась и из-за нефтяного кризиса семидесятых. Однако предпочтение отдавалось всё же метро, и в итоге в Великобритании все троллейбусные системы были закрыты. Аналогичное сокращение троллейбусных систем произошло в Северной Америке. Последний троллейбус в Нью-Йорке (Бруклин) прошел по маршруту в 1960 году, а в Сиэтле длина маршрутной сети была сокращена с 100 миль до 26. В 1973 году была закрыта крупнейшая троллейбусная сеть в Чикаго. В канадских городах Торонто в 1961 г. и Калгари в 1975 г. троллейбус исчез с городских улиц.

Несмотря на дешевизну дизельного топлива и дизельных автобусов, широко рекламируемых и активно продвигаемых производителями, в странах Западной Европы, особенно в Швейцарии и Германии, троллейбусы были модернизированы (рисунок 1.53) и занимали ведущие позиции среди городского пассажирского транспорта.



Рисунок 1.53 – Троллейбусы современного дизайна

Многие развивающиеся страны, имеющие возможность производить электроэнергию в достаточном количестве без больших затрат, и напротив, для которых импорт нефтепродуктов связан с большими расходами, выбрали троллейбус в качестве основного вида городского транспорта. В Швейцарии почти все троллейбусные системы остались в эксплуатации. Благодаря дешевой электроэнергии, производимой собственной электроэнергетической промышленностью, сегодня 15 городов Швейцарии пользуются преимуществами троллейбусного транспорта.

В Республике Беларусь первая троллейбусная линия начала работать в 1952 году в Минске. В первый день курсировали пять машин МТБ-82. Их серийно производил завод имени Урицкого в городе Энгельсе Саратовской области (рисунок 1.54). Тогда на городских маршрутах работало 26 машин. Соответственно росло и количество МТБ-82Д на минских улицах. В 1955 году их было 26, а пять лет спустя уже 94. В дальнейшем их число не увеличивалось – город перешел на закупки более современных машин. В 1957 году троллейбусы серии МТБ обслуживали два маршрута. В 1961 г. в городе было уже шесть маршрутов. Появились новые модели троллейбусов ЗиУ-5 советского производства (рисунок 1.55), в которых поездка пассажиров стала более комфортабельной. С 70-х годов XX в. на улицах белорусских городов появились троллейбусы нового поколения. Их отличало от старых моделей наличие третьей двери, расположенной посередине салона (рисунок 1.56) и более просторный салон. Для обеспечения эффективной технической эксплуатации троллейбусов в Минске 1 июля 1973 года был организован Минский ремонтный трамвайно-троллейбусный завод. На его базе было открыто производство низкопольных троллейбусов различных марок.



Рисунок 1.54 – Первый троллейбус МТБ-82 в Минске (1952 г.)



Рисунок 1.55 – Новые троллейбусы ЗиУ-5 в Минске (1961 г.)



Рисунок 1.56 – Троллейбусы нового поколения в Минске

За основу была принята швейцарская модель троллейбуса третьего поколения (рисунок 1.57, а). Развитие троллейбусной системы в Республике Беларусь продолжается: открываются новые маршруты, а на улицах городов страны можно встретить уже троллейбусы четвертого поколения (рисунок 1.57, б).



Рисунок 1.57 – Белорусские троллейбусы:  
а – третьего; б – четвертого поколения

В настоящее время троллейбусы эксплуатируются в семи городах Республики Беларусь: Минске, Бресте, Могилеве, Витебске, Гомеле, Гродно, Бобруйске. Троллейбусный парк республики превышает 2000 троллейбусов.

**Трамвай.** В начале XIX века в связи с бурным ростом городов потребность в общественном городском транспорте стала быстро возрастать, что



Рисунок 1.58 – Конная железная дорога

наряду с извозным транспортом вызвало строительство рельсовой конки (рисунок 1.58). Конка предполагала передвижение экипажа, рассчитанного на 15–20 пассажиров с помощью лошадиной упряжи по рельсам. Первые в мире городские конки появились в США: в Балтиморе в 1828 г., в Нью-Йорке в 1832 г. и в Новом Орлеане в 1835 г. Изобретение Альфонса Луба оказалось незаменимым на городских улицах и фактически используется

до сих пор. Первый трамвай в мире появился в 1853 г. в Нью-Йорке и имел паровую тягу. Первый электрический трамвайный вагон массой, превышающей 5 т и имеющий гальванические батареи, был построен в 1842 г. в Англии. Испытания проводились на железной дороге близ Глазго, и только в 1860 г. трамвай был использован для перевозки пассажиров в городах Беркенхеде и Лондоне. В других городах Европы первые трамваи появи-

лись на улицах Парижа в 1853 г. и Копенгагена в 1863 г. Семидесятые годы XIX века ознаменовались настоящим трамвайным бумом.

Первая трамвайная линия в России была испытана в Киеве 22 августа 1880 г. Изобретателями трамвая считают знаменитых русских инженеров Ф. А. Пироцкого и П. Н. Яблочкова. В 1881 г. фирма «Siemens» начала изготавливать трамвайные вагоны (рисунок 1.59). В результате первая в мире коммерческая трамвайная линия была открыта в 1881 г. в одном из пригородов Берлина протяженностью 2,4 км. Конструкция современного трамвая, основные элементы которой практически не изменялись более 100 лет, сформировалась в 1900 г. С помощью немецких инженеров фирмы «Siemens» в 1901 г. был налажен серийный выпуск трамвайных вагонов, внешний вид которых практически сохранился до середины XX в. Из них стали создавать трамвайные поезда, которые могли больше перевозить пассажиров при использовании одного водителя трамвая.



Рисунок 1.59 – Первый трамвай в Киеве

Необходимо отметить, что кузов трамвайного вагона был первоначально полностью деревянным. К тому же все сиденья выпускались из дерева, что не создавало комфортности поездки в таком вагоне. Первые трамвайные вагоны имели жесткое безрессорное подвешивание, что отражалось при их движении на сотрясении пассажиров при проезде вагоном стыков пути. Выпуск второй партии трамвайных вагонов, который был произведен уже после 1901 г. предусматривал вагоны повышенной вместимости: вместо 20–25 пассажиров – 45–50 (рисунок 1.60, а). Трамвай все больше приобретал статус социального транспорта. Главным его назначением стал подвоз рабочих к крупнейшим предприятиям, вывоз населения с вокзалов в районы крупных городов. С 1908 года стали выпускать двухвагонные трамвайные поезда (рисунок 1.60, б), которые имели высокую вместимость пассажиров (150–160 пассажиров).



Рисунок 1.60 – Первые трамвайные вагоны:  
а – одновагонные; б – трамвайные поезда

После Первой мировой войны во многих странах, в том числе и в СССР, на трамвай стали смотреть как на отсталый транспорт, но недоступность автомобилей для большинства граждан делала трамвай более конкурентным при сравнительно небольшом уличном их потоке. В СССР трамвайные линии строились в промышленных центрах в условиях бездорожья. Трамвайные линии, проложенные в советских городах в начале XX в., практически сохранились и в XXI в. В 1950-х годах, несмотря на бурное развитие метро в крупных городах, трамваю все же не было альтернативы для массовых перевозок пассажиров в них. В это время в СССР ощущалась нехватка трамвайных вагонов, и для обеспечения ими, наряду с имеющимися заводами, было организовано их производство на Рижском вагоностроительном заводе. Был начат выпуск двух марок трамваев: одно- и двухвагонных (рисунок 1.61).



Рисунок 1.61 – Трамвайные вагоны Рижского вагоностроительного завода

Но трамвайных вагонов по-прежнему не хватало, и СССР стал закупать их в Чехословакии, тоже двух типов: одно-, двухвагонные и трамвайные поезда для Москвы, Таллина и Львова (рисунок 1.62). Эти же вагоны использовались в странах СЭВ.



Рисунок 1.62 – Трамвайные вагоны Чехословацкого производства

Наряду с негативным отношением к трамваю его развитие с середины XX в. шло более активно в странах Европы, особенно в Швейцарии, Герма-

нии и Голландии. Там сразу стали использовать многовагонные трамваи повышенной пассажироместимости (рисунок 1.63), которые нашли применение в большинстве городов, особенно имеющих историческую застройку. Это позволило осуществлять массовые перевозки пассажиров, не загрязняя экологически исторические центры городов, и обеспечивать транспортное обслуживание туристических услуг по более дешевому варианту в тех местах, где использование автобусов было исключено.



Рисунок 1.63 – Трамвайные вагоны 50–60-х годов (Швейцария, Германия)

В 70-е годы XX в. в мире пришло понимание того, что массовая автомобилизация приносит новые проблемы – пробки, шум, смог. С учетом высокой стоимости решения этих проблем транспортная политика мегаполисов стала пересматриваться в пользу развития общественного транспорта и его разновидности – трамвая. Во многих городах началось восстановление трамвая (как в Париже – его полностью убрали в 50-60-е годы XX в., а в XXI в. восстановили). Существенно улучшен дизайн трамвая, его технические характеристики (рисунок 1.64).



Рисунок 1.64 – Современный дизайн трамвая (Афины, Токио)

Современный дизайн трамвая позволил изменить отношение к нему как населения, так и архитекторов. В результате в XXI в. произошло активное раз-

вите трамвая в городах Европы и Азии. Это позволило сделать трамвай наиболее доступным видом транспорта в городах по стоимости и приблизить его к пассажирам по нормам транспортной доступности по сравнению с метро.

#### 1.1.4 Железнодорожный транспорт

Транспортные средства на железнодорожном транспорте стали разрабатываться гораздо позже создания его самого – через 150–200 лет. Так в 1804 г.

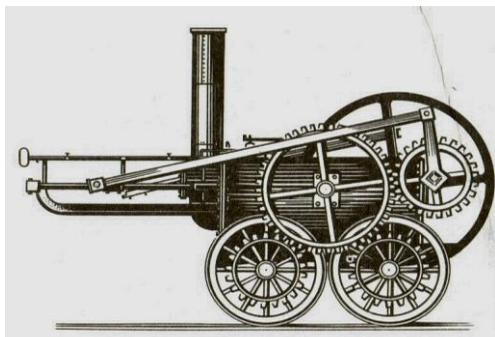


Рисунок 1.65 – Первый в мире паровоз

инженером Тревитиком для колеиной дороги Мертир – Тидвил был построен первый в мире паровоз (рисунок 1.65), который был в состоянии двигать груз массой 10 т со скоростью 8 км/ч.

С этого момента локомотивостроение стало активно развиваться. Образец паровоза, принятый для массового производства, был создан Дж. Стефенсоном (1814 г). Непре-

клонно веря в будущее железных дорог, Стефенсон добился сооружения первого в мире паровозостроительного завода. На этом заводе были построены три паровоза для первой в мире железной дороги общественного пользования между двумя английскими городами Стоктоном и Дарлингтоном.

Первые короткие железные дороги на паровой тяге для промышленных нужд появились в США в конце 1820-х годов. В 1826 г. американский инженер Стивенс сконструировал и провел первые испытания своего парового локомотива «*Steam Wagon*» (который называли «*a steam-powered horse carriage*» – паровая конка). Первая дорога для общественного пользования с пассажирским движением открылась в 1830 г. в штате Мэриленд («*Baltimore and Ohio Railroad*»). Для пассажирских перевозок в том же году были спроектированы паровозы «*Tom Thumb*», построенный американцем Питером Купером (*Peter Cooper*), и «*The Best Friend Of Charleston*», построенный «*South Carolina Canal and Rail Road Company*» в *West Point Foundry* в Нью-Йорке. Паровоз зарекомендовал себя как надежный вид транспорта. Поэтому железные дороги стали напрямую конкурировать с судоходством. С 1865 г. начинается «золотой век» железных дорог в США. За 50 лет с (1865–1916 гг.) развитие же-

лезных дорог приняло грандиозный масштаб: железнодорожная сеть увеличилась с 35 000 до 254 000 миль. К 1916 году практически 100 % внутригосударственных перевозок (пассажирских и грузовых) осуществлялись по железной дороге.

В России, в отличие от США, транспортные средства разрабатывались первоначально для увеселительных прогулок знати, и первая конструкция поезда больше напоминала кареты на железнодорожном ходу (рисунок 1.66).



Рисунок 1.66 – Модель поезда Царскосельской железной дороги

Многочисленные изобретатели работали над совершенствованием локомотивов. В 1829 г. был объявлен международный конкурс на создание лучшего паровоза. Стефенсон представил на конкурс свой новый паровоз – знаменитую «Ракету». «Ракета» имела машину мощностью в 13 л. с. Производились испытания всех типов локомотивов, но конкурс закончился победой «Ракеты», которая свободно тянула поезд массой в 17 т со скоростью до 21 км/ч. Скорость паровоза с одним пассажирским вагоном и 36 пассажирами составила 38 км/ч.



Рисунок 1.67 – Скоростной паровоз конца XIX в.

К концу XIX в. были найдены конструктивные решения по созданию высокоскоростного паровоза, который смог преодолеть скоростной рубеж в 180 км/ч (рисунок 1.67). Пассажирские поезда с такой скоростью на маршрутах Гамбург – Берлин (Германия) и Лондон – Манчестер (Великобритания) движутся практически последние 110 лет.

Для грузового движения Россия сначала закупала иностранные паровозы (рисунок 1.68, а), но в середине XIX века стала производить собственные (рисунок 1.68, б).

а)



б)

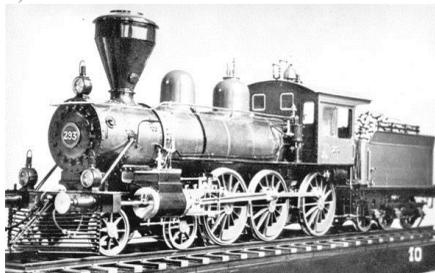


Рисунок 1.68 – Первые грузовые паровозы в России:  
а – иностранные; б – российские

Строительство второй железной дороги в России, Варшавско-Венской, потребовало либо закупки за границей, либо создания собственных транспортных средств. Они были закуплены у иностранных производителей. Первенцем железнодорожного машиностроения в России следует считать Александровский механический завод в Петербурге. Паровозный парк Российских железных дорог в 1913 г. насчитывал: 18695 паровозов, в том числе 3550 – пассажирских, из которых 17 % имели устройства для измерения скорости. К началу XX столетия Россия полностью освободилась от иностранной зависимости в области паровозостроения.

Паровозы второго поколения создавались в начале XX в. с учетом требования: повышение скоростей движения – для пассажирских перевозок и длины состава – для грузовых перевозок. В этот период конструктивные особенности паровозов в мировой практике не отличались в различных государствах. В основном производились паровозы двух типов: для грузового (рисунок 1.69, а) и пассажирского (рисунок 1.69, б) движения.

а)



б)



Рисунок 1.69 – Паровозы второго поколения:  
а – для грузового движения; б – для пассажирского движения

В советское время были созданы мощные паровозы третьего поколения для грузового (ФД, рисунок 1.70, а) и пассажирского (П-34, «Победа», рисунок 1.70, б) движения, которые эксплуатировались до конца 60-х годов XX в.

а)



б)



Рисунок 1.70 – Советские паровозы:

а – ФД – для грузового движения; б – П-34 – для пассажирского движения

Применение новых паровозов заметно отразилось на улучшении показателей работы железнодорожного транспорта. В мировой практике стали изготавливать паровозы, способные выполнять тяговое обслуживание поездов длиной 4–6 км (США, рисунок 1.71, а) и скорость пассажирских поездов до 180 км/ч (рисунок 1.71, б).

а)



б)



Рисунок 1.71 – Последние разработки паровозов в мире:

а – грузовых; б – пассажирских

Первые попытки использования электрической энергии для тяги поездов относятся к концу 70-х гг. XIX века. Большой вклад во внедрение электрической тяги внес *Эрнст Вернер фон Сименс* (1816–1892), немецкий электротехник, изобретатель и предприниматель, основатель и владелец крупных электротехнических концернов. Совершенствуя электромашин, Сименс в 1865 г. создал электрическую машину, названную вначале генератором, позже динамо-машиной, которая благодаря свойству самовозбуждения могла работать как мотор и служить для электрической тяги.

В 1879 г. в Германии был построен электрический локомотив – *электро-воз*, напоминавший современный электрокар. На электровозе был установлен электродвигатель постоянного тока мощностью 9,6 кВт. Электрический ток напряжением 150 В передавался к двигателю по контактному рельсу, обратным проводом служили рельсы, по которым двигался поезд. Днем рождения электрической тяги принято считать 31 мая 1879 г. – на промышленной выставке в Берлине Сименс продемонстрировал построенную им электрическую железную дорогу длиной 300 м. Электровоз, на котором восседал машинист, вез 3 вагончика с 18 пассажирами-посетителями выставки – со скоростью 7 км/ч. Дорога пользовалась огромным успехом. За время работы выставки «Поезд Сименса» перевез 86 тыс. пассажиров, показав пригодность и эффективность электрической тяги.

В 1880 г. в США была разработана конструкция американского электровоза, который был в 1882 г. испытан на железной дороге Нортен – Пасифик. В 1895 г. в США для электрифицированного тоннеля в Балтиморе и тоннельных подходов к Нью-Йорку был построен электровоз «Единство» мощностью 185 кВт (200 л.с.), двигавшийся со скоростью 90 км/ч. В начале XX в. на пригородных путях в США появились электропоезда, состоявшие из моторных и прицепных вагонов – настоящие электрички.

Поскольку передача электрической энергии на расстояние является довольно сложной и дорогостоящей, в разные годы многие изобретатели стремились использовать для тяги аккумуляторные источники питания. Энергия поступала от аккумуляторных батарей, размещенных в специальном вагоне. В 1887 г. впервые были применены подвагонные электрические батареи. Мотор-вагонный подвижной состав с аккумуляторами использовался в Германии с 1890-х до 1960-х годов.

После Первой мировой войны началась практическая реализация использования электрической тяги на магистральных линиях с интенсивным движением поездов. В этот период в Германии электрифицируют линию Гамбург – Альтон, Лейпциг – Галле – Магдебург, а также альпийские дороги в Австрии, северные дороги Италии. Приступают к электрификации Франция и Швейцария. В России проекты электрификации железных дорог появились до начала Первой мировой войны, но были реализованы лишь в 1926 г. с открытием движения поездов на электрифицированном участке между Баку и нефтепромыслом Сабунчи; впоследствии электрификация была продолжена до ст. Сураханы. В 1929 г. был электрифицирован пригородный участок Москва – Мытищи (17,7 км), в 1930 и 1931 гг. – ряд других пригородных участков Московского узла. В 1932 г. электрифицирована железнодорожная линия, проходящая через Сурамский перевал на Кавказе. В этом же году был построен первый советский электровоз «С» (Сурамский советский, рисунок 1.72, а) с нагрузкой на ось 22 т для работы на горных участках. В эти же сроки был также построен первый советский пассажирский электровоз «ПБ-21».

Параллельно началось проектирование электровоза с нагрузкой на ось 19 т (для равнинных участков), которому была присвоена серия «ВЛ19» (рисунок 1.72, б). Он был построен в 1932 г. В 1934 г. был начат его серийный выпуск.

а)



б)



*Рисунок 1.72 – Первые советские электровозы:  
а – серии «С»; б – серии «ВЛ19»*

В 1939 г. завод «Динамо» переключился на выпуск электровозов серии «ВЛ22<sup>М</sup>», работавших на постоянном токе. В 1956 г. Новочеркасским электровозостроительным заводом (НЭВЗ) был выпущен односекционный шестиосный электровоз второго поколения постоянного тока «ВЛ23» (рисунок 1.73, а), более мощный, чем «ВЛ22<sup>М</sup>». В 1959 г. завод освоил производство шестиосных грузо-пассажирских электровозов «ВЛ60» и грузовых «2ВЛ60», предназначенных для работы на линиях, электрифицированных по системе однофазного переменного тока напряжением 25 кВ. Продолжался выпуск двухсекционных восьмиосных электровозов постоянного тока «Н8», которые до 1961 г. являлись наиболее мощными грузовыми локомотивами в стране. С 1958 г. к их производству подключился новый электровозостроительный завод в г. Тбилиси, который стал выпускать двухсекционные электровозы «Н8», с 1963 г. получившие обозначение серии «ВЛ8» (рисунок 1.73, б).

а)



б)



*Рисунок 1.73 – Советские электровозы второго поколения:  
а – односекционный серии «ВЛ23»; б – двухсекционный серии «ВЛ8»*

В 1961 г. промышленностью был начат выпуск восьмиосных электровозов третьего поколения постоянного тока «ВЛ10» мощностью 4 500 кВт и переменного тока «ВЛ80» (рисунок 1.74, а). Широкое внедрение этих электровозов на железных дорогах значительно повысило объемы перевозок, осваиваемые на сети электрической тягой. Эти электровозы эффективно используются как в грузовом, так и в пассажирском движении. С 1976 г. на железные дороги стали поступать электровозы усиленной модификации – серии «ВЛ10<sup>У</sup>», а также электровозы «ВЛ11» (рисунок 1.74, б), которые могли работать по системе многих единиц: в двух-, трех- и четырехсекционном исполнении, что давало широкие возможности для повышения массы поездов на железных дорогах. Для работы на напряженных линиях в условиях пропуска длинносоставных и тяжеловесных поездов был выпущен трехсекционный электровоз постоянного тока «ВЛ15».



Рисунок 1.74 – Электровозы третьего поколения:  
а – переменного тока, «ВЛ80»; б – постоянного тока, «ВЛ11»

В конце XX в. в России стали разрабатываться современные электровозы четвертого поколения: для грузового движения «Ермак» и для пассажирского движения: «ЭП200» для скоростного движения пассажирских поездов на линии С.-Петербург – Москва и две модификации – «ЭП1» (постоянного тока) и «ЭП10» (переменного тока), а также двухсистемный электровоз «ЭП20» для линии Москва – Минск. В странах ЕС потребности в электровозах четвертого поколения в последние годы не было, и они практически не разрабатывались. Проведена модернизация конструкции швейцарских электровозов третьего поколения (в основном внешний дизайн), которые используются на железных дорогах ЕС. Проектирование и производство электровозов пятого поколения активно проводится в XXI в. китайскими железнодорожниками, которые соединили разработки европейцев (немецкая компания «Сименс», электрические схемы, французская *Alstom* – асинхронные тяговые электродвигатели), японцев (Тошиба – электроника управления). К ним отнесены китайские электровозы БКГ, эксплуатируемые на Белорусской железной дороге.

Наряду с электровозами шла разработка мотор-вагонных электро-транспортных средств для пассажирского движения. Она была произведена в четыре этапа: 1) мотор-вагонные поезда, сконструированные на базе трамвайных вагонов; 2) специализированные мотор-вагонные секции, сформированные из трёх вагонов; 3) мотор-вагонные секции, сформированные из двух вагонов; 4) модульные (безтамбурные) электропоезда.

Создание и использование электропоездов в мировой практике исторически началось в США. В 1895 г. был запатентован принцип синхронного управления несколькими мотор-вагонными секциями одним машинистом из одной кабины. В 1897 г. это изобретение было применено при разработке поездов для пассажирской железнодорожной линии в Чикаго (*Chicago and South Side Rapid Transit Railroad*). Вагоны длиной 14 метров с деревянными кузовами, которые ранее использовались на этой же линии с паровой тягой, были при модернизации переведены на электропитание от третьего рельса. На первом этапе был электрифицирован участок длиной 5,8 км шириной колеи 1435 мм, на котором в 1898 г. были запущены в эксплуатацию шестивагонные электропоезда. Уже к 1903 г. длина электрифицированной Чикагской транспортной системы увеличилась до 31,2 км, а в 1908 году – до 37,4 км.

В Российской империи электропоезда использовались для коммерческих поездок на горных узкоколейных линиях и подъездных путях города Лодзь. Моторные и прицепные электровагоны были построены в 1900 г. Русско-Балтийским вагоностроительным заводом. Напряжение в контактной сети составляло 550 В. Первым электропоездом на территории нынешней России стал двоярусный аккумуляторный вагон, построенный в 1910 г. Брянским машиностроительным заводом.

Первое использование мотор-вагонного подвижного состава на территории СССР произошло в 1926 г на линии Баку – Сабунчи (Азербайджан). Электропоезда того времени по внешнему виду напоминали трамвай повышенной составности (рисунок 1.75, а). С 1 октября 1929 г. началось регулярное движение мотор-вагонных поездов на пригородном участке Москва – Мытищи. Здесь использовались секции с моторными вагонами серии «ЭМ167» (рисунок 1.75, б).

а)



б)

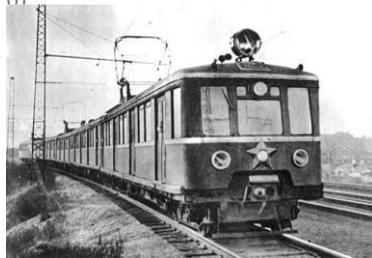


Рисунок 1.75 – Электропоезда первого поколения:  
а – на базе трамвайного вагона; б – электросекции «ЭМ167»

Первый опыт эксплуатации мотор-вагонной тяги показал ее огромные преимущества по сравнению с локомотивной, особенно в пригородном движении. Поэтому, начиная с 1933 г., ряд пригородных участков начали постепенно переводить с паровой на мотор-вагонную тягу. В 1933 г. было открыто движение мотор-вагонных поездов на Московско-Курской железной дороге. Электрификация Октябрьской дороги началась с пригородного участка Ленинград – Лигово, движение электропоездов на котором открылось 5 марта 1933 г. В 1933 г. были также электрифицированы участки Ленинград – Новый Петергоф Октябрьской, Москва – Люберцы Московско-Рязанской дороги. В последующие годы на этих линиях электрифицированы постоянным током участки Реутово – Балашиха, Новый Петергоф – Ораниенбаум, Лигово – Гатчина и Люберцы – Раменское. В 1936–1937 гг. электрифицирован участок Минеральные Воды – Кисловодск Орджоникидзевской, в 1938–1939 гг. – участок Москва-Каланчевская – Подольск Московско-Курской дороги. Все пригородные направления, обслуживаемые электросекциями и «С<sup>В</sup>» (рисунок 1.76), прежде всего в Московском и Ленинградском узлах, оборудовались



Рисунок 1.76 – Электросекция

высокими пассажирскими платформами.

Новый инженерный подход к созданию мотор-вагонного подвижного состава был сделан в 50-е годы XX в. Стали изготавливать электропоезда второго поколения из 6–8–10 вагонов с автоматическими дверями. Электросекции стали изготавливать из двух вагонов. Необходимо отметить, что электрификация проводилась под постоянный ток, который давал более низкую эффективность использования энергоресурсов на тягу поездов.

С 30-х годов XX в. проводились исследования по созданию системы тяги однофазного переменного тока. С открытия движения электровозной тяги на участке Чернореченская – Красноярск – Клюквенная протяженностью 270 км в 1959 г. началась серийная электрификация магистральных дорог по системе переменного тока 25 кВ 50 Гц. Электрификация Транссибирской магистрали на переменном токе дала возможность значительно повысить пропускные способности направления, выросли скорости движения и масса грузовых поездов. Учитывая, что в зону электрификации попали крупные промышленные центры, встала задача организации пригородного движения электропоездами на переменном токе. С начала 70-х годов электрификация железных дорог СССР проводится преимущественно на переменном токе, к 1991 г. протяженность дорог, электрифицированных на переменном токе, составила 27,4 тыс. км,

практически сравнявшись с протяженностью полигона постоянного тока. На переменном токе были электрифицированы пригородные узлы городов Горький, Киев, Минск, Ростов-на-Дону, Красноярск, Таллин, Вильнюс, Одесса, Краснодар, Ташкент, Барнаул, Хабаровск, Владивосток. Электропоезда второго поколения имели два варианта конструктивных особенностей: 1) с двумя тамбурами и ступеньками для использования на участках с низкими пассажирскими платформами (рисунок 1.77, а); 2) с тремя тамбурами при отсутствии ступеней для использования на высоких пассажирских платформах (рисунок 1.77, б).



Рисунок 1.77 – Электропоезда второго поколения:  
а – для низких платформ «Эр-2»; б – для высоких платформ «Эр-22»

Для обеспечения мотор-вагонным подвижным составом страны в Риге был создан завод по его производству. На данном предприятии выпускались электропоезда третьего поколения для постоянного и переменного тока. По инженерной конструкции они практически не отличались от конструкций иностранных электропоездов. С 1962 г. Рижским вагоностроительным заводом строятся десятивагонные электропоезда «ЭР-9» переменного тока. Они обеспечивали скорость движения до 130 км/ч, что полностью удовлетворяло как железнодорожников, так и пассажиров (рисунок 1.78).



Рисунок 1.78 – Электропоезд «Эр-9» переменного тока

В XXI в. было начато производство поездов четвертого поколения – модульного типа. В Республике Беларусь они строятся на базе конструкции швейцарского производства «Stadler» (рисунок 1.79) для городских, региональных и межрегиональных перевозок. Мировое развитие тяговых мотор-

вагонных транспортных средств пошло по пути создания скоростных поездов. Исторически сложилось так, что независимо друг от друга проводились их разработки во Франции, Японии и Германии одновременно.



Рисунок 1.79 – Электропоезда четвертого поколения «Stadler»

На японских железных дорогах была разработана высокоскоростная сеть железных дорог «Синкансэн» (новая магистраль), предназначенная для массовых перевозок пассажиров между крупными городами страны. Первая линия с 17 станциями протяжённостью 515 км, которую поезд преодолевал за два с половиной часа, была открыта между Осакой и Токио в октябре 1964 года, к летней Олимпиаде. Станции для таких поездов были специально приспособлены. Первые поезда «Синкансен» (рисунок 1.80, а) имели несколько необычный для того времени вид и были шумными при движении. Последние модели поездов «Синкансен» (рисунок 1.80, б) практически бесшумны, в результате чего пути для их движения часто проходят в непосредственной близости от зданий, не причиняя особого дискомфорта. Тем не менее, самая первая модель поезда была постоянной до 1982 г., и даже после появления новых моделей оставалась в эксплуатации до 2008 г. Все поезда «Синкансен» имеют одноэтажную конструкцию.



Рисунок 1.80 – Поезда «Синкансен»:  
а – первые модели; б – современные модели

Во Франции впервые идея создания высокоскоростного пассажирского сообщения *TGV* возникла в 1960-е годы. Первый поезд *TGV* был запущен в производство, и первый серийный экземпляр был передан железной дороге в постоянную эксплуатацию в 1980 г, а скоростное пассажирское сообщение *TGV* между Парижем и Лионом было официально открыто 27 сентября 1981 г. Скоростная железнодорожная линия показала высокую эффективность при эксплуатации, что послужило активному строительству скоростных трасс во Франции. После введения высокоскоростного железнодорожного сообщения во Франции были исключены внутренние авиа- и автоперевозки, которые стали просто невыгодными для граждан.

В 1994 году была открыта для постоянного движения международная высокоскоростная линия «Eurostar», соединив континентальную Европу с Лондоном через Евротоннель. Это позволило установить продолжительность прохождения маршрута от Лондона до Парижа за 2 ч 15 мин, а от Лондона до Брюсселя – за 1 ч 51 мин. Модели высокоскоростных электропоездов *TGV* существенно отличаются от азиатских (японских и китайских). Во-первых, они имеют двухэтажное исполнение (рисунок 1.81, а), а во-вторых, исторически они сразу строились под высокие скорости более 300 км/ч (рисунок 1.81 б).

а)



б)



Рисунок 1.81 – Поезда TGV:  
а – современные модели; б – первые модели

В 2006 г. была построена линия *LGV*, которая связала Париж и Страсбург. Скоростные линии, основанные на технологии *TGV*, были построены в Бельгии, Нидерландах и Великобритании и соединены с французской сетью. Необходимо отметить, что поездам *TGV* принадлежит мировой рекорд скорости для обычных поездов на электрической тяге: 3 апреля 2007 года во время испытаний укороченный состав из трёх вагонов типа *TGV POS* развил скорость 574,8 км/ч на новой линии *LGV*.

Третьим производителем высокоскоростных поездов в мире является фирма «Siemens» (ФРГ), самостоятельно разработавшая конструкцию высо-

коскоростного поезда (рисунок 1.82). Скоростные поезда, производимые фирмой «Siemens» отличаются от французских и японских не только по дизайну, но и по уровню безопасности. Они используются в ФРГ и на железных дорогах в странах, тесно сотрудничающих с ДВ, – Польше, России, Чехии и Словакии.



Рисунок 1.82 – Скоростные поезда немецких железных дорог

*Создание и развитие тепловозостроения.* Мировая практика тепловозостроения берет начало с 1896 г., когда был построен первый локомотив, работающий на жидком топливе. На него был установлен нефтяной двигатель, изобретённый Гербертом Стюартом. Нефтяной двигатель (известный также как полудизель) стал предшественником дизельного двигателя.

Первый экспериментальный тепловоз «Термо» типа 2-2<sub>0</sub>-2 для работы на магистральных линиях был разработан под руководством Рудольфа Дизеля Адольфом Клозе в 1909 г. и построен заводом «Борзиг» – дочерним предприятием «Зульцер» в 1912 г.

В США фирма «General Electric» (GE) в 1907–1909 гг. организовала производство бензиновых мотовозов небольшой мощности. В 1913 г. для линии «Dan Patch», связывающей Нортфилд и Миннеаполис, в штате Миннесота был построен мотовоз мощностью 350 л, массой 57 т. На нём были установлены два газолиновых двигателя и четыре электродвигателя на тележках, а его общая компоновка имела много общего с компоновкой современных односекционных тепловозов.

В 1917 г. GE построила свой первый дизельный двигатель и создала в исследовательских целях макетный образец дизельного мотовоза с обмоточной передней тележкой. В 1919 г. компания «General Electric» прекратила производство двигателей внутреннего сгорания, включая мотовозный дизель. Первые тепловозы США предназначались для маневровых работ, а первый тепловоз, предназначенный специально для вождения пассажирских поездов, появился в 1928 г. (рисунок 1.83, а), а годом позже – для грузовых перевозок (рисунок 1.83, б). Для грузовых поездов тепловоз стали называть тяговым модулем. Его конструкция позволяла соединять несколько единиц в единый модуль, управляемый одной локомотивной бригадой, который используется и в настоящее время.

После Второй мировой войны, когда экономически более эффективная дизельная тяга начинает активно вытеснять паровую, лидером тепловозостроения в Северной Америке становится компания «General Motors», которая с компанией GE остаётся флагом североамериканского тепловозостроения и

в новом, XXI в. В середине 1950-х годов производство тепловозов было организовано шведской компанией «НОНАВ», а также в Великобритании.

а)



б)



Рисунок 1.83 – Американские тепловозы:  
а – для пассажирских перевозок; б – для грузовых

Строительство первых тепловозов выполнялось в Германии и в СССР одновременно в 1924 г.: на заводе «Красный путиловец» в Петрограде был построен тепловоз «Г<sup>0</sup>001» (позже переименован в «Ю<sup>0</sup>002», а затем в «Щ<sup>3Л</sup>1») по проекту Я. М. Гаккеля (рисунок 1.84, а); в Германии был построен для Советского Союза тепловоз Ю<sup>0</sup>001 (позже переименован в «Э<sup>3Л</sup>2», рисунок 1.84, б). Несмотря на существенную разницу в конструкции, эти тепловозы имели схожие по мощности дизели (1030–1050 л. с.), мощность от которых на движущие колёсные пары передавалась с помощью электрической передачи.

а)



б)



Рисунок 1.84 – Первые тепловозы:  
а – советский «Щ<sup>3Л</sup>1»; б – немецкий «Э<sup>3Л</sup>2»

Массовое производство тепловозов осуществлялось с 1932 по 1941 гг. Это было связано с необходимостью перевода на тепловозную тягу бывшей Ашхабадской железной дороги протяженностью более 700 км. В Ашхабаде

было организовано первое в СССР тепловозное депо. Этот важный технический шаг сделан также и потому, что эта дорога проходит через пустыню, в которой использование паровозов сопряжено с большим потреблением дефицитной в пустыне пресной воды. За основу грузового тепловоза был принят тяговый модуль, используемый к тому времени в США и поставляемый в СССР. Производство тепловозов в СССР получило развитие в конце 40-х годов XX в. Первым советским тепловозом, выпускаемым серийно, стал «ТЭ1».

В 1948 г. на Харьковском заводе был создан первый образец тепловоза второго поколения очередной серии «ТЭ2». Новый локомотив был лучше приспособлен для поездной работы. Он состоял из двух четырехосных секций, а его кузов выполнен в вагонном исполнении, что для вождения поездов в условиях сурового климата является предпочтительнее. Дизель «Д50», электрические машины и аппараты остались те же, что и у тепловоза «ТЭ1». Кабины разместили по торцам (рисунок 1.85). Локомотивы данной серии выпускались до 1955 г. Для увеличения выпуска тепловозов на их производство были переориентированы крупнейшие паровозостроительные предприятия страны: Луганский (Ворошиловградский), Коломенский и Брянский, а также Людиновский, Муромский, Калужский и другие заводы. Ворошиловградский и Коломенский заводы стали называться тепловозостроительными. С учетом особенностей конструкции тепловоза «ТЭ2» в 1956 г. было налажено производство двухсекционных шестиосных тепловозов «ТЭ3», относимых ко второму поколению. В 60-е годы прошлого века тепловоз «ТЭ3» стал основной серией на неэлектрифицированных участках советских железных дорог для грузового движения.



**Рисунок 1.85 – Серийный тепловоз второго поколения в СССР «ТЭ2»**

В 1958 г. Харьковским заводом был освоен выпуск тепловозов третьего поколения для пассажирских перевозок – «ТЭ10», с увеличенным количеством цилиндров до 12 с газотурбинным наддувом. На базе конструкции данного тепловоза производились локомотивы для грузового и пассажирского движения (рисунок 1.86, а).

В 1961 г. на Ворошиловградском заводе построили первый тепловоз третьего поколения «2ТЭ10Л» (рисунок 1.86, б). На каждой секции этого тепловоза был установлен дизель 10Д100 мощностью 3000 л. с. Но вместо несущей конструкции кузовов выполнен с несущей рамой. Такая конструкция более приспособлена для крупносерийного производства. На этой основе были также созданы пассажирский тепловоз «ТЭП10Л» с конструкционной скоростью 140 км/ч и двухсекционные ТЭЗЛ с дизелями 6Д100 мощностью 2000 л. с.

Тепловозы «2ТЭ10Л» и «ТЭП10Л» начали строить серийно; постепенно в производственной программе завода они вытесняли устаревшие «ТЭЗ». Для поставки за рубеж был выпущен тепловоз «М62» с дизелем 14Д40 мощностью 2000 л. с. Чтобы удовлетворить требования железных дорог Восточной Европы, удалось создать тепловоз с нагрузкой от колесной пары на рельсы 20 т на ось в габарите европейских железных дорог.

а)



б)



Рисунок 1.86 – Тепловозы серийного производства третьего поколения:  
а – пассажирский «ТЭП10Л»; б – грузовой «2ТЭ10Л»

В 70-е годы XX в. начался резкий рост объемов грузовых и пассажирских перевозок. В этот период были разработаны и произведены как грузовые, так и пассажирские тепловозы четвертого поколения. Они удовлетворяли требованиям: грузовые локомотивы – возможность вождения поездов массой 4000-6000 т, пассажирские – вождение поездов со скоростью 140 км/ч. В результате были произведены грузовые тепловозы «2ТЭ10М», «2ТЭ116», ТЭ121» и пассажирские «ТЭП60» (рисунок 1.87, а). Для вождения пассажирских поездов международного значения и правительственных поездов с высокими скоростями в длительном режиме были созданы пассажирские локомотивы «2ТЭП60» (рисунок 1.87, б). Внедрение тепловозов окупалось за счет экономии эксплуатационных расходов за два-три года.

а)



б)



Рисунок 1.87 – Пассажирские тепловозы серийного производства:  
а – серии «ТЭП60Л»; б – серии «2ТЭП60»

В стране росли объемы пассажирских перевозок и повышались скорости движения пассажирских поездов, что потребовало создание скоростного и более мощного пассажирского тепловоза. Коломенский завод успешно работал над созданием новых серий пассажирских тепловозов. Таким тепловозом стал локомотив «ТЭП70» (рисунок 1.88, а), который был создан в 1973 г. мощностью 4000 л. с. и обеспечивал движение пассажирских поездов со скоростью до 140 км/ч. На его базе началась работа по проектированию и отработке еще более мощных восьмиосных локомотивов для пассажирского движения «ТЭП80» (рисунок 1.88, б), который смог обеспечить скорости до 160 км/ч при вождении поездов до 30 вагонов. Конструкционно локомотив выпускался одно- и двухсекционным (16-осным).

а)



б)



Рисунок 1.88 – Мощные скоростные пассажирские тепловозы:  
а – шестиосный «ТЭП70»; б – восьмиосный «ТЭП80»

В связи с бурным развитием мегаполисов в США, Великобритании, Японии, Германии в конце XIX в. активно стали развиваться пригородные зоны. Однако в этот период выделение отдельных электрифицированных линий было неэффективным. Возникла необходимость в транспортных средствах для массовых перевозок пассажиров на небольшие расстояния и непродолжительные поездки. Исторически сложилось так, что разрабатывались два варианта пригородного дизель-поезда: 1) состав имел локомотивную тягу и управлялся



Рисунок 1.89 – Американский вариант дизель-поезда

как единое целое с автоматическим открыванием и закрыванием дверей из локомотива; 2) состав имеет две кабины управления. В США изначально велись разработки по первому варианту, а конструкция поезда используется и в наши дни (рисунок 1.89).

В 1940 г. в Германии был построен двухвагонный дизель-поезд, получивший наименование «Летучий голландец» (рисунок 1.90). Он

был рассчитан на движение с максимальной скоростью 160 км/ч. В 1945 г. поезд был направлен на советские железные дороги, где получил обозначение «ДП13». Кузов каждого из вагонов дизель-поезда, имевших длину по буферам 22 240 мм, опирался на две двухосные тележки, из которых только у первой (со стороны кабины машиниста) была одна тяговая колесная пара. Торможение поезда осуществлялось пневматическими тормозами. В поезде имелось 70 мягких мест для сидения, почтовое и багажное отделения и туалеты.



Рисунок 1.90 – Первый мотор-вагонный дизель-поезд

Для пригородных перевозок в СССР использовались пассажирские вагоны устаревшей конструкции с деревянной оснасткой, обшитые металлическим листом. Кроме неудобства для пассажиров эти вагоны представляли собой значительную опасность для пассажиров: во-первых, при крушении поезда они буквально разваливались, во-вторых, были пожароопасными, так как в качестве локомотивов пригородных поездов использовались до конца 60-х годов паровозы. В начале 60-х годов XX в. для нужд МПС СССР был начат выпуск дизельных поездов. Их производили в двух вариантах: в Венгрии по заказу МПС СССР – четырехвагонные дизельные поезда (серия «Д1»); в Латвии (г. Рига) шестивагонные («ДР1»). Первые варианты дизель-поездов Д1 (рисунок 1.91, а), выпускаемые в Венгрии, были испытаны на Прибалтийской ж. д. (Таллинское отделение) и имели экзотический вид, больше напоминая бронепоезд, чем пассажирский состав. Последующая конструкция дизель-поезда Д1 (рисунок 1.91, б) была удачнее и просуществовала более 30 лет без изменений.

а)



б)



Рисунок 1.91 – Дизель-поезда первого поколения:  
а – рижского завода; б – венгерского производителя

В обоих вариантах использовался принцип первой ведомой тележки. Существенным недостатком конструкции обоих дизель-поездов явилась механи-

ческая передача, используемая в первой тележке первого вагона поезда. Необходимо отметить, что оба эти завода успешно справились с поставленной задачей и к началу 70-х годов XX в. потребности рынка пригородных железнодорожных перевозок в СССР были практически удовлетворены.

Производство дизель-поездов второго поколения было начато в XXI в. Особенностью конструкции этих поездов стала бестамбурная единица и наличие мотор-вагонов, питаемых дизель-генератором (рисунок 1.92, *а*). Это позволяет поезду быстро набирать скорость, использовать меньше топлива на тягу на 30–40 %, повысить уровень комфорта для пассажиров. Вторым преимуществом современных дизель-поездов является их высокая скорость (180–200 км/ч). При этом было достигнуто эффективное использование таких поездов на неэлектрифицированных линиях при незначительном грузовом движении и большим региональным (пригородным) пассажиропотоком.

а)



б)



Рисунок 1.92 – Дизель-поезда второго поколения:  
*а* – китайские; *б* – английские

Во многих странах возникла потребность в дешевых перевозках на малодейственных линиях. Использование урезанных до 3–4 вагонов обычных дизель-поездов было затратным. По этой причине были сконструированы принципиально новые транспортные средства – рельсовые автобусы. Первые их конструкции выглядели наивными, а иногда и странными, когда просто автобус ставили на рельсы (рисунок 1.93).



Рисунок 1.93 – Первые конструкции рельсовых автобусов

Рельсовые автобусы второго поколения стали производиться на базе дизельных поездов – первого мотор-вагона или их двух вагонов с кабинами управления с обеих сторон движения (рисунок 1.94). Скорость их движения составляла не более 80 км/ч.



Рисунок 1.94 – Рельсовые автобусы:  
а – первые; б – современные

**Грузовые вагоны.** История развития вагоностроения для грузовых перевозок во многом связана с Российскими железными дорогами. Первые грузовые вагоны российского производства появились на Петербурго-Московской железной дороге. Их начали строить на Александровском заводе в 1846 г. Вагоны были четырехосными, с деревянными кузовами, центральной сцепкой, без боковых буферов, с тормозным устройством и ручным приводом (рисунок 1.95). Грузоподъемность крытого вагона при tare 7,8 т составляла 8,2 т. Для насыпных и длинномерных грузов строились четырехосные платформы с массой тары 6 т и грузоподъемностью 10 т. Их осевая нагрузка составляла 4 т вместо 10, на которую был рассчитан рельсовый путь. Вагоны строились из деревянных деталей, поэтому были пожароопасны и не обладали достаточно высокой прочностью. Улучшить их технико-экономические показатели представлялось возможным путем изготовления основных несущих элементов кузова и рамы из металла. Для перевозки грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков, стали выпускать двухосные вагоны без крыши (полувагоны), а также платформы. Они имели буфера и центральные тягово-сцепные устройства.

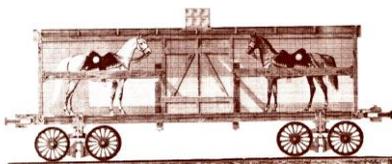


Рисунок 1.95 – Первый российский грузовой вагон

С введением на дорогах России бесперегрузочного сообщения возникла потребность в стандартизации вагонов – выпуске их одинаковыми по типу, конструкции, размерам и внешнему оформлению для всех дорог. Крытые вагоны начали строить длиной внутри кузова 6400 мм и шириной 2743 мм,

устанавливались единые размеры и для запираания дверей, чугунные колеса заменялись железными, крыши изготовлялись из кровельного железа; регламентировалась наружная окраска стенок в красный цвет. Основными типами были двухосные крытые вагоны грузоподъемностью 10, 12, 15 и 16,5 т, платформы подъёмной силой 12,5 и 16,5 т и цистерны – 7–11 т.

Вагоностроение на советских заводах было возобновлено с 1923 г, когда в Нижнем Тагиле, на Урале, был построен крупнейший вагоностроительный завод с производственной мощностью свыше 50 тыс. вагонов в год. Одновременно с этим были реконструированы и расширены существовавшие вагоностроительные заводы.

В 1935 г. был осуществлён перевод грузовых поездов на полное автоматическое торможение, что позволило повысить техническую скорость и безопасность движения поездов.

Введение автосцепки взамен винтовой упряжи совпало с началом XX в. В 1890 г. железные дороги США начали, а в 1900 г. закончили полный перевод подвижного состава на автосцепку типа Дженни, изобретенную еще в 1876 г. С этого времени начинается внедрение автосцепки и в других странах. В 1925 г. на американскую автосцепку перешла Япония, позже – Китай и другие страны Азии. Железные дороги европейских государств остались на винтовой стяжке вплоть до настоящего времени. Для перехода на автосцепку при совместной эксплуатации вагонов с автосцепкой и винтовой стяжкой стали использовать переходной вагон (вагон-адаптер).

В Республике Беларусь производство грузовых вагонов начато на рубеже XX и XXI вв. По сравнению с объемами российских или европейских вагоностроительных заводов в стране производится сравнительно небольшое количество грузовых вагонов, потребляемых в основном для потребностей Белорусской железной дороги.

Пассажирские вагоны. Изначально железные дороги, в том числе и в России, создавались для пассажирских перевозок. Первые пассажирские



Рисунок 1.96 –Первый пульмановский вагон

вагоны строились в двух вариантах: в США – многоосные (4, 6 и 8 осей); в других странах – двухосные. При этом необходимо отметить, что в России сразу стали строить четырехосные вагоны, а позже, под влиянием инженерной культуры европейских государств – двухосные. Создателем пассажирских вагонов можно считать американского инженера Дж. Пульмана, который в 1858 г. построил первый спальный вагон по своему патенту (рисунок 1.96). В вагонах Пульмана имелись

мягкие сиденья, которые на ночь превращались в спальные места. С 1872 г. на заводах Пульмана начали строить вагоны-столовые, вагоны-рестораны, салон-вагоны, оборудованные роскошной мебелью, музыкальными инструментами. В конце XIX в. Пульман разработал стандартную конструкцию четырёхосного длинного пассажирского вагона «Пионер», в котором пассажиры могли ехать со всеми удобствами. Был выработан определенный стиль (стандарт) спальных вагонов: мягкие сиденья, ковры на полу, отделанные деревом стены купе с зеркалами.

До 1870-х годов в европейских странах использовались вагоны *английского типа*. Они делились поперечными стенками на три отделения по шесть мест в каждом отделении. Багаж пассажиров располагался на крыше вагона. Английская система предусматривала также деление вагонов на три класса, в зависимости от удобств в них. К тому же вход в каждое купе был отдельным (рисунок 1.97). Такие вагоны не были приспособлены для путешествий на большие и сверхбольшие расстояния. В других странах Европы и в России использование таких вагонов не нашло широкого применения. С учетом климатических условий России при конструировании пассажирских вагонов использовался опыт немецких и американских инженеров.



Рисунок 1.97 – Пассажирский вагон английского типа

Первые пассажирские вагоны в России строились трех классов. Они, как и товарные, были деревянными и отличались друг от друга внутренним оборудованием и отделкой. Устройство рессорного подвешивания обеспечивало необходимую плавность хода. В 1850 г. Александровский завод начал производство шестiosных вагонов усовершенствованной конструкции, со сравнительно комфортными условиями для перевозки пассажиров по 1-му классу обслуживания (рисунок 1.98). Построенный на базе конструкции пульмановского вагона российский пассажирский вагон характеризовался наличием сквозного прохода посередине кузова, устройством закрытых тамбуров, хорошей теплоизоляцией, имел окна с двойными рамами. Уже на



Рисунок 1.98 – Российский вагон 1-го класса (XIX в.)

ранней стадии пассажирского вагоностроения учитывались суровые климатические условия России (рисунок 1.99, *а*).

В годы интенсивного строительства железных дорог на новые линии стали поступать вагоны из Англии, Германии, Франции, Бельгии. Они имели продольный проход, сдвинутый к краю стенки с целью устроить места для лежания поперек вагона (I и II классы). Поездку пассажиров в таких вагонах нельзя было назвать комфортной. К тому же все импортные вагоны были рассчитаны на теплые климатические условия и не имели тамбуров и закрытых межвагонных переходов, что в зимнюю пору усложняло их эксплуатацию (рисунок 1.99, *б*).

а)



б)



Рисунок 1.99 – Межвагонные переходы:  
*а* – в российских вагонах; *б* – в европейских

В середине XIX в. стало активно развиваться пассажирское вагоностроение в Германии. Первые немецкие вагоны строились деревянными, двух- и трехосными. С первых моделей выделялись вагоны различного класса с учетом комфорта поездки пассажира. В XX в. немецкие вагоны производились цельнометаллическими с повышенным уровнем безопасности для пассажиров. Их конструктивные особенности были использованы практически всеми странами Европы и не сильно отличались между собой. Особенно этот опыт пригодился при повышении скоростей движения пассажирских поездов. В последние годы на немецкие железные дороги вышли двухэтажные вагоны, которые в других странах не нашли широкого применения.

В 50-е годы XX в. производство собственных пассажирских вагонов был начат во многих странах, с учетом особенностей развития железных дорог,

климатических условий, менталитета населения. Основными поставщиками пассажирских вагонов в этот период в Европе стали: Финляндия – для скандинавских железных дорог (Норвегия, Швеция, Финляндия – рассчитанные на низкие температуры); Венгрия – для железных дорог Центральной Европы (без морозоустойчивых свойств); Германия – для собственных железных дорог, а также для СССР, Польши (позже Польша стала производить собственные вагоны для себя и СССР) и т.д.

С учетом большой потребности в пассажирских вагонах для железных дорог СССР, кроме поставок из ГДР, Венгрии, Польши, начиная с 1947 г. сформировался мощный промышленный комплекс по выпуску советских магистральных вагонов, основная производственная база которого размещалась в г. Калинин (ныне Тверь). На этом заводе производились в основном плацкартные открытые цельнометаллические вагоны. Белорусская железная дорога, являясь частью железных дорог СССР, эксплуатировала в этот период вагоны немецкого и венгерского производства (купейные и мягкие), а также польского и советского производства (плацкартные). После развала СССР для пополнения парка собственных вагонов в Беларуси было развернуто собственное вагоностроение, основанное на производственных мощностях Минского и Гомельского заводов с привлечением украинского вагоностроительного завода (г. Кременчуг). Белорусские вагоны отличаются от российских конструктивно (рисунок 1.100), имеют большую длину и населенность (вместо 9 в них 10 купе).

а)



б)



в)



*Рисунок 1.100 – Магистральные вагоны:  
а – белорусский; б, в – российские – двухэтажный и обычный*

Современное вагоностроение направлено на создание пассажирских вагонов для выполнения перевозок на сверхбольшие расстояния (Россия и Китай) с продолжительным пребыванием пассажиров в пути следования (3–6 суток), а также для повышенного комфорта и количества пассажиров в вагоне (более 60 пассажиров).

### 1.1.5 Автомобильный транспорт

В начале XIX в. получили развитие железные дороги, но они не могли быть использованы везде. Поэтому появилось множество конструкций безрельсовых паровых повозок, больше всего в Англии, где паровые машины были основой промышленного переворота. Ближайшие потомки «машины Кюньо» в первой половине XIX в. – паровые омнибусы – паромобили. В 1825 г. сэр Голдсуорт Гарни на участке длиной 171 км от Лондона до Бата организовал первую пассажирскую линию. При этом он использовал запатентованную им карету, имевшую паровой двигатель. Более успешно организовал движение паровых дилижансов Уолтер Хэнкок. Правда, рейс длиной 120 км длился около 12 ч, из которых не менее четырех часов уходило на заправку водой. Позже к дилижансу прицепили тендер с водой и коксом.

Это стало началом эпохи скоростных дорожных экипажей, которые, однако, исчезли в Англии, но получили распространение в Италии и во Франции. Их двигатели стали более легкими и мощными, были оснащены керосиновыми горелками вместо угольных топок и не нуждались в тяжелом запасе угля и продолжительном разогреве. Леон Серполле заменил котел длинной многократно изогнутой трубой – змеевиком, который быстро разогревался и позволял уменьшить запас воды. На паровых повозках начали применять эластичные шины, рулевую трапецию, механизм для вращения колес одной оси с различными оборотами – дифференциал, цепной и даже карданный привод от паровой машины к ведущим колесам. Соотечественники Серполле – граф Альберт де Дион и механик Жорж Бутон изготовили очень компактный паровой двигатель, который установили на трехколесный велосипед. Масса двигателя вместе с котлом составляла всего 40 кг. Подобные транспортные средства достигли наивысшего развития с появлением в 1873 г. «Реверанса» Амеде Болле массой 4500 кг и «Мансея» – более компактного и достигавшего скорости 35 км/ч. Оба были предвестниками той техники исполнения, которая стала характерной для первых «настоящих» автомобилей. Амеде Болле запатентовал первую хорошо действующую систему рулевого управления. Он так удачно расположил управляющие и контрольные элементы, что мы и сегодня это используем на приборном щитке. В 1878 г. на его машинах была применена первая в мире независимая подвеска передних колес.

Леон Шевроле в период 1887–1907 гг. выпустил несколько автомобилей с легким и компактным парогенератором, запатентованным им в 1889 г. Компания «Де Дион-Бутон», основанная в Париже в 1883 г, первые десять лет своего существования производила автомобили с паровыми двигателями и добилась при этом значительного успеха: ее автомобили выиграли гонки Париж – Руан в 1894 г. В конструкциях машин были воплощены самые прогрессивные инженерные идеи того времени. Одна из них – жесткая подвеска «Де

Дион», запатентованная в 1893 г. и по сей день хорошо известна всем автолюбителям. Все же, несмотря на усовершенствования, паровые автомобили второй половины XIX в. оставались весьма неудобными для эксплуатации. Они так и не завоевали господствующего положения на рынке сбыта.

В 70–80-е годы XIX в. двигатель внутреннего сгорания (ДВС), изобретенный незадолго до этого, достиг степени совершенства, достаточной для установки его на экипаж. Во всяком случае, ДВС уже работал не на газе, как первоначально, а на жидком топливе, запас которого вполне размещался на легкой коляске. Существенным достоинством ДВС была его постоянная готовность к действию – не нужно было разводить пары. Наступила эра двигателей внутреннего сгорания.

Николас Аугуст Отто (Германия) в 1876 г. представил общественности новое изобретение – четырехтактный двигатель с замкнутым циклом. Принцип действия этого двигателя, названного именем изобретателя и защищенного немецким патентом DRP 523, действителен и сегодня. Исторически претендентов на титул «изобретателя автомобиля» было около 400. Однако официально ими признаны в Германии Готтлиб Даймлер и Карл Бенц, во Франции – Эдуард Деламар-Дебутвилль, который построил четырехколесный автомобиль с двигателем высокой степени сжатия, работавшим на легких фракциях керосина.

Первая машина Г. Даймлера была двухколесной и представляла собой прототип мотоцикла, имевший деревянные окованные колеса и деревянную раму. Скорость, которую развивал этот «моторный велосипед», достигала 12 км/ч. В 1886 г. Г. Даймлер поразил современников, соорудив первый скоростной четырехколесный автомобиль с бензиновым двигателем внутреннего сгорания. Двигатель размещался перед задней осью между рядами сидений и нуждался в постоянном контроле и управлении: регулирование пламени горелки, изменении состава смеси краном карбюратора. Машиной можно было управлять только вдвоем. Максимальная скорость автомобиля была 18 км/ч, но двигатель перегревался.

Другой немец, Карл Бенц, владелец компании «Бенц и К°» в Мангейме, разработал свой двигатель с электрическим зажиганием. В 1885 г. он построил трехколесный автомобиль, который благодаря совершенному монтажу четырехтактного двигателя, работающего с карбюратором поверхностного испарения и с электрическим батарейным зажиганием, может считаться первым настоящим автомобилем. В 1889 г. на рынок поступил двигатель с V-образным расположением цилиндров и мощностью 1,75 л. с. при 920 об/мин. Он охлаждался водой с помощью центробежного насоса и ребристого радиатора. Г. Даймлер встроил свой усовершенствованный двигатель в легкий металлический кузов, который позже не претерпел больших изменений. Автомобиль, на который был установлен такой двигатель, мог

передвигаться со скоростью 17 км/ч. В 1889 г. на Всемирной выставке в Париже Г. Даймлер заключил контракт с компанией «Панар-Левассор», которой руководил уже четыре года, на изготовление своих двигателей. Первым клиентом компании стал Арман Пежо, который после создания нескольких прототипов в 1891 г. разработал четырехколесный автомобиль с двухцилиндровым V-образным двигателем, развивавшим мощность 2 л. с. Двигатель охлаждался водой, циркулировавшей в трубчатом кожухе. В том же году компания «Панар-Левассор» представила свой собственный автомобиль – модель с приводом на передние колеса. Однако нельзя было утверждать, что производство автомобилей уже набрало ход, т. к. фактически в 1891 г. «Бенц» выпустил только семь, «Панар-Левассор» – шесть, «Пежо» – четыре автомобиля. Но автомобиль, благодаря наиболее крупным производителям, стал известен уже повсюду.

С 1895 г. автомобиль получил широкое распространение во Франции, где сеть дорог была развита лучше, чем в остальной Европе. Кроме того, экипажи Бенца и Даймлера не нашли спроса на их родине, и изобретатели продали свои патенты во Францию, благодаря чему она долгое время оставалась ведущей автомобильной державой. Автомобильная компания «Панар-Левассор» первой отказалась от типичных признаков конных экипажей. В 1895 году она решила не производить больше двигатели Даймлера из-за явного преимущества двухцилиндрового однорядного двигателя «Феникс». Таким образом, выпуская «Феникс», она до начала XX века заняла и сохранила ведущую роль в развитии автомобилестроения.

Видный французский конструктор фирмы «Рено» Фернан Пикар разделил всю историю конструирования автомобиля на три периода:

– изобретательский – период до Первой мировой войны, который исследователи делят на две части: «предки» – автомобили выпуска до 1905 г. и «ветераны»;

– инженерный – период до 40-х годов XX в.;

– дизайнерский, когда на первый план выдвинулись вопросы удобства и безопасности автомобиля.

Луи Рено построил свой первый автомобиль в 1898 г., когда ему было немногим больше 20 лет. Он переделал маленький трицикл де Диона на четырехколесный автомобиль, заменил применявшиеся до тех пор ремни и приводящие большой шум цепи нововведением – коробкой передач, с тремя передними передачами и одной задней. На третью, прямую передачу приводная сила переносилась посредством шарнирного вала на дифференциал задней оси. Эта система была установлена на другие автомобили и в мало измененной форме применяется до сих пор.

Первые грузовые автомобили в мировой практике были выпущены в 1896 г., и, дальнейшее их производство определялось потребностями для военных нужд. Но по праву рождением грузового автомобиля можно считать строительство первого грузового автомобиля на заводах Г. Форда в 1908 г. (рисунок 1.101). В Детройте зародился и конвейерный способ сборки автомобилей, у истоков которого стоял Эли Олдс. В свои двадцать лет он спроектировал очень компактный ДВС, который был установлен в 1883 г. на первый американский автомобиль. Поточный метод производства вывел фирму на первое место среди автопроизводителей.



**Рисунок 1.101 – Первый в мире грузового автомобиля**

Э. Олдс подготовил к выпуску несколько простых и дешевых моделей и несколько дорогих, но в результате пожара, в котором сгорел и завод, и все модели, на производство бала поставлена единственная уцелевшая модель – «Карвд дэм», легкий двухместный автомобиль с одноцилиндровым двигателем. С целью ускорения его производства были привлечены мелкие механические заводы, многие из которых впоследствии стали автосборочными, что способствовало превращению Детройта в автомобильный центр страны. Несмотря на тот факт, что сбыт «олдсмобилей» достиг 5000 ед. в год, фирма стала переходить на выпуск более дорогих моделей, что привело к финансовым убыткам. В конце концов, фирма «Олдс мотор уоркс» вошла в концерн «Дженерал моторс».

Развитию автомобильной промышленности способствовали как экономическая мощь США, так и основополагающие технические новшества Форда. В заслугу Генри Форду ставят два факта: создание простой конструкции автомобиля и введение в производство конвейера. Он угадал растущий спрос на простой, практичный, дешевый и прочный автомобиль. Форд отказался от концепции изготовления машин на заказ. Замысел Форда состоял в том, чтобы разделить работу по изготовлению автомобиля на множество операций и каждую операцию поручить одному-двум рабочим, освобождая при этом их от сортировки и подгонки деталей. Сборка автомобиля выполнялась поточным методом.

В 1928 г. в Германии появились компании «БМВ» и «ДКВ». Первая, специализировавшаяся ранее на производстве мотоциклов, дебютировала, начав производство модифицированной версии «Остина 7». Вторая, созданная датчанином Й. Расмуссенем, занялась выпуском передне-приводных автомобилей. Буквы ДКВ расшифровывались по-разному: как «мечта мальчишки» («дес кнабен вунш» – игрушки послевоенного периода), и как «маленькое чудо», и как «немецкий автомобиль». На автомобилях ДКВ небольшой двухцилиндровый двигатель был установлен не вдоль оси маши-

ны, а поперек, около передних колес, что обеспечило передним колесам достаточную нагрузку и сцепление с дорогой. Капот и сам автомобиль были короткими. В трансмиссии устранили конические шестерни. Такая же конструкция была перенесена на грузовые автомобили.

В 1918 г. была начата сборка грузовых автомобилей в европейских государствах – Великобритании, Голландии, Германии, а с 1924 г. – на шведских заводах «Вольво». С 1931 г. и по настоящее время Швеция лидирует в Европе по выпуску тяжелых грузовиков. При этом нужно отметить, что инженерные решения по конструкции автомобиля при их параллельной разработке практически совпадали, что хорошо видно на примере немецкого и советского грузовых автомобилей (рисунок 1.102).

а)



б)



Рисунок 1.102 – Грузовые автомобили 30-х годов XX в.:  
а – немецкий, б – советский

Большим прогрессом в конструкции грузового автомобиля стало введение в 20-х годах XX в. пневматических шин вместо грузолент, карданной передачи вместо цепной и электроосвещения. В 1922 г. завод «Рено» первым начал серийное изготовление трехосных грузовиков повышенной проходимости. А годом позже заводы «MAN» и «Бенц» начали выпуск первых дизельных грузовых автомобилей.

Грузовой автомобиль окончательно оформился в его классическом виде в 30-х годах XX в. Появились тормоза на всех колесах с гидравлическим и пневматическим приводом, амортизаторы, дизели. Незадолго до Второй мировой войны у классической конструктивной схемы появился соперник – с так называемой передней, смещенной вперед, кабиной. Переходу на новую схему способствовало существенное улучшение шоссежных дорог, а также усовершенствование шин, подвески и других механизмов.

В 30-е годы XX в. появились и другие страны, в которых стали производить грузовые автомобили: в Швеции «Вольво» и «Сааб» на своем еще не сформированном внутреннем рынке пока работали практически только на богатых клиентов; в 1938 г в Японии было произведено собственными фир-

мами 1800 автомобилей, что свидетельствовало о больших резервах в этой области; робкие попытки в этом направлении сделаны в Чехословакии, где большим успехом пользовалась «Шкода», а в Советском Союзе начали в небольшом объеме производить автомобили по американской лицензии.

Новая волна развития грузовиков была вызвана тем, что военные ведомства нуждались в средствах доставки войск и вооружения к месту военных действий. Автомобилестроители пошли им навстречу, создавая машины все большей грузоподъемности. Они резко отличались от легкового автомобиля большей площадью кузова, массивностью ходовой части, двойными скатами задних колес и отсутствием каких-либо удобств на рабочем месте водителя. При всей примитивности грузовые автомобили стали превосходить гужевую повозку по скорости и грузоподъемности. Но в течение еще 10–15 лет грузовики и автобусы оставались грубыми, массивными, с тяжелым управлением и сохраняли заимствованную у легковых автомобилей классическую схему с капотом перед кабиной водителя.

*В послевоенные годы начался массовый выпуск грузовых автомобилей известными мировыми компаниями. Причем во многих странах было несколько компаний, которые стремились сохранить за собой национальные рынки сбыта и захватить их в других государствах. В послевоенный период активизировались транспортные компании азиатских стран, и особенно Японии.*

*В Республике Беларусь в конце 1948 г. было завершено строительство первой, а в 1950 г. и второй очереди Минского автомобильного завода (МАЗ). В результате в том же 1948 г. начато серийное производство автомобилей. В 1951 г. завод выпустил 25 тысяч машин. При этом увеличивался не только количественный выпуск автомобилей, но и модельный ряд автомобилей новых конструкций, которых не знало мировое автомобилестроение, как, например, первый в мире 40-тонный самосвал МАЗ-530, который на Всемирной промышленной выставке в Брюсселе в октябре 1958 г. был отмечен высшей наградой – «Гран-при». Переход к производству машин нового семейства потребовал сложных технических решений, всесторонних испытаний создаваемой техники, реконструкции производства. В марте 1976-го с главного конвейера сошёл первый самосвал МАЗ-5549 из нового семейства автомобилей МАЗ-5335, а уже в 1981 году на главном конвейере завода был собран первый седельный тягач МАЗ-5432 нового перспективного семейства автомобилей и автопоездов МАЗ-6422. На заводе развернулась подготовка к широкому производству трехосных седельных тягачей. В результате в 1997 г. с конвейера МАЗа сошёл первый магистральный тягач нового семейства МАЗ-54421. В конце 1997 г. собраны автомобили МАЗ-54402 и МАЗ-544021, полностью удовлетворяющие всем европейским требованиям к большегрузным автомобилям для международных перевозок. 10 декабря 1997 г. был подписан договор о создании совместного белорусско-*

германского предприятия по производству грузовых автомобилей «МАЗ-МАН». Отличием данного проекта от других проектов по производству автомобилей в странах СНГ стало то, что доля белорусских узлов и деталей будет достигать 60% в продукции, произведенной на совместном предприятии.

В Республике Беларусь был налажен выпуск автомобилей также на Могилевском (МоАЗ) и Жодинском (БелАЗ) автозаводах. Причём на Жодинском выпускались карьерные большегрузные автомобили «БелАЗ». В Могилеве предприятие было основано в 1935 г. как авторемонтное. С 1958 г. на заводе начался выпуск одноосных тягачей МАЗ-529. С этого года на заводе освоен выпуск многообразной автотранспортной техники, к которой отнесены: самоходные скреперы (МоАЗ-6014); фронтальные погрузчики (МоАЗ-40484); самосвалы (МоАЗ-7505, МоАЗ-7529); подземные автопоезда (МоАЗ-7405-9586); автобетоносмесители (МоАЗ-049, МоАЗ-060, МоАЗ-070); самоходные катки (МоАЗ-6442-9890); автобульдозеры (МоАЗ-40486, МоАЗ-40489); электрокары (ЕС-1.00); тракторы (МоАЗ-49011); аэродромные тягачи (МоАЗ-7915); инженерные тягачи для армии. На заводе БелАЗ в 1961 г. был выпущен первый 40-тонный карьерный самосвал, а к 1986 г. завод мог выпускать до 6000 единиц карьерной и грузовой техники в год, что составляло половину их мирового производства.

Производство автобусов. Развитие автобусов шло теми же путями и даже



Рисунок 1.103 – Первые автобусы капотного типа

опережало во многом развитие грузовых автомобилей. В начале XX в. были сконструированы многоместные автомобили-омнибусы. Они представляли собой грузовые шасси с установленными на них кузовами каретного типа. В 1928 г. в Париже была начата опытная эксплуатация автобусов «Шнейдер» (рисунок 1.103), работающих на сжатом газе. В 30-х годах XX в. появились городские автобусы вагонного типа.

Двигатель в таком автобусе устанавливался рядом с сиденьем водителя, под кузовом или сзади, тем самым устранялось несоответствие между вместимостью и длиной автобуса. Перевозка одного пассажира в вагонном автобусе обходилась в полтора раза дешевле, чем в капотном. До тех пор, пока кузова оставались деревянными, не представлялось возможным облегчить раму. С появлением металлических кузовов их вначале жестко соединили с рамой, тем самым, облегчив ее, а затем и вовсе устранили раму, и все механизмы стали крепить непосредственно к кузову.

В СССР первые линии автобусного движения открылись в 1924 г в Москве, а через десять лет началось советское производство автобусов. Одним из первых появился автобус «ЗИС-8» (рисунок 1.104, а), который был рассчитан на 25–30 пассажиров, а скорость его доходила до 60 км/ч. В СССР в 1932 г. на за-

воде ЯАЗ был построен уникальный автобус-гигант «ЯА-1». Просторный салон позволял в часы пик перевозить до 80 человек. Дальнейшее развитие этой модели представлял «ЯА-2» (рисунок 1.104, б), выпущенный в 1934 г.

а)



б)



Рисунок 1.104 – Первые советские автобусы:

а – «ЗИС-8»; б – «ЯА-2»

На автобусе «ЯА-2» стоял более мощный, американский, шестицилиндровый двигатель «Континенталь». Рама такого автобуса сваривалась из большого количества отрезков прокатных швеллеров и была очень тяжелой. Собственная же масса «ЯА-2» превышала 9000 кг. При этом автобус являлся рекордсменом как по габаритной длине (11 450 мм), так и по радиусу поворота (14,5 м). Автобус развивал скорость 48 км/ч. «ЯА-2» мог перевозить 100 человек: 54 – сидящими в креслах, обитых кожей, и 46 – стоящими. Водителя и кондуктора связывало переговорное устройство. Столь вместительных и комфортабельных автобусов тогда существовало немного. Даже немецкий четырехосный «Штилле» (75 мест, из них 44 для сидения) уступал советской машине (рисунок 1.105 а). Да и английский двухэтажный автобус «Гай» вмещал только 60 человек, а один из самых популярных парижских автобусов того времени «Рено-ТН4» – всего 50 (рисунок 105, б). Особенностью этих первых автобусов было то, что они имели единую раму – двутавровую балку, на которой крепился салон. Данный вид инженерного решения сохранился и в наши дни.



Рисунок 1.105 – Первые европейские автобусы капотного типа:

а – немецкий «Штилле»; б – французский «Рено-ТН4»

Первым в Европе серийным автобусом с несущим кузовом стал «Икарус



Рисунок 1.106 – Первый автобус с несущим кузовом

TR 3,5», построенный в 1948 г. Несмотря на вагонную компоновку машины, двигатель здесь еще находился спереди: заднее расположение сделало бы автобус непомерно дорогим. А в 1951 г. начался выпуск автобуса «Икарус 30» – наследник модели TR 3,5, второй в Европе серийный автобус с несущим кузовом, конструкция которого неоднократно повторялась во многих государствах (рисунок 1.106).

В 1984 г. завод «MAN» построил экспериментальный сочлененный автобус, состоящий из трех секций и рассчитанный на 220 пассажиров. Самым



Рисунок 1.107 – Самый длинный автобус в мире

длинным автобусом по праву считается «ДАФ Супер Сити Трейн» длиной 32,2 м, состоящий из двух салонов: в головном салоне имеется 110 мест для сидения и 140 для проезда стоя, а во втором салоне – 60 и 40 соответственно (рисунок 1.107).

В настоящее время во всем мире идет глобализация в автобусостроительной отрасли. В Европе созданы четыре крупные объединенные автобусные компании:

- «Евобус» – объединение автобусных филиалов «Мерседеса» в Германии, Турции, Португалии и Китае;
- «Исбус» – объединение «Ивеко», «Икаруса», «Рено» и «Каросы»;
- холдинг «Neoplan Bus GmbH» – объединение «MAN» с «Неопланом»;
- объединение «Вольво» со «Сканией».

Это позволяет избегать ненужной конкуренции, легче инвестировать ресурсы в собственное производство, гарантирует рынки сбыта, а следовательно, стабильное финансовое положение.

В Республике Беларусь автобусы начали производить в 90-е годы XX в. на двух заводах, расположенных в г. Лиде («Неман») и в Минске (МАЗ). Завод «Неман» был основан в 1984 г. и полностью введен в эксплуатацию в декабре 1990 г. В 1992. г предприятие перешло на выпуск автобусов типа ЛиАЗ-5256 и в настоящее время выпускает автобусы серии «Неман-5201»

(городской, рисунок 1.108, а), «Неман-52012» (пригородный, рисунок 1.107, б), «Неман 420224-10» (междугородный, рисунок 1.107, в), «Неман 420233-20» на базе шасси «Валдай» (школьный). В 2014 г. был выпущен автобус особо большого класса под моделью «Неман 520123 – 250» (На шасси «Raba» и с двигателем «DEUTZ»).

а)



б)



в)



Рисунок 1.108– Белорусские автобусы завода «Неман» вагонного типа:  
а – городской; б – пригородный; в – междугородный

Автобусный завод МАЗ был создан в 1992 г. как филиал, сориентированный на освоение производства современных пассажирских автобусов, получил название АМАЗ. В том же году филиал подписал лицензионное соглашение с немецкой компанией «Неоплан», в результате было выпущено пять лицензионных автобусов «Neoplan N4014». После этого оригинальная немецкая конструкция была переработана для адаптации её к местным условиям – как в плане эксплуатации, так и в плане сборки. В результате возросла прочность конструкции, увеличился дорожный просвет, освоены комплектующие белорусского производства. Низкопольный автобус «МАЗ-101» внешне неотличим от своего заграничного родственника. В его конструкции был смонтирован ведущий мост portalного типа, что придало прочности конструкции автобуса для работы на белорусских дорогах. Ещё одной отличительной особенностью стало использование «шахтной» компоновки моторного отсека. После сборки «пилотной» партии из сорока автобусов «МАЗ-101» в 1996 г. завод приступил к производству усовершенствованной модели – МАЗ-103 (рисунок 1.109). Этот автобус также низкопольный, однако на нём применяется другой задний мост, а конструкция моторного отсека позволяет применять любой двигатель. МАЗ-103 может выпускаться с двигателями ММЗ, Рено, MAN, «Mercedes» и механической или автоматической коробкой передач.



Рисунок 1.109 – Низкопольный белорусский автобус МАЗ-103

С учётом экономической ситуации в странах СНГ, являвшихся основным рынком для автобусов «МАЗ», когда многие города, нуждавшиеся в обновлении автобусного парка, не могли себе позволить приобретение модели «МАЗ-103», на заводе было принято решение разработать и запустить в производство в 1997 г. более дешёвую модель – «МАЗ-104». Применение в конструкции узлов от серийных грузовых автомобилей «МАЗ» позволило на 8–10 тыс. дол. удешевить конструкцию по сравнению с «МАЗ-103», однако при этом пришлось пожертвовать низкопольностью. Производство сочленённого автобуса «МАЗ-105» началось в 1997 г., он имеет пониженный уровень пола (1 ступенька) и предназначен для применения на напряжённых внутригородских маршрутах. Был также выпущен удлинённый трёхосный «МАЗ-107», который был впервые продемонстрирован на Московском автосалоне в 2001 г. Высокая пассажироместимость и отсутствие дорогого и снижающего надёжность узла сочленения делают эту модель привлекательной для применения на загруженных маршрутах. Основные поставки автобусов «МАЗ-107» ведутся в Москву.

В 2004 г. завод представил первую модель в линейке автобусов второго поколения – «МАЗ-256». Автобус т.н. восьмиметрового класса имеет 28 посадочных мест. Характерные черты всех машин второго поколения – стеклопластиковая обшивка кузова с панелями, окрашенными в массу, клеенные стекла, линзовая оптика. В 2005 г. представлен автобус второго поколения – городской низкопольный «МАЗ-203». Мелкосерийное производство этого автобуса началось со второго квартала 2006 г. по заказу Казани. Автобус эксплуатируется в Беларуси, России, на Украине и в Польше.

Другой городской автобус второго поколения – «МАЗ-206» был представлен в 2006 г. Это машина средней вместимости, предназначенная для применения на ненапряжённых городских маршрутах, в качестве служебного или VIP автобуса. «МАЗ-206» имеет низкий уровень пола в передней части автобуса, где расположена просторная накопительная площадка, а в задней части уровень пола повышается. Мелкосерийное производство началось в конце 2006 г, а в белорусские автопарки автобус начал поступать в конце 2007 г. В августе 2007 г был представлен пригородный вариант этого автобуса, получивший название «МАЗ-226». Он отличается отсутствием накопительной площадки, увеличенным до 31 количеством сидячих мест, и наличием небольшого багажного отсека по левому борту. В 2009 г. завод представил сочленённый автобус второго поколения «МАЗ-205», а впоследствии был выпущен современный автобус «МАЗ-215».

«АМАЗ» достиг серийного производства восьми моделей автобусов и более 50 модификаций на их базе, среди которых автобусы, предназначенные для эксплуатации в особых условиях: в северных районах – со специальной системой отопления и теплоизоляции салона, двойным полом, уменьшенной площадью остекления, а в южных районах – с усиленной системой вентиляции и увеличенными сдвижными форточками.

## 1.2 История создания и развития транспортной инфраструктуры

### 1.2.1 Водные пути сообщения

Первые исторические упоминания о создании инфраструктуры на водном транспорте отмечены в документах Римской империи I в. н. э. Главным элементом инфраструктуры на водном транспорте были речные и морские порты различного назначения. Наиболее древними являются порты Греции и стран Средиземноморья, которые основаны в III–II веках до н. э. При кратковременных стоянках суда вытягивались на берег. Но из-за значительной осадки больших парусных судов вытянуть их на берег было не легко. Поэтому для стоянки судов, их ремонта и технического обслуживания стали строить гавани, различные портовые сооружения. В городах – центрах морской торговли – возникли первые специально оборудованные порты. К наиболее древним портам относят Анфидон, просуществовавший с IX в. до н. э. по XII в. н.э., который использовался вавилонянами и ассирийцами, персами и греками, римлянами и арабами. Он упоминается в трудах античных ученых Птолемея, Плиния, Иосифа Флавия как одна из главных гаваней восточного Средиземноморья.

В Египте археологами был обнаружен древний красный морской порт, расположенный в 180 км к югу от прибрежного города Суэц, который был построен за 4500 лет до возведения Великой пирамиды Хеопса. В древнем Египте порт использовался для передачи меди из Синая в долину Нила. Специалисты считают, что найденная гавань была самой важной точкой в древнем Египте и использовалась жителями для экспорта с Синайского полуострова разных полезных ископаемых. Необходимо отметить в составе транспортной инфраструктуры этих государств важную роль каналов. В Древнем Египте появился и первый в мире судоходный канал, который соединил Красное море с одним из притоков Нила – реки, впадавшей в Средиземное море. Благодаря этому пути корабли могли переходить из одного моря в другое. Строительство данной водной артерии было начато около 600 года до н. э. Впоследствии канал многократно засыпался, восстанавливался и работает по настоящее время.

Основой мореходства были морские порты. Самый древний порт в мире был обнаружен в Китае, который датируется 220 г. до н. э. Порт расположен рядом с г. Нанкин, удачное размещение которого сыграло свою роль и в наши дни – в едином логистическом центре соединились порт, железнодорожный узел, аэропорт, сеть современных автомобильных дорог. В более позднее время получили дальнейшее развитие транспортные коммуникации античного периода – на Крите, в Греции, Римской империи. Самый древний

морской порт античной Греции – Пирей (рисунок 1.110), имеющий две гавани – внешнюю и внутреннюю. Достоинством порта было то, что он мог быть



Рисунок 1.110 – Древнейший морской порт мира – Пирей

хорошо защищен как от природной стихии (шторма), так и от нападений захватчиков. В древнем Риме морской порт Остия был создан в устье реки Тибр (30 км от Рима), при нем был построен припортовый город, обеспечивающий работу порта. Опыт инженерной конструкции порта был использован в Гамбурге, Шанхае и др., которые размещены в глубине своих стран (30–60 км от моря). В античные времена основное транспортное сообщение

существовало между странами Средиземноморья, и морские порты сыграли важную роль в развитии торговли, культурных обменов. В Римской империи для обеспеченных граждан были созданы (в современном понятии) зоны отдыха и дачного строительства в Северной Африке, что стало основой развития античного туризма.

История развития транспортных коммуникаций в славянских государствах рассматривается с IV в. н. э. с учётом новых государственных образований после распада Римской империи, а в последствии, и Византии. С появлением новых государств, таких как Великое княжество литовское (ВКЛ), Венгрия, Польша, Чехия, Великое княжество московское, Новгородская республика и др., активное развитие получила торговля, для транспортного обслуживания которой необходимы были удобные водные пути сообщения с выходом в Балтийское, Черное и Каспийское моря. Через данные государства проходил Великий шелковый путь из Европы в страны Индо-Китая. Географическое положение первых славянских государств представляло большие возможности для развития у них мореплавания. Путь из Балтийского в Черное море вплоть до XIV в. был важнейшей торговой артерией Европы. После возникновения новых государств в XV в., как, например, Золотая Орда, и расширения ВКЛ (от Балтийского до Чёрного морей), водные пути по рекам Днепр, Неман, Припять и Висла стали играть важную роль в транспортном сообщении, вплоть до воссоединения ВКЛ и Российского государства в конце XVIII в.

С воссоединением ВКЛ и Российского государства развитие внутренней торговли огромной страны (от Вислы до Амура) потребовало создания новых водных путей сообщения. Особое значение для освоения экономики западных районов *Белоруссии и Полесья* имел построенный в 1840 г. канал, соединивший реку Припять с Западным Бугом (приток реки Вислы), который обеспечивал прямой выход в водную систему Европы – Одер, Рейн, Дунай (через сеть каналов). На северо-западе Белоруссии был построен Августовский канал протяженностью 101 км, который соединил реки Вислу и Неман. Строительство

каналов активизировалось в XVIII-XIX вв. Была построена сеть каналов в Германии, соединившая крупные реки в единую транспортную сеть. Последним в XX в. был построен Панамский канал (протяжённость которого 77 км, был открыт в 1920 г). Он соединил берега Атлантического и Тихого океанов.

Большое развитие внутренних водный транспорт Российской империи получил в царствование Петра I. Были обеспечены экономические связи Российской империи с районами Балтийского, Азовского и Черного морей. В 1696 г. Петр I утвердил постройку канала Волга – Дон. Проект был реализован через 250 лет. Выход к Балтийскому морю и перенос столицы из Москвы к берегам Финского залива потребовали улучшения водных путей от Волги до Балтики с таким расчетом, чтобы суда следовали без перевалки грузов в верховьях рек. В 1703–1709 гг. была сооружена Вышневолоцкая шлюзованная система, соединившая Волгу с Невой через реки Тверцу, Цну, Мету, озеро Ильмень, реку Волхов и Ладожское озеро. В 1810 г. было открыто движение судов по новой трассе Шексна – Ковжа – Вытегра. Эта система, имеющая 38 малогабаритных деревянных шлюзов, была названа Мариинской. В 1964 г. было окончено строительство Волго-Балтийского водного пути вместо устаревшей Мариинской водной системы, соединившего Балтийское и Белое моря с Волжским бассейном. Новый водный путь имеет всего 7 современных железобетонных шлюзов, оборудованных средствами автоматики и телемеханики. Время прохождения судов по новому водному пути в 9 раз меньше, по сравнению с Мариинской системой, а пропускная способность – в 7 раз больше. В 1811 г. по трассе Молога – Тихвинка началось движение по второй системе, названной Тихвинской. Эти две водные системы позволили пропускать суда значительно большей грузоподъемности.

Развитие внутренней торговли в стране потребовало создания новых водных путей сообщения. В 1828 г. был сооружен Северо-Двинский водный путь, соединивший р. Шексну с р. Сухоной, который сыграл большую роль в развитии экономики севера. Особое значение для освоения экономики западных районов *Белоруссии и Полесья* имел построенный в 1840 г. канал, соединивший реку Припять с Западным Бугом (приток реки Вислы).

Крупные работы были осуществлены по развитию водных путей, строительству новых и реконструкции имевшихся речных портов. Реконструированы на новой технической основе средства сигнализации и связи. Управление многими сложными агрегатами и устройствами, в частности шлюзами, было автоматизировано, стали широко применяться информационные технологии, главным элементом которых является автоматизация системы управления (АСУ) на всех ступенях организационной структуры, а именно для судов, порта, пароходства и министерства. Судовые системы автоматизации направлены на достижение двух основных целей: 1) повышения производительности труда и на этой основе сокращения численности штата; 2) оптимизации сложных технологических процессов и обеспечения безопасности судоходства.

## 1.2.2 Воздушные пути сообщения

Инфраструктура воздушного транспорта возникла одновременно с организацией регулярных полетов воздушных транспортных средств. На ранних стадиях её создания она включала аэродромы с грунтовыми взлётно-посадочными полосами, аэропорты с минимальным перечнем услуг для пассажиров. Аэровокзалы на ранней стадии развития коммуникаций воздушного транспорта не предусматривались. Было сформировано понятие аэропорта как комплекса сооружений, предназначенного для приёма, отправки, базирования воздушных судов и обслуживания воздушных перевозок, имеющего для этих целей аэродром, аэровокзал (в крупных аэропортах нередко несколько аэровокзалов), один или несколько грузовых терминалов и другие наземные сооружения и необходимое оборудование.

Одним из первых аэродромов в мировой практике следует считать строительство и пуск в эксплуатацию аэродрома для приёма дирижаблей в г. Франкфурте на Майне в 1912 г, в котором могли приземляться как цепелины, так и самолёты. Первый в мире аэропорт, предназначенный для приема пассажирских самолетов, стал Кёнигсбергский аэропорт Девау, открывшийся в 1919 г.

История развития транспортных коммуникаций для нужд воздушного флота связана с их строительством в крупных мегаполисах: Нью-Йорке, Берлине, Гонконге, Токио и др. Практически аэродромы и аэропорты строились одновременно. Многие из них функционируют и в настоящее время. Следует остановиться на отдельных из них, опыт которых носит не только познавательный характер.

Аэропорт «Берлин-Темпельхоф» – аэропорт в Берлине, функционировавший с 1920 по 2008 г. В 1930-е годы по объёму перевозок Темпельхоф значительно превосходил аэропорты Парижа, Амстердама и Лондона. Длина ВПП аэропорта составляла 2116 м, поэтому размер самолётов, приземляющихся в Темпельхофе, был ограничен (не больше «Airbus A320» и «Boeing 727»), и аэропорт использовался преимущественно для рейсов внутри Германии и Европы. Аэропорт «Темпельхоф» также использовался для нужд авиации, не относящейся к регулярным рейсам авиакомпаний. В 2008 г. аэропорт был закрыт для регулярных пассажирских перевозок, а вся работа передана в аэропорт «Берлин-Шёнефельд» – крупнейший аэропорт Германии. Его особенностью является соединение нескольких видов транспорта, что очень удобно для пассажиров внутренних рейсов. Аэропорт функционирует с 1934 г. В составе комплекса «Берлин-Шёнефельд» находятся четыре терминала – А, В, С, D. Самым крупным из них считается терминал А, в котором расположена обзорная площадка и информационная стойка.

Один из знаменитых европейских аэропортов «Кройдон», построенных до Второй мировой войны, хранит в себе романтический дух истории ранней авиации. Особенностью данного аэропорта является устройство взлетно-посадочной полосы, которая пересекала дорогу с автомобильным движением. При этом перед появлением самолета взмахом красного флага движение по автомобильной дороге перекрывал специальный человек. Аэропорт знаменит еще и первой в мире авиадиспетчерской службой.

К числу крупнейших аэропортов мира отнесен нью-йоркский, введенный в эксплуатацию в 1929 г. В послевоенный период возникла необходимость в расширении международного воздушного сообщения г. Нью-Йорка, для чего был создан Нью-Йоркский международный аэропорт имени Джона Кеннеди, который функционирует в настоящее время и является крупнейшим аэропортом мира (рисунок 1.111). В 1998 г. аэропорт начал строительство рельсовой линии *AirTrain*, представляющей собой скоростное надземное мини-метро. Законченная в 2003 г., линия связала аэропорт со станциями городского метро и пригородной железной дорогой.



Рисунок 1.111 – Международный аэропорт им. Дж. Кеннеди

Вторым крупным аэропортом в США является международный аэропорт Балтимор-Вашингтон имени Таргуда Маршалла, открытый в 1950 г. для регулярных полетов самолетов. В 1980 г. в аэропорту открылся железнодорожный вокзал «BWI», с помощью которого пассажиры получили доступ к самой загруженной железнодорожной ветке США – так называемому Северовосточному коридору. С открытием вокзала «Международный аэропорт Балтимор-Вашингтон» стал первым аэропортом Соединённых Штатов, имеющим доступ к железнодорожной магистрали с междугородними маршрутами.

Заслуживает внимания исторический опыт строительства и эксплуатации аэропортов на труднодоступных и ограниченных территориях. Примером такого строительства является аэропорт Гонконга, первый полет из которого состоялся в 1924 г. Был реализован проект новой полосы, уходящей в море, и изначально длина полосы составляла 2194 м, затем была продлена до 3390 м, что сразу позволяло принимать самолёты любых типов. Особенностью данного аэропорта является также сложная аэронавигация, когда самолет при взлете должен был разворачиваться на 80–90°. В то же время данный аэропорт зажат в городской черте, что делает его уникальным и поучительным при выборе площадки для строительства аэродрома (рисунок 1.112).



Рисунок 1.112 – Аэропорт в Гонконге

Исторически сформировались 10 крупнейших самых загруженных аэропортов мира, к которым отнесены: международный аэропорт в Дубае (перевезено 57,7 млн пас. в год при пропускной способности 90,0 млн); Сукарно-Хатта (Soekarno–Hatta), Тангеранг, Индонезия (57,7 млн пас. в год); Даллас (58,6 млн пас. в год, аэропортом обслуживается 200 беспересадочных направлений); Париж – Шарль-де-Голль (61,6 млн пас. в год при плотности движения воздушных судов – 497763 борта); Лос-Анджелес (63,7 млн пас. в год, располагает девятью пассажирскими терминалами, сообщаемыми посредством шаттл-басов). Для перемещения между большинством терминалов пассажирам необходимо выйти из здания, воспользоваться автобусом); О’Хара, Чикаго, Иллинойс, США (66,6 млн пас. в год); Токио Ханэда, Япония (66,8 млн пас. в год); Хитроу, Лондон (70,1 млн пас. в год); Шоуду, Пекин (81,9 млн пас. и 557167 взлетов-посадок в год); Хартсфилд-Джексон, Атланта (95,5 млн пас. и 950119 взлетов-посадок в год).

Сооружение аэропортов в России и Беларуси было начато для гражданских перевозок практически одновременно в 30-е годы XX в. В Москве были построены сразу несколько аэропортов – Быково, Шереметьево, Внуково, Домодедово, ориентированных по направлениям движения. Для целей международных перевозок был выделен аэропорт Шереметьево-2. Первый аэропорт в Московском узле был построен в Быково, одноименной станции железнодорожной линии Казанского направления Московской железной дороги. Обслуживал авиарейсы в крупные промышленные центры России. Изначально имел грунтовую взлетно-посадочную полосу. Во время Великой Отечественной войны из кирпича была построена ВПП длиной 1000 м и шириной 80 м. Аэропорт был рассчитан на обслуживание 3 млн пассажиров. С 18 октября 2010 года эксплуатация аэропорта прекращена.

Вторым по значимости был аэропорт Шереметьево, официально открытый в 1957 г. для внутренних авиалиний и в 1959 г. – для международных. Позднее были построены остальные аэропорты московского транспортного узла, предназначенные только для внутренних авиарейсов.

В довоенной Беларуси использовался только один аэропорт «Минск-1». В остальных населенных пунктах, с которыми имелось авиасообщение, использовались только аэродромы с упрощенной инфраструктурой (деревянное здание аэровокзала и грунтовая ВВП). Аэродром «Каролино» был одним из первых в Беларуси (рисунок 1.113, *а*). Аэродром и аэропорт «Минск-1» довоенной архитектуры не сохранился, но в послевоенный период был быстро восстановлен (50-е годы XX в.) и сохранил внешний вид до прекращения его функционирования в XXI в. (рисунок 1.113, *б*).

а)



б)



Рисунок 1.113 – Исторические аэродромы и аэропорты Беларуси:  
*а* – аэродром «Каролино»; *б* – аэропорт «Минск-1»

В послевоенные годы в Республике Беларусь было построено семь аэропортов: – Минск, Гомель, Гродно, Мозырь, Витебск, Могилев, Брест. Из аэропортов, расположенных в областных центрах, выполнялись регулярные рейсы в Минск, Киев, Москву. Из аэропорта «Минск-1» дополнительно выполнялись рейсы в Симферополь, Адлер и Минеральные Воды, международные в Варшаву и Берлин. При аэропортах формировались авиапредприятия, за которыми был закреплен парк самолетов – Ан-2, Ан-24, Л-410, Як-40, Ту-134 и Ту-154, не требующий дорогостоящего технического обслуживания. В 90-е годы XX в. аэропорты в областных центрах были «заморожены» на длительный период. Их функциональное возрождение произошло в 2015–2017 гг. при организации чартерных полетов к местам отдыха граждан Беларусь – в Турцию, Грецию, Болгарию, Черногорию. В начале 90-х годов XX в. был построен национальный аэропорт «Минск-2», который первоначально ориентирован на международные перевозки пассажиров (рисунок 1.114).



Рисунок 1.114 – Национальный аэропорт Минск

Он имеет одну взлетно-посадочную полосу длиной 3641 м, что позволяет круглосуточно обслуживать все типы воздушных судов. Пропускная способность терминала составляет 3,6 млн пас. в год. В настоящее время воздушные гавани, расположенные во всех областных центрах страны, допущены к обеспечению международных полетов. Они оборудованы сертифицированными системами радиотехнического и светосигнального оборудования в соответствии с требованиями ИКАО. Аэропорты находятся в непосредственной близости друг от друга, среднее расстояние от Минска до них 240 км, между аэропортами Витебск и Могилев – всего 130 км. В связи с небольшой удаленностью аэропортов друг от друга и развитой сетью наземного транспорта внутренние республиканские грузовые и пассажирские потоки формируются на менее затратных наземных перевозках.

### **1.2.3 Создание и развитие сухопутных путей сообщения**

Значительную роль в историческом развитии человеческого общества сыграл сухопутный транспорт. Еще в седой древности наряду с тропинками, по которым груз перемещался носильщиками, на важнейших связях между поселениями, городами и государствами по мере их развития стали возникать естественные караванные пути. Раскопки археологов и исследования историков говорят о том, что наиболее интенсивное движение караванов было на Древнем Востоке. Самым большим по протяженности был так называемый Великий шелковый путь (7000 км), который связывал Дальний Восток с Африкой и Европой. Сильнейшая засуха, произошедшая в XXIV – XXII вв. до н. э. на этих территориях, полностью приостановила судоходство по рекам, что привело к необходимости создания сухопутных коммуникаций – первых дорог с твердым покрытием (утрамбованным грунтом).

Изобретение колеса стало следующим логическим шагом в развитии сухопутного транспорта, благодаря которому были созданы искусственные наземные дороги. Опыт показывал, что колесные повозки требуют подготовленной поверхности для их пропуска, при этом чем ровнее и тверже поверхность, по которой катится колесо, тем меньшее усилие требуется для тяги повозки. Чрезмерная крутизна дороги и большие неровности на проезжей части резко затрудняли или полностью исключали применение колесных повозок. Человечество поняло, что в отличие от морских и речных путей сообщения, расположение которых предопределено самой природой, искусственные дороги в принципе можно прокладывать в любом направлении и в любую точку суши. Там, где строились сухопутные дороги, государства росли территориально и укреплялись в хозяйственно-политическом отношении. Даже в Египте и Вавилоне с их богатыми водными путями сообщения сухо-

путные дороги играли первостепенную роль, так как позволяли осваивать, прежде всего, удаленные от водных коммуникаций плодородные земли.

После расширения Персии, которую царь Дарий I разделил на 20 областей, управление государством было бы невозможным без сети сухопутных дорог. Такая сеть была создана в древнем государстве. Основой ее была «Царская дорога» длиной 2400 км, соединяющая Эфес на побережье Эгейского моря и город Сузы вблизи Персидского залива. Геродот, проехавший по этой дороге, свидетельствует, что примерно через каждые 25 км на ней сооружены станции с различными службами и помещениями. Вдоль нее были возведены храмы, дворцы и скульптурные украшения. Наместники (руководители) областей обязаны были постоянно следить за исправностью дорог и безопасностью движения по ним путешественников и торговцев.

Сухопутные пути сообщения строились в основном в могущественных государствах античного мира. Так, в Римской империи, занимавшей большие территории на трех континентах, была сооружена обширная сеть сухопутных дорог общим протяжением около 300 тыс. км. Все дороги Рима начинались от площади Форума, на которой был установлен «золотой» столб, как нулевая точка отсчета расстояний, и лучами расходились на пять главных направлений: 1) на Азию с переправой через Адриатическое море к Балканскому полуострову и с дальнейшим разветвлением дороги на юг Греции и на северо-восток к Херсонесу и далее; 2) Византию и далее на Азию; 3) Германию и Британию; 4) Испанию; 5) Африку с переправой через Мессинский пролив в Сицилию и далее на Карфаген, откуда одна ветвь шла на запад по побережью Африки до Гибралтарского пролива, а другая – на восток до Александрии.

Римляне показали высочайший класс инженерного искусства в сооружении дорог. Так называемая «Аппиева дорога» – начальный участок магистрали Рим – Африка, возникшая более 2000 лет назад, частично сохранилась до сих пор, поражая инженеров совершенством своей конструкции. Чудом дорожного искусства древних римлян считалась также «Троянова дорога», проложенная по берегу Дуная. В районе «Железных ворот», где Дунай течет в глубоком ущелье, она была вырублена частично в отвесных скалах, а частично висела на мощных деревянных брусках, укрепленных концами в шурфах. В пересеченной местности на дорогах уменьшали уклон для безопасности и удобства передвижения путешественников. Все римские дороги были мощеными (рисунки 1.115).



Рисунок 1.115 – Мощёная римская дорога

Иногда дороги прокладывались по линии равных высот, а потом резко понижались и вновь шли горизонтально. На поворотах дороги становились значительно шире, чтобы едущие навстречу друг другу повозки могли разминуться, не сцепившись между собой колесами или передком. Римляне ввели **классификацию дорог**, разделив их на три типа:

– общественные (лат. *Viae publicae*) – основные дороги Римской империи, соединявшие между собой наиболее крупные города, основные дороги Римской империи, соединявшие между собой наиболее крупные города. Управление такой дорогой препоручалось государственному чиновнику – дорожному смотрителю (лат. *curator viarum*), который отдавал приказы по поводу любых работ, связанных с дорогой, в том числе следил за её состоянием и в случае необходимости организовывал их ремонт. Средняя ширина *viae publicae* составляла от 6 до 12 м;

– проселочные (лат. *Viae vicinales*) – дороги ответвлялись от *viae publicae* и соединяли между собой деревни и поселки в одной области. Они составляли основное число дорог древней транспортной сети. Средняя ширина *viae vicinales* составляла около 4 м;

– частные – (лат. *Viae privatae*) соединяли крупные владения (*виллы, поместья*), с *viae vicinales* и *viae publicae*. Они находились в частной собственности и полностью финансировались владельцами. Средняя ширина *viae privatae* составляла от 2,5 до 4 м. Для того чтобы ориентироваться на местности, римские инженеры через определенные промежутки воздвигали



Рисунок 1.116 – Мильный камень античной дороги

на обочинах дорог мильные камни (*miliarium*). Они представляли собой цилиндрические колонны высотой от 1,5 до 4 м и диаметром от 50 до 80 см. Колонны стояли на кубических основаниях, углубленных в землю примерно на 60–80 см. Весили мильные камни более 2 тонн (рисунок 1.116). Эти столбы, в отличие от современных дорожных указателей, не ставились через каждую милю. На них указывалось расстояние до ближайшего населенного пункта. На верхней части каждого мильного камня находились надписи: имя императора, по указу которого строилась или ремонтировалась дорога, его титулы, расстояние от данной точки до ближайшего населенного пункта, большого дорожного перекрестка или границы. Расстояния римляне исчисляли в милях (римская миля равнялась 1000 двойных шагов и составляла примерно 1,48 км).

В целом римские дороги характерны тем, что строились в прямом направлении на максимально возможную длину. Когда водные преграды

приходилось пересекать, строители старались подвести дорогу к броду или же перекидывали деревянные или каменные мосты, некоторые из которых сохранились и используются в наши дни (рисунок 1.117, а).

а)



б)



Рисунок 1.117 – Античные мосты на римских дорогах:  
а – с бесплатным проездом; б – с платным проездом

Первые римские мосты были бесплатными для пользователей, но с 20 г. н. э. по указанию императора Октавиана Августа за проезд через мост устанавливалась плата. Для взимания оплаты за проезд через мосты в его конструкцию были внесены дополнительные изменения – в виде специальных башен, которые сохранились до наших дней (рисунок 1.117, б).

В период феодального строя развитие сухопутных транспортных коммуникаций связано в основном с расширением римской сети дорог и устройством мостов через крупные водные преграды. При этом сохранялись принципы, заложенные римлянами: платный проезд по мостам, наличие ответственных лиц за эксплуатацию дорог, использование классификатора дорог и появление частно-государственного партнерства при их строительстве. Значительная часть мостов, построенных в период II–XVIII вв., эксплуатируется и в наши дни, а инженерная конструкция арочного моста используется при строительстве современных мостов.

У восточных славян искусственные грунтовые дороги появились в VI в. сначала на волоках между реками, а затем и как самостоятельные пути сообщения, не связанные с водными. Это были простые просеки в лесах и укатанные самими повозками ленты грунтового пути, которые были более надежны зимой и непроходимы в распутицу. Транспортировка грузов даже по таким дорогам сдерживалась и осложнялась многочисленными пошлинами, которые взыскивались с купцов и путешественников, а также различными «правами» феодалов, церкви и князей.

В новое время, в отличие от средних веков, транспортные коммуникации стали активно развиваться. Этому способствовала потребность в них в первую очередь для военных целей и в связи с активным развитием торгов-

ли и промышленности. Передовыми в этом плане стали Великобритания, Германия и Россия, в которых получила развитие новая инженерная мысль в мостостроении, вызванная необходимостью преодоления крупных водных преград и обеспечения речного судоходства крупных судов. В Великобритании появился первый разводной мост, созданный на базе средневекового и обеспечивающий требуемое судоходство по Темзе.



**Рисунок 1.118 – Самый высокий мост на планете – Виадук Мийо во Франции**

В XX в. строительство дорог получило новое развитие, особенно мостостроение, что позволило повысить скорости движения автомобилей даже на горных трассах. Так, с использованием современных конструкций во Франции был построен самый высокий мост на планете (рисунок 1.118). Ввод его в эксплуатацию позволил спрямить современную магистраль в плане и профиле, значительно повысить безопасность и скорость движения ав-

тотранспортных средств. Получило развитие и строительство автобанов – скоростных автомобильных дорог. Первоначально, идея создания сети высокоскоростных автомагистралей, соединяющих всю страну, возникла в 1920-е годы, во времена Веймарской республики. Однако из-за высокой стоимости проекта, вкпе с огромными финансовыми проблемами Германии, он изначально был реализован только в 40-годах XX в. (в 1934 г. в Германии было 20 км высокоскоростных автодорог, а в 1940 г. уже 3736 км). Немцы первыми оценили все преимущества автобанов. Впоследствии они стали строиться во многих государствах, обеспечивая безопасное движение автотранспортных средств со скоростями свыше 250 км/ч.

#### **1.2.4 Создание и развитие железнодорожной инфраструктуры**

Железные дороги были созданы не на пустом месте, а стали продолжением колейных дорог, практиковавшихся еще с древних времен в виде разного рода гладких полос для облегчения перекатывания по ним тяжестей. В древней Индии, Египте, Греции и Риме устраивались глубокие желоба для колес повозок, а в средние века появились дороги, состоящие из двух продольных деревянных лежней, скрепленных поперечными брусьями. Вагоны также были деревянными. Но лишь в 1820 г. англичанину Джону Беркин-

шоу удалось прокатать длинные железные рельсы (4,5 м длиной). Активное строительство железных дорог в Англии, Франции, Австро-Венгрии, Германии и США проходило в середине XIX в. Оно велось в основном при поддержке государства и с привлечением частного капитала (обычно в долях 50:50 %). Первая железная дорога, построенная в России, была Царскосельская, между С.-Петербургом и Павловском, длиной в 24 версты. Дорога эта, разрешенная с 1835 г. частным предпринимателям, открыта была в 1838 г. и по своей малой доходности меньше всего могла поощрять к новым предприятиям в том же роде. Всего до 1860 г. в мире было построено примерно 100 тыс. км железных дорог, из них почти 50 тыс. – в США, 16,8 тыс. – в Великобритании, 11,6 тыс. – в Германии и 9,5 тыс. км – во Франции. Из других стран, где в этот период разворачивалось железнодорожное строительство, следует отметить Бельгию, где до 1860 г. было построено 1,8 тыс. км железных дорог, что с учетом сравнительно небольшой территории страны следует считать значительным достижением, а также Испанию – 1,9 тыс., Италию – 1,8 тыс., Австро-Венгрию – 4,5 тыс. км. Уже тогда поражали темпы строительства железных дорог в США, где с 1850 по 1860 гг. было построено 34,8 тыс. км новых линий. В Азии первая железная дорога была построена в 1853 г. в Британской Ост-Индии, в Африке – в 1856 г. в Египте, в Австралии – в 1854 г. Интенсивность строительства железных дорог была снижена в период мирового экономического кризиса 1873–1900 гг. После окончания кризиса в следующем десятилетии темп строительства железных дорог снова возрос до 239,8 тыс. км. В 1908 г. протяженность железных дорог земного шара превысила 1 млн. км. Если с 1838 по 1864 гг. (включительно) в России было построено 3 583 км, т. е. за 27 лет в среднем строилось 132 км в год, то за десятилетие (1864– 1873 гг.) было построено 12 588 км, – в среднем по 1,5 тыс. км в год. В отдельные годы строилось свыше 2,5 тыс. км. Первые железные дороги строились без пересечений путей, и только с изобретением стрелочных переводов (рисунок 1.119) появилась возможность создавать разветвленную сеть и более широко использовать однопутные линии.



Рисунок 1.119 – Первый стрелочный перевод

Зарождение второй железной дороги в России, а именно Варшавско-Венской, относится к 1838 г., когда было образовано акционерное общество для постройки этой дороги. Строительство С.-Петербурго-Московской железной дороги было инициировано Николаем I. К 1 ноября 1851 г. строительство

двухпутной железной дороги С.-Петербург – Москва протяженностью 650 км было завершено, и она сдана в эксплуатацию. Магистраль явилась крупнейшим инженерно-техническим сооружением России середины XIX в.

При строительстве железных дорог исторически определилась ширина рельсовой колеи, которая связана с применявшимися мерами длины в разных странах. В результате была установлена ширина рельсовой колеи в большинстве стран Европы 4 фута 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> дюймов (1435 мм), в России – 5 футов (1524 мм), в Испании и Португалии – 1600 мм.

В 1869 г. в России впервые в мире было введено бесперегрузочное сообщение, допускавшее эксплуатацию грузовых вагонов, принадлежащих разным владельцам, по ряду дорог страны. Эта система эксплуатации обусловила нормализацию парка грузовых вагонов, то есть создание одинаковых по типу, конструкции и размерам вагонов для всех дорог России. Окончательно (по всем дорогам) система внедрена в 1889 г. В мировой практике оно нашло применение только в XX в.

С учетом огромных расстояний России наиболее протяжённая сибирская магистраль сдавалась в эксплуатацию по частям, по мере завершения строительства отдельных участков. За 1892–1895 гг. была сооружена Западно-Сибирская дорога от Челябинска до Новосибирска. В 1897 г. была построена самая отдаленная железная дорога России – Уссурийская (от Владивостока до Хабаровска). В 1898 г. была открыта Средне-Сибирская дорога от Новосибирска до Иркутска с последующим продолжением ее до озера Байкал.

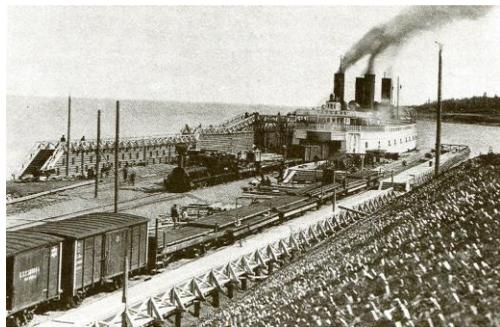


Рисунок 1.120 – Паромная переправа через озеро Байкал

Ввиду высокой стоимости и трудностей, связанных с проведением железнодорожной линии в обход озера Байкал, было принято решение временно отложить сооружение участка Кругобайкальской дороги и строить паромную переправу через озеро Байкал (рисунок 1.120). В 1900 г. была введена в эксплуатацию Забайкальская дорога от ст. Мысовая до ст. Сретенская. Таким образом, к 1900 г. Сибирская магистраль осталась незаконченной.

В восточной части была построена линия от Владивостока до Хабаровска, а с запада на восток Сибирская магистраль была проложена до Сретенска. Строительство Сибирской магистрали явилось крупным достижением русского инженерного искусства. Подвижной состав железной дороги в значительной степени был изготовлен русской промышленностью.

Важным вопросом, оказавшим влияние на строительство железных дорог, стал вопрос об их собственности: в США они строились на правах концессии и изначально были частными; в европейских странах – строило государство за счёт собственных финансовых ресурсов, после чего железная дорога приватизировалась. Так, вопрос о продаже Николаевской железной дороги был вынесен на рассмотрение Совета министров с присутствием императора и решен в пользу приватизации со следующим интересом государства: дорога передавалась в частную собственность на 84 года и в течение этого срока акционерное общество обязывалось платить ежегодно проценты и погашать 7,2 млн руб. по облигациям, выпущенным под доходы Николаевской дороги на общую сумму 132 млн руб. Из оставшейся части дохода надлежало выделять казне три четверти в течение первых 10 лет и половину в последующие годы. На полученные от продажи деньги, а также средства от займов в 1868 г. был образован Железнодорожный фонд, который непрерывно пополнялся за счет все новых и новых займов (только в 1871–75 гг. таким путем казна получила 350 млн руб.).

Наряду с линейной прокладкой железных дорог шло интенсивное строительство станций. Поворотным моментом в развитии сортировочных станций стало применение сортировочных горок, определившее технологию переработки вагонопотоков на многие десятилетия вперед. Этому также способствовало создание сдвоенного стрелочного перевода (рисунок 1.121).

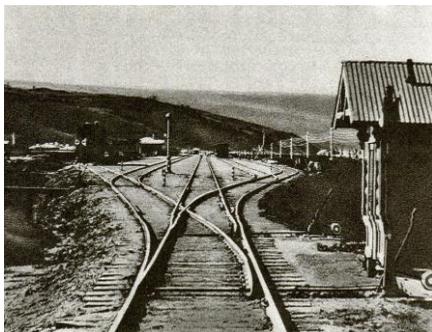


Рисунок 1.121 – Конструкция сдвоенного стрелочного перевода

Первыми станциями с сортировочными горками были: в Германии – Шпельдорф (1876 г.), во Франции – Терр-Нуар (1888 г.). Применение сортировочных горок позволило устранить основной недостаток наклонных вытяжек – необходимость расцеплять вагоны на уклоне, используя для этого ручные тормозные средства. Начало формирования сортировочных станций на сети железных дорог России относится к концу 70-х годов XIX в. Созданию сортировочных станций способствовало введение прямых сообщений с одной дороги на другую. Первую в России сортировочную станцию Петербург-Сортировочный построили в 1877–1879 гг. В 1881 г. вошла в эксплуатацию ст. Москва-Сортировочная на Московско-Рязанской дороге.

Начало формирования первых железнодорожных узлов в России относится к 1853 г., когда между станциями Петербург-Московский и Петербург-Варшавский была построена соединительная ветвь. Впоследствии такие ветви соединили между собой станции Балтийской и Варшавской железных дорог и ст. Петербург-Сортировочный-Московский. Построенная в 1881 г. портовая ветвь соединила Варшавскую линию со ст. Новый Порт, с ответвлением на ст. Пушино до Морской пристани. Так к началу 80-х годов зародился Петербургский железнодорожный узел.

В начале XIX в. темпы строительства новых железнодорожных линий замедляются в связи с уже довольно высоким насыщением многих территорий железными дорогами и высокими затратами на их эксплуатацию. Поэтому основное внимание уделяется совершенствованию техники и технологии работы железнодорожного транспорта, где имелись значительные резервы для сокращения эксплуатационных расходов. В 1880 г. Т. Эдисон провел первые опыты по применению электрической тяги на железной дороге. В том же году в Петербурге инж. Ф. Пироцкий построил рельсовую линию, электрический вагон и провел первые испытания. В 1889 г в Гатчине инж. И. Романов построил первую в России электрическую железную дорогу длиной 0,2 км. На Николаевской железной дороге были уложены широкоподошвенные рельсы массой 29,5 кг/ м, высотой 78 мм и длиной 5486 мм, применялся балласт толщиной 50 см на насыпях и 80 см в выемках. На Веребинском подъеме этой дороги впервые в России в 1866 г. вместо железных рельсов были уложены стальные. Рельсовые стыки первоначально устраивались на опоре. Стыки на весу стали применяться в России в 1868 г. При этом типе стыка сначала использовались плоские накладки, а затем фасонные (угловые), первое время только с наружной стороны рельса, а с 1863 г. стали устанавливать фасонные с обеих сторон. В 1874 г. в России была проведена первая типизация рельсов для российских железных дорог, в результате которой принято четыре типа – Iа, IIа, IIIа, IVа, разработаны условия их изготовления, оставшиеся без изменения до начала 40-х годов XX в. В 1888 г. русский инженер А. А. Холодецкий разработал теорию вписывания двух-, трех-, четырех- и *n*-осных экипажей в кривые и вывел формулы для определения давления реборды колеса на рельс. В 1922 г. промышленность начала производить для транспорта прокатку новых рельсов. К началу 1928 г. в путь было уложено около 9 тыс. км новых рельсов. Однако в этот период в путь в основном укладывались рельсы лёгких типов. Появление же локомотивов тяжёлых типов и резкое увеличение скоростей

движения потребовали реконструкции рельсового хозяйства, и в первую очередь, на грузонапряжённых направлениях.

В первом периоде развития сортировочного хозяйства расформирование составов и направление отцепов на пути, соответствующие их назначению, осуществлялись, как правило, на горизонтальных путях, расходящихся веерообразно от одного общего (вытяжного) пути с помощью стрелочных переводов. Сначала этот процесс осуществлялся методом осаживания, затем стали применять подталкивание. При этом группы вагонов отцеплялись от подталкиваемого маневровым локомотивом состава, а затем, после затормаживания этого локомотива, отделялись от него и двигались по инерции по нужным маршрутам. Русскими инженерами были созданы схемы путевого развития, которые на долгие годы стали основными при строительстве станций в сложных геологических условиях. Наряду с этим способом передвижение отцепов на соответствующие пути в ряде стран выполнялось с помощью конной тяги, например, в России. В США на станциях Ист-Детройт, Хоторн, Пекертон и др. применялись маневры с помощью шеста (такая технология используется на многих станциях Западной Европы и в наши дни). В 1846 г. в Германии станция Дрезден–Фридрихштадт была построена на уклоне. В 1863 г. такая станция была сооружена во Франции (Сен-Этьен), в 1873 г. – в Англии (Эдж-Хилл). В США некоторые станции или отдельные их паркы также сооружались на уклоне, например, станции Гринвиль, Логанспорт, Шеридан. На таких станциях маневры осуществлялись «самотеком» под действием силы тяжести вагонов.

Поворотным моментом в развитии сортировочных станций стало применение сортировочных горок, определившее технологию переработки вагонопотоков на многие десятилетия вперед. Первыми станциями с сортировочными горками были: в Германии – Шпельдорф (1876 г.), во Франции – Терр-Нуар (1888 г.). Применение сортировочных горок позволило устранить основной недостаток наклонных вытяжек – необходимость расцеплять вагоны на уклоне, используя для этого ручные тормозные средства.

Начало формирования сети сортировочных станций на железных дорогах России относится к концу 70-х годов XIX в. Их созданию способствовало введение прямых сообщений с одной дороги на другую. Первую в России сортировочную станцию С.-Петербург-Сортировочный построили в 1877–1879 гг. Ее расположили на ровной местности, не требующей значительных земляных работ и искусственных сооружений. Она строилась двусторонней: с двумя комплектами парков приема, сортировки и отправления, расположенными по обе стороны от главных путей. Один комплект парков

предназначался для четного, второй – для нечетного направления движения поездов. Оба сортировочных парка имели наклонные вытяжные пути с десяти тысячным спуском, позволявшие вагонам передвигаться за счет собственной силы тяжести (без помощи паровоза).

С начала эксплуатации железных дорог возникла проблема управления движением поездов по условиям обеспечения безопасности. К вопросам безопасности стали относиться более серьезно, так как по результатам крушений железные дороги несли значительные финансовые потери, имелись человеческие жертвы. Из строя выходил в основном подвижной состав, особенно локомотивы, восстановление которых занимало много времени и финансовых затрат.

Исторический путь развития системы управления движением поездов включает ряд этапов:

1 С момента ввода первой линии в эксплуатацию возникла проблема передачи сообщений на поезд или на соседнюю станцию. Был применен оптический телеграф, опыт использования которого имелся в русском военноморском флоте. Телеграфные посты находились у будок путевых сторожей, т. е. на расстоянии 1–2 км друг от друга. Сигналы передавались днем черными шарами, а ночью – красными фонарями.

2 В первой половине XX в. продолжалось совершенствование устройств автоматики, телемеханики и связи с применением рельсовых цепей для регулирования движения поездов. Принцип работы основан на механическом взаимодействии путевых устройств со специальным башмаком, подвешенным на локомотиве. Этот принцип практически без системных изменений используется и в настоящее время.

3 В связи с завершением строительства магистрали Петербург – Москва и сооружением других линий возник вопрос о введении постоянных оптических сигналов. Их начали применять впервые в 1860 г. в виде красных и зеленых дисков. Красные диски в качестве входного сигнала имели два положения: открытое (днем к машинисту обращено ребро, ночью – белый огонь) и закрыто (днем к машинисту обращена плоскость, ночью виден красный огонь). Зеленые диски устанавливались на расстоянии 500–800 м от входной стрелки станции и предупреждали о приближении к входному сигналу. Наиболее удачным оказался семафор, предложенный профессором Петербургского института инженеров путей сообщения Я. Н. Гордеенко. К 90-м годам XIX в. он стал преобладающим типом сигнальных устройств.

4 Средствами связи при движении поездов служили телеграф и позже – телефон. Крупным шагом вперед в деле обеспечения безопасности движения поездов было введение блокировки, посредством которой путевые се-

мафоры запирались на время, пока на соответствующем участке пути находился поезд. Первой практически удовлетворительной системой блокировки была система Тейера, появившаяся в 1852 г. в Англии и примененная в 1868 г. в России. В дальнейшем появился целый ряд систем блокировки (Годжонса, Лартинга, Сайкса и др.). В конце 80-х годов XIX в. английскими инженерами Веббом и Томсоном были изобретены жезловые аппараты для регулировки движения поездов на однопутных дорогах. С 1897 г. они получили распространение на дорогах России и использовались до 50-х годов XX в. Основными способами регулирования движения поездов являлись телеграфная связь, электрожезловая система и полуавтоматическая путевая блокировка.

5 Из приборов, устанавливавшихся на локомотиве, следует отметить скоростемер электромеханика О. И. Графтио, относящийся к 1878 г. Прибор фиксировал скорость движения поезда, моменты остановки и трогания с места. Фиксация осуществлялась грифелем на бумажной ленте. По данным Московско-Брестской дороги, число случаев превышения скорости поезда после введения указанных скоростемеров снизилось в 8 раз.

6 Подавляющее большинство станций не имело централизации управления стрелками и сигналами. В 1904 г. начальник службы телеграфа Рязано-Уральской дороги А. П. Руднев разработал и внедрил систему ключевой зависимости. В этой системе устанавливались контрольные замки как на стрелках, так и в аппарате на стрелочном посту. В 1909 г. на ст. Павловск-Второй под Петербургом была установлена ключевая зависимость системы В. С. Мелентьева, в основе которой лежали изобретенные им замки, отличавшиеся высокой надежностью. Эта система получила в дальнейшем широкое применение. В 70-х годах XIX в. на смену ручному управлению стрелками пришли устройства централизации стрелок и сигналов. Это были механические системы, в которых для управления использовалась мускульная сила человека. При централизации значительно сокращалось время на приготовление маршрута и уменьшалось количество работников станций. Первые системы централизации стрелок и сигналов появились в 1870 г. на станциях Петербурго-Московской дороги.

7 При организации связи между станциями на железных дорогах основным телеграфным аппаратом с 1854 г. был аппарат Морзе, простой в обслуживании и надежный в работе. С 1909 г. на железных дорогах начали внедрять буквопечатающие телеграфные аппараты Бодо. К 1917 г. эти аппараты обслуживали 12 тыс. км линий связи, а к 1940 г. XX в. протяженность железнодорожной связи увеличилась более чем в 4 раза. В 1936 г. вся сеть железных дорог СССР имела диспетчерскую телеграфную связь. Широкое развитие получила станционная и линейно-путевая телефонная связь с избирательным вызовом. За период 1928–1940 гг. диспетчерская поездная

связь была увеличена почти в 6 раз, постанционная – в 5 раз, а линейно-путевая – более чем в 10 раз.

8 Автоблокировка является одним из наиболее эффективных способов повышения пропускной способности линий, особенно двухпутных. С 1930 по 1940 гг. построено 8,4 тыс. км автоблокировки и, в первую очередь, на основных направлениях, обеспечивающих важнейшие связи Центра с Югом и Кавказом, Урала с Кузбассом, Донбасса с Приднестровьем и Кривым Рогом. Удельный вес телеграфа и телефона как средств связи по движению поездов сократился с 45,7 % в 1928 г. до 15 % в 1940 г.

9 Широкий размах получили работы по централизации стрелок и сигналов. За годы довоенных пятилеток 4300 стрелок было оборудовано механической и 10500 – электрической централизацией. В 1936 г. впервые участок протяжением 67 км был оборудован диспетчерской централизацией. Для повышения безопасности движения поездов в 1935 г. была создана первая в СССР локомотивная сигнализация с автостопом, предупреждающая проезд закрытого светофора.

Использование железных дорог для перевозки пассажиров потребовало строительства вокзалов. Название «Вокзал» произошло от английского «Voauxhall» – названия парка с концертным залом для увеселительной эстрадной программы, находившегося в XVIII в. в пригороде Лондона и принадлежавшего лорду Дж. Воксу. В России, Франции, Германии, Англии XIX в. вокзалы носили многофункциональный характер: служили концертными залами и увеселительными заведениями; использовались по прямому назначению для отправления и прибытия пассажиров. Следует отметить, что самой известной концертной площадкой России был Павловский вокзал (рисунок 1.122), на котором известный композитор И. Штраус провел 20



Рисунок 1.122 – Павловский вокзал

языкальных сезонов. Вокзалы строились длительное время. Так, Витебский вокзал в С.-Петербурге, расположенный в начале Царкосельской железной дороги, начали строить в 30-е годы XIX в., а закончили в 1904 г., когда он приобрел современные очертания. В середине века данный вокзал был построен к окончанию прокладки железной дороги между С.Петербургом и Москвой (1852 г.). Внешний вид вокзала за последние 100 лет практически не изменился, что говорит о качестве проектирования и строительства. В этот период стало характерным строить вокзалы тупикового типа, ограничивающие железнодорожное направление. Самое большое их количество было построено в Лондоне – 15, Париже – 7, Москве – 6, С. Петербурге – 5. Однако с увеличением расстояний поездки пассажиров с объёмным багажом размеще-

ние многих вокзалов в крупных городах стало неудобным при пересадках на поезда разных направлений.

С ростом популярности железных дорог для пассажирских перевозок к концу XIX – началу XX веков вокзалы освобождались от развлекательных функций. Постепенно они стали превращаться из аттракциона в делового партнера, посредника, слугу пассажира, частью транспортного бизнеса, который приносил железным дорогам более 1/3 доходов от пассажирских перевозок. Вокзалы начали строить с перекрытиями над перронными путями, что обеспечивало защиту пассажиров от снега и дождя (рисунок 1.123).

а)



б)

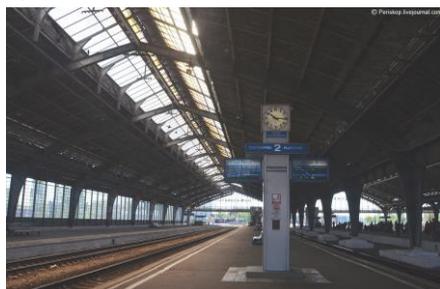


Рисунок 1.123 – Вокзалы, совмещенные с перронными путями:  
а – американских; б – немецких

На железных дорогах России такими вокзалами являлись Киевский в Москве, Московский, Витебский в С.-Петербурге. Был использован опыт немецких и американских архитекторов по строительству комплексных зданий вокзалов, совмещенных с перронными путями под одной шатровой крышей. Одним из таких вокзалов, сохранившимся до наших дней, является вокзал станции Львов (*Lemberg*). Самый большой вокзал в мире был построен в Нью-Йорке 100 лет назад, который имел 44 платформы и 67 железнодорожных путей. Вместе с тремя станциями метрополитена, расположенными рядом, он образует гигантский конгломерат, за один день через этот транспортный «муравейник» проходит более полумиллиона пассажиров, что делает его одним из наиболее посещаемых мест в мире.

В XIX в. вокзал стал приобретать статус многофункционального сооружения. Показательным может рассматриваться опыт вокзала Шёнефельд в Германии, который построен в пункте стыкования железнодорожного, автомобильного, речного, городского и воздушного транспорта. Расположение зданий вокзалов в центрах городов потребовало их компактного размещения. Так, в Праге (Чехия) крыша пассажирского вокзала выдвинута в сторону города и служит основанием верхнего яруса площадки, по которой

проходит транзитная автомагистраль. Под зданием вокзала расположена станция метро. Та же задача решена на Южном вокзале Будапешта (Венгрия). Здесь возвели четырехярусный комплекс, в котором: на нижнем этаже расположена станция метро; выше под улицей, – система пешеходных тоннелей, выводящих пассажиропоток в заглубленный вестибюль открытого типа; на уровне земли – городской транспорт общего пользования (трамвай, автобус); на уровне второго этажа – зал вокзала и перронные пути. Аналогичные многоярусные вокзалы возведены в Вене, Франкфурте-на-Майне, Париже.

С возникновением железных дорог у человечества появилось стремление к быстрейшему и комфортному преодолению расстояний. К первому успешному опыту высоких скоростей на железнодорожном транспорте стоит отнести достижение величины в 93 км/ч на одном из участков Большой Западной железной дороге в Англии в 1847 г. В конце XIX – начале XX столетия основные инженерно-технические решения в области высокоскоростного железнодорожного движения создавались во Франции и Германии. Так, в 1890 г. паровоз «Stampton» во Франции с пассажирским поездом весом 157 т развил скорость 144 км/ч. Ответом на рекорд французских инженеров стало достижение скорости 210 км/ч на участке Мариенфельде – Цоссен в Германии. В России в 1913 г. выполнена поездка пассажирского поезда со скоростью 125 км/ч. В отличие от Германии и Франции, где все эксперименты в области высокоскоростного движения поездов проводились со специальным подвижным составом, в России такие скорости достигались обычным серийным паровозом. Необходимо отметить, что на железной дороге С.-Петербург – Москва с 1901 г. курьерские поезда следовали со скоростью 110 км/ч, а с 1915 г – 117 км/ч. Скоростное движение на железнодорожном транспорте связано с назначением фирменных поездов: в СССР – первый фирменный поезд «Красная стрела» (Москва – Ленинград, 1931 г.); Италия – скоростные поезда ETR-500 «Красная стрела» и ETR-610 «Серебряная стрела»; фирменные поезда «Fertagi» (курсируют между Австрией, Германией и Италией) и др.

На Российских железных дорогах опыт скоростного пассажирского движения отрабатывался на линии Ленинград – Москва. Так, в 1938 г. с использованием специально выпущенного паровоза с нагрузкой на ось 20,5 т была достигнута скорость 177 км/ч. В начале 60-х годов XX в. была выполнена модернизация линии Ленинград – Москва, что позволило продолжить инженерно-технический поиск в области увеличения скоростей движения пассажирских поездов. После модернизации путевого хозяйства на

линии Ленинград – Москва в 60-х годах XX в. на этой линии была достигнута максимальная для того времени скорость 220 км/ч.

В мировой практике работы по повышению скоростей движения пассажирских поездов с использованием традиционного пути продолжались до середины 60-х годов XX в. Во Франции в 1955 г. впервые в мире был достигнут рубеж рекорда скорости 331 км/ч. В этот же период во Франции, Японии и Германии стали строить специализированные линии для высокоскоростного движения пассажирских поездов, имеющие особую инженерную конструкцию. В каждой из этих стран приняты законы о создании общенациональной сети высокоскоростных железнодорожных линий, определено участие государства в финансировании строительства самих линий и приобретения подвижного состава. Эти законы дали импульс развитию высокоскоростного движения пассажирских поездов практически во всех европейских странах, в которых на главных магистралях государства введены скорости 250–350 км/ч в качестве нормального явления.

Введение высокоскоростного движения пассажирских поездов дало большой экономический эффект. Предприятия национальной промышленности в годы депрессии смогли преодолеть экономический кризис. Получило значительный толчок развитие научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте. Возросла культура пассажирских перевозок. Во всех странах Европы при введении высокоскоростного движения пассажирских поездов отказались от воздушных перевозок внутригосударственного сообщения, что позволило сократить значительные государственные затраты на субсидии убыточных перевозок пассажиров. Изменился взгляд на взаимодействие видов транспорта в пассажирском сообщении: применена оптимальная схема: автобус (такси) – поезд – самолет. Воздушные перевозки стали выполняться в европейских странах в основном между городами, расположенными между континентами и в страны СНГ.

### **1.2.5 Трубопроводный транспорт**

Трубопроводы, предназначенные для перемещения жидкостей, известны с древних времен. Это были, прежде всего, водопроводы, которые в настоящее время имеют огромное распространение и не считаются транспортными коммуникациями. Первые нефтепроводы были построены в середине XIX в. в Америке. В России в 1863 г. русский ученый Дмитрий Иванович Менделеев первым предложил идею использования трубопровода при перекачке нефти и нефтепродуктов. Он теоретически обосновал принципы строительства

трубопровода и представил убедительные аргументы в пользу данного вида транспорта. Спустя 15 лет на Апшеронском полуострове был введен в эксплуатацию первый трубопровод протяженностью всего 12 км и диаметром 75 мм для перекачки нефти от Балаханского месторождения на нефтеперерабатывающие заводы Баку. К концу XIX в. общая протяженность трубопроводов из районов Баку составляла 230 км, а их ежегодный объем перекачки – 1 млн тонн.

В начале XX в. в России были сооружены два основных трубопровода: Баку – Батуми (1896–1906 гг.) протяженностью 833 км и диаметром 200 мм для перекачки 900 тыс. тонн керосина в год; Махачкала – Грозный (1913–1914 гг.), протяженностью 162 км и диаметром 200 мм, для перекачки 700 тыс. тонн нефти в год. До 1917 г. были построены нефтепродуктопроводы общей протяженностью 1300 км, средний диаметр труб составлял 197 мм. В 1925 г. была построена вторая нитка магистрального нефтепровода Баку – Батуми протяженностью 834 км и диаметром 250 мм с 13 насосными станциями, оборудованными плунжерными насосами с дизельным приводом. Позднее был построен трубопровод Грозный – Туапсе протяженностью 649 км, диаметром 250 мм, на трассе которого разместили 7 насосных станций. В 1897–1909 гг. был построен один из крупнейших, для своего времени нефтепровод для передачи керосина от Баку до Батуми (850 км) с трубами диаметром 200 мм, спроектированный выдающимся русским инженером В. Г. Шуховым. Позднее были построены небольшие трубопроводы Грозный – Махачкала, Тула – Краснодар и др. Газопроводного транспорта Россия не имела.

Первые трубопроводы при Советской власти строились в Закавказье и на Северном Кавказе. В годы первой пятилетки были построены нефтепроводы Баку – Батуми (вторая линия), Грозный – Туапсе. Для транспортировки бакинской нефти на Урал в 1932 г. сооружен нефтепровод Гурьев – Орск. Ранее планировалось, что в Гурьев нефть будут доставлять из Баку морским транспортом. Однако из-за увеличения добычи нефти в Эмбенском районе Западного Казахстана построенный в 1936 г. нефтепровод стали использовать для доставки нефти на Орский нефтеперерабатывающий завод не из Баку, а из Казахстана.

В 1931–1932 гг. был построен первый продуктопровод (по перекачке керосина) Северный Кавказ – Донбасс, который имел важное значение для удовлетворения потребностей Украины в светлых нефтепродуктах. В этот же период были сооружены нефтепроводы в Поволжье и на Урале, в 1936 г. пущен в эксплуатацию нефтепровод Ишимбай – Уфа, в 1941 г. сооружен газопровод Дашава – Львов протяженностью 70 км. К 1940 г. общая протяженность магистральных трубопроводов составляла 4,1 тыс. км. Изменилась и география трубопроводного транспорта: кроме Закавказья и Северно-

го Кавказа, проложены региональные трубопроводы на Украине, в Поволжье, Западном Казахстане, Центральном районе СССР.

До Второй мировой войны общая протяженность системы магистральных трубопроводов СССР составляла 4100 км, 70 % которых применялись для перекачки сырой нефти. В конце 40-х годов XX в. по мере освоения нефтяных месторождений Башкирии, Татарстана, Самары, Перьми и Оренбурга, а также Северного Кавказа началось активное строительство магистральных нефтепроводов. Начало 50-х годов считается периодом интенсивной добычи нефти в Волго-Уральском районе. Для перекачки сырой нефти были построены нефтепроводы: Туймазы – Уфа-2 и 3, Бавлы – Куйбышев-1 и 2, Туймазы – Омск, Ромашкино – Куйбышев, Шкапово – Ишимбай, Куйбышев – Саратов, Субханкулово – Азнакаево – Альметьевск, Муханово – Куйбышев, Омск – Татарск, Ишимбай – Орск и др. Развитие новых нефтяных месторождений и рост производства явились предпосылками для создания принципиально новых методов для перекачки нефти и нефтепродуктов. Отличительными чертами того периода следует считать дальнейшую механизацию процесса сооружения трубопроводов, применения новых систем связи. Таким образом, до 60-х годов основное развитие получали объекты магистрального транспорта в главных районах добычи нефти – Закавказье и Урало-Поволжье.

Магистральное трубопроводное строительство началось с прокладки в Западной Сибири в 1964 г. нефтепровода Ишим – Тюмень протяженностью 140 км. В 1966 г. было завершено строительство первого магистрального нефтепровода из Среднего Приобья (Усть-Балык – Омск) протяженностью около 1 тыс. км, что позволило добиться двойного экономического эффекта: сократить поток поволжской нефти в Сибирь и увеличить его в западном направлении. С конца 60-х годов XX в. создается система транзитных магистральных трубопроводов, первым из которых был нефтепровод Туймазы – Омск – Новосибирск. Разработка месторождений Западной Сибири стала началом расширения сети магистральных трубопроводов. С перемещением добычи нефти в Западную Сибирь происходит все большее географическое разграничение в размещении добычи и переработки нефти. В соответствии с курсом на строительство крупных нефтеперегонных заводов в районах потребления встала необходимость переброски крупных потоков нефти в районы её переработки. Появились трубопроводы большой протяженности и больших диаметров, а строительство трубопроводов и насосных станций стало проводиться в более сжатые сроки. В тот период было построено 40 нефтепроводов диаметром до 1000 мм, обеспечивающих транспорт нефти из Западной Сибири в Европейские регионы СССР и страны Западной Европы. В 1964 г. был сдан в эксплуатацию магистральный нефтепровод «Дружба»

общей протяженностью 4665 км (из них 3004 км по территории СССР) и диаметром 1200 мм, по которому нефть Татарии и Поволжья стала поступать в Чехословакию, Польшу, Венгрию и Восточную Германию.

Особую значимость трубопроводный транспорт приобрел в период активного освоения тюменских месторождений. С увеличением добычи нефти в Западной Сибири основным направлением её транспортировки становится Европейская часть России. Отличительным признаком начала 70-х годов XX в. стали высокие темпы строительства нефтепроводов. Строятся сверхдальние транзитные магистральные нефтепроводы диаметрами 1000 и 1200 мм. В этот период было проложено более 3500 км современных подземных трубопроводов диаметрами 720, 1220 мм. Их доля составила 70 % от общей протяженности системы магистральных трубопроводов, а грузооборот – 85 % суммарного грузооборота.

В дальнейшем все магистральные нефтепроводы начинались от месторождений Среднего Приобья. Решающее влияние на высвобождение Сибири от зависимости по поставкам поволжской нефти оказало строительство трубопровода Александровское – Томск – Анжеро – Судженск протяженностью более 800 км, завершённое в 1972 г. В конечном своем пункте этот трубопровод обеспечил второй после Омска выход потоков нефти из Среднего Приобья на Транссибирскую нефтяную магистраль. Прокладка его имела двойное значение: прекратился поток поволжской нефти на восток, она полностью стала направляться на запад; нефтеперерабатывающая промышленность Восточной Сибири была переключена на переработку более дешевой и лучшего качества западносибирской нефти.

Самым крупным из газотранспортной системы является экспортный трансконтинентальный газопровод Уренгой – Ужгород. Трасса его прошла по северной части Западно-Сибирской низменности, через Уральские горы, европейскую территорию бывшего Советского Союза, Карпаты. Газопровод сооружался в исключительно трудных условиях. Трасса его пересекла 150 км мерзлоты, почти 1000 км болот и обводненных участков, 795 км горных массивов и участков скальных грунтов, 417 км железных и шоссейных дорог, 2 тыс. км лесной площади, 32 крупные реки, в том числе Обь, Волга, Кама, Дон, Днепр, почти 1000 небольших рек и ручьев. Проложено было 800 подводных переходов общей протяженностью около 220 км и среди них – через реки Обь, Кама, Дон, Днепр. При таком огромном объеме работ крупнейшая в мире газовая магистраль была сооружена на полгода раньше запланированного срока. Впервые в практике трубопроводного строительства осуществлена была укладка двухниточных дюкеров из труб диаметром 1220 мм вместо ранее применявшихся трехниточных из труб диаметром 1020 мм, внедрены подводные переходы через реки из труб диаметром 1420 мм.

---

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПОРТА

---

### 2.1 Основные термины и понятия

**Т**ермин «транспорт» происходит от латинского слова «*transporto*», что значит «переносу, перевозу, перемещаю». В определенном контексте под словом «транспорт» понимают:

- 1) отрасль народного хозяйства, имеющую своим назначением перевозку грузов и пассажиров;
- 2) комплекс технических средств, обеспечивающих передвижение материальной продукции и людей;
- 3) собственно процесс перемещения груза или людей (пассажиров) в пространстве, который чаще обозначается словом «транспортировка»;
- 4) поток транспортных единиц, движущийся по водному пути (суда), по улице или дороге (автомобили);
- 5) отдельную партию груза, следующую в определенный пункт назначения и конкретный адрес;
- 6) род человеческой деятельности или специальность.

Транспортная система – это комплекс различных видов транспорта, находящихся во взаимодействии при выполнении перевозок. Термин «транспортная система» употребляется применительно к континенту, государству, региону или крупному городу. В состав транспортной системы входят следующие виды транспорта: автодорожный: автомобильный, тракторный, гужевой, горэлектротранспорт (троллейбус); рельсовый: железнодорожный; метро, трамвай, монорельс; водный: морской, речной, закрытых водоемов (озера Нарочь, Байкал, Каспийское море); воздушный; трубопроводный: газопроводы, нефтепроводы, продуктопроводы. Для Республики Беларусь транспортная система включает железнодорожный, автомобильный, авиационный, водный, городской общественный пассажирский виды транспорта.

Единая транспортная система – понятие, подчеркивающее социально-экономическое единство всех видов транспорта.

Транспортная сеть – это совокупность всех путей сообщения, связывающих населенные пункты страны или отдельного региона (железные дороги, автодороги, воздушные и водные пути, трубопроводы).

Маршрутная сеть – часть транспортной сети, адаптированная для выполнения перевозок грузов и пассажиров. Различают универсальную и специализированную маршрутные сети для перевозки грузов либо пассажиров.

По функциональным признакам выделяют транспорт общего, ведомственного и личного пользования. Транспорт общего пользования – это транспорт, который в соответствии с действующими законоположениями должен осуществлять перевозки грузов и пассажиров независимо от того, кем они были предъявлены: госпредприятиями или учреждениями, общественной организацией, фирмой или частным лицом.

Ведомственный транспорт выполняет перевозки грузов и пассажиров только своего ведомства или предприятия. В состав ведомственного транспорта включен *технологический* транспорт, который выполняет перевозки грузов в соответствии с технологией производственного процесса (*карьерный, сельскохозяйственный*). Ведомственный транспорт еще называют *промышленным*, а небольшие по протяженности пути, например к складам, – *подъездными* путями. В качестве ведомственного транспорта используются железные дороги, водный, автомобильный, воздушный, трубопроводный, а также конвейерный, канатный и ряд других, находящихся в ведении предприятий, не входящих в состав Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

***Все виды транспорта подразделяются по специализации выполнения перевозочного процесса:***

– *магистральный* : объединяет транспорт общего пользования и пути сообщения, связывающие крупнейшие города и промышленные центры страны или крупного региона. Небольшие ответвления от основных магистралей, несмотря на то, что они входят в состав сети общего пользования, не считаются звеньями магистрального транспорта и обычно именуется линиями местного значения;

– *немагистральный* – промышленный и городской транспорт;

– *универсальный* – транспорт, способный перевозить практически все виды грузов и пассажиров. Железнодорожный, морской, речной, автомобильный и воздушный транспорт, а также соответствующие виды городского и промышленного транспорта относятся к универсальной разновидности транспорта. Современные трубопроводы магистрального и промышленного назначения, а также канатные и конвейерные виды транспорта являются разновидностями специализированного универсального транспорта;

– *неуниверсальный* – специализированный или специальный транспорт, предназначенный только для выполнения одного вида перевозок (грузовых или пассажирских) или для перемещения только одного рода груза (сыпучих, жидких, газообразных);

– *дискретный* – любой транспорт, на котором грузы или пассажиры перемещаются по линиям единицами или отдельными группами (партиями) с помощью независимо движущихся транспортных единиц (автомобилей, поездов, судов, самолетов). К категории дискретного вида транспорта относятся трубопроводы, используемые в качестве направляющих, с

движущимися в них отдельными единицами (капсулами, контейнерами, вагонами);

– непрерывный – транспорт, на котором грузы перемещаются в виде непрерывного потока с помощью различного рода гибких линий и технологий, шнеков, скребков, эскалаторов, а также трубопроводов.

Каждый вид транспорта выполняет функциональную задачу с помощью:

– транспортных средств, к которым относятся все активные (самодвижущиеся) и пассивные (прицепные) единицы, непосредственно осуществляющие передвижение грузов и пассажиров. К самодвижущимся единицам относятся локомотивы, речные и морские суда, буксиры, автотягачи, автомобили, самолеты, вертолеты. Все самоходные единицы, используя энергетическую установку, обладают определенной силой тяги и мощностью для собственного движения и ведения составов из вагонов, барж, автоприцепов с установленной скоростью;

– транспортной инфраструктуры, которая включает комплекс инженерных сооружений и устройств на видах транспорта, искусственные сооружения, устройства обеспечения безопасного движения транспортных средств, иные сооружения и технические устройства, используемые при осуществлении перевозок грузов и пассажиров и предназначенные для технической эксплуатации подвижного состава, зданий и сооружений;

– ресурсного обеспечения, включающего трудовые ресурсы, инженерное обеспечение эксплуатации устройств транспортной инфраструктуры, подвижного состава, энергетическое снабжение перевозок грузов и пассажиров, а также жизнедеятельности транспортных предприятий, финансовое обеспечение их функционирования.

## **2.2 Роль и значение транспорта**

Основной особенностью транспорта является нематериальный характер производимой продукции. Он обеспечивает ритмичное функционирование производственной и непроизводственной сфер экономики страны, удовлетворяет потребности населения в перевозках. С этим связана его роль в обеспечении роста валового внутреннего продукта страны – своевременная доставка требуемой продукции от производителей к потребителям, уменьшения её потерь при перевозке, улучшении транспортного обслуживания населения путем быстрой его доставки в комфортных условиях. Транспорт способствует прогрессивному развитию страны, в связи с чем он является одним из важнейших элементов её экономики.

Качество перевозок проявляется в обеспечении безопасности движения, сокращении сроков доставки грузов и пассажиров, соблюдении регулярности перевозок, повышении уровня комфорта при перевозке пассажиров, обеспечении полной сохранности перевозимых грузов, достижении более высокой экономичности перевозок.

*Роль транспорта для страны имеет важное значение, связанное с обеспечением основных функций государства:*

– **экономических** – является органическим звеном любого производства, специализации и кооперации предприятий промышленности и сельского хозяйства, служит для доставки всех видов сырья, топлива и продукции из пунктов производства в пункты потребления. Без транспорта немислимо освоение новых районов и природных богатств в стране. Транспорт – важный фактор в экономической интеграции государств, а также в международной торговле;

– **социальных** – обеспечение трудовых и бытовых передвижений населения, обеспечение населению страны территориальной доступности к местам отдыха и лечения;

– **культурных** – способствует общению между людьми, создается возможность доступа к культурным и научным центрам страны и мира;

– **оборонных** – один из важнейших факторов обороноспособности государства, связанный с оперативной переброской войск, вооружений, снабжения, эвакуацией людей и материально-технических ресурсов.

## **2.3 Классификация структурных элементов транспорта**

Транспорт включает **структурные элементы, классифицируемые по следующим параметрам:**

• **техническому:**

– *путевая инфраструктура:* рельсовый путь, автомобильные дороги, судоходные части русел рек, воздушные коридоры, морские лоции, нефте-, газо- и продуктопроводы;

– *подвижной состав:* автомобили, автобусы, троллейбусы, трамваи, локомотивы, вагоны, мотор-вагонный подвижной состав, воздушные, речные и морские суда;

– *организационные подсистемы:* эксплуатационные и ремонтные организации по видам транспорта; системы управления движением транспортных единиц (поездов, судов, самолетов, автотранспортных средств);

• **технологическому:**

– скорости: доставки грузов, перевозки пассажиров, движения транспортных средств;

– технологии перевозочного процесса;

– технического обслуживания транспортных средств;

– организации сервиса грузовых и пассажирских перевозок;

– экология и энергоэффективность транспортной деятельности;

• **экономическому:**

– стоимостные параметры движущихся, начально-конечных операций, экспедиторского обслуживания, логистики и др.;

– экономические параметры рентабельности, фондоотдачи, степени использования инвестиций, возможности вложения банковского капитала (пример – высокоскоростные магистрали Франции, Японии, ФРГ, России, машиностроение и высокие технологии в Республике Беларусь);

- организационному:

- организация транспортного процесса;

- система управления перевозочным процессом (современная или отсталая), форма организации транспортных предприятий и структура управления ими;

- организация подсобно-вспомогательной деятельности,

- уровень выполнения внутранспортных услуг (сервис для пассажиров, грузовладельцев, рекламная деятельность);

- политическому:

- проведение геополитики государства (географически выгодное расположение страны для обеспечения транзитных перевозок по собственным коммуникациям и с использованием собственного транспорта – Австрия, Беларусь, Голландия, Швейцария, Турция, Панама, международные транспортные коридоры);

- поддержка собственного населения и промышленных организаций (прокладка путей сообщения для обеспечения транспортных потребностей населения, наращивания экспортного потенциала);

- соблюдение интересов государства для оживления национальных промышленных организаций, создание промышленно-финансовых групп, активизация туризма и передвижения населения (перевозки по более низким ценам внутри страны по сравнению с международными тарифами);

- активизация представительства собственного государства в мировых структурах через транспортные организации мирового уровня (Международный союз железных дорог, Организация сотрудничества железных дорог, Совет по транспорту СНГ, Литвы, Латвии, Эстонии и Финляндии; международные организации по воздушным и морским перевозкам, совместные предприятия по трубопроводному транспорту);

- безопасности:

- собственного функционирования – обеспечение безопасной эксплуатации транспортной инфраструктуры, предприятий транспорта, безопасных методов и условий работы персонала;

- для внешней среды – не представлять физическую опасность для населения, стабильное функционирование предприятий промышленности и сельского хозяйства (исключение техногенных катастроф с опасными грузами);

- движения транспортных средств – организация движения автотранспортных средств, поездов, полетов воздушных судов, речного и морского судоходства);

– сохранность грузов и безопасная их доставка, безопасные условия проезда пассажиров и их нахождения при ожидании поездки и после её завершения.

**Транспортные системы** оцениваются по принципам развития:

– *наращивание функций*: увеличение видов сообщений (введение линий межрегионального и регионального сообщения, внутригородских железнодорожных и речных перевозок) и структуры перевозок (грузовые, пассажирские, смешанные), организация и расширение ремонтной и промышленной базы, обеспечивающей перевозочных процесс; создание новых видов деятельности (отраслевая банковская, экспедиторская, работа с населением);

– *расширение размеров транспортного полигона или сети*: ввод новых видов транспорта, расширение действующей маршрутной сети транспорта, увеличение зон тяготения к видам транспорта;

– *прирост объемов работы*: в целом; по видам перевозок, видам сообщений; из других областей экономики (выполнение ремонтных работ для их организаций);

– *свертывание основных функций*: уменьшение или закрытие собственной отраслевой ремонтной базы с передачей ее промышленным организациям страны; сокращение видов перевозок (грузовых или пассажирских) и функций сервиса на транспорте (сокращение придорожного сервиса);

– *уменьшение размеров транспортного полигона*: разбор путей сообщения, демонтаж подъездных путей; сокращение воздушных маршрутов полетов, зон аэронавигационного обслуживания, запреты на полеты над определенной территорией государства; пограничные запреты на въезд транспортных средств и населения, на ввоз определенных товаров, ограничение движения автотранспортных средств по автомобильным дорогам;

– *снижение объемов перевозок*: сокращение видов сообщений, видов транспортной деятельности, объемов перевозок по оставшимся видам деятельности, исключение перевозок по отдельным их видам; передача части работ и услуг нетранспортным и иностранным организациям, фирмам и компаниям.

По принципам международной интеграции транспорт классифицируется по принадлежности его к международным транспортным коридорам, созданным для всех видов транспорта или для отдельных его видов.

**Международный транспортный коридор** – высокотехнологическая транспортная система, концентрирующая на генеральных направлениях перемещения грузов и пассажиров транспорт общего пользования (железнодорожный, автомобильный, морской, воздушный и трубопроводный) и телекоммуникации. Он наиболее эффективно функционирует в условиях префе-

рещионального режима, включая единое таможенное или экономическое пространство. Концентрация материальных, финансовых и информационных потоков в сочетании с высоким качеством экспедиторского обслуживания обеспечивают ускорение оборачиваемости капитала и синхронизацию прохождения товаров, платежных и других документов. В основу проекта международного транспортного коридора положена классическая транспортная задача, в соответствии с которой эффективность коммуникационной сети видов транспорта значительно возрастает, если она замкнута.

Развитие высокотехнологичных международных транспортных коридоров сегодня рассматривается как важная составляющая экономического роста, упрощения торговых операций и связей между государствами. По прогнозам объем межрегиональных наземных грузовых перевозок увеличится к 2020 году в 1,5 раза. Общевропейская транспортная сеть включает 75 тыс. км скоростных автомобильных дорог (автобанов), 78 тыс. км железнодорожных путей, 330 аэропортов и 480 морских портов, из них 270 международных. Грандиозный проект трансъвропейских транспортных коридоров намечается завершить к 2025 году, при этом две трети транспортных коридоров пройдет по территории европейского союза (ЕС). Использование международных транспортных коридоров связано со свободой передвижения через границы европейских государств континентальной Европы и Азии. При этом усиливается контроль за использованием транспортных средств, коммуникаций и персонала. Контроль на европейских дорогах на уровне телекамер является достаточным, чтобы обеспечить контроль безопасности дорожного движения. Особый контроль введен за режимом работы водителей, работающих на дальних международных рейсах, которые девять часов в сутки должны отдыхать.

В настоящее время на европейском континенте используется несколько международных транспортных коридоров:

I Хельсинки – Таллинн – Рига – Каунас – Варшава;

II Берлин – Варшава – Минск – Москва – Нижний Новгород;

III Берлин – Дрезден – Вроцлав – Львов – Киев;

IV Берлин / Нюрнберг – Прага – Будапешт – Констанца / Салоники / Стамбул;

V Венеция – Триест / Копер – Любляна – Будапешт – Ужгород – Львов;

VI Гданьск – Варшава – Катовице – Жилина;

VII Дунайский;

VIII Дурес – Тирана – Скопье – София – Варна;

IX Хельсинки – Санкт-Петербург – Москва – Псков – Киев – Кишинев – Бухарест – Димитровград – Александрополис;

Х Зальцбург – Любляна – Загреб – Белград – Ниш – Скопье – Велес – Салоники.

Одним из элементов международных транспортных коридоров является Транссибирская магистраль, которая соединяет Восток и Запад. Её технические возможности позволяют освоить объемы перевозок грузов до 120 млн т в год, в том числе международного транзита в контейнерах на уровне 200 тыс. TEU из стран Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) в Европу и страны Центральной Африки (ЦА). В настоящее время скорость движения ускоренных контейнерных поездов по Транссибирской магистрали составляет около 1200 км в сутки. Для сокращения времени нахождения транзитных контейнеров в портах и на пограничных станциях введены упрощенные таможенные процедуры, что сократило время нахождения контейнеров на этих станциях с 3–5 суток до нескольких часов. Действие упрощенного порядка таможенного оформления и контроля транзитных товаров, перевозимых в контейнерах по Транссибирской магистрали, распространено и на контейнер. Как продолжение данного транспортного коридора разработан трансазиатский маршрут «Великий шелковый путь» – перевозка грузов из Европы в Китай.

В новой транспортной политике Евросоюза особая роль уделяется комбинированным перевозкам. *Морские автомагистрали* («Motorways of the Seas») – транспортный проект Европейского Союза по развитию морских перевозок, предусматривающий комбинацию автодорог и паромных переправ. Данный проект позволяет улучшить сообщение Скандинавии, Прибалтики, Ирландии, Великобритании, Пиренейского полуострова, Италии, Мальты и Кипра, а также Беларуси и Украины с основной частью континентальной Европы. Грузы направляются в обход основной части континентальной Европы, где, например, в Германии, Австрии и Швейцарии существуют ограничения на транзит большегрузных автомобилей. Реализация проекта позволяет сократить нагрузки на автомобильные дороги, количество транспортных «пробок», улучшить экологическое состояние природной среды, а во многих случаях повысить эффективность перевозок. Выделяются четыре потенциальных морских района: Балтийское, Северное, Средиземное и Ирландское моря. В связи с введением обязательного контролируемого отдыха водителей в течение 9 часов в сутки «морские автомагистрали» позволяют повысить эффективность транспортных перевозок в 1,5–2 раза. В данном случае эффективность достигается, когда обед или ужин и завтрак с ночным отдыхом водителей большегрузных автомобилей совпадают с пребыванием на морском пароме.

**Характеристика транспортной системы Республики Беларусь:**

– общая численность работающих в транспортном секторе экономики страны составляет 4 % от общей численности работающих;

– доля основных фондов, приходящихся на транспорт, составляет 11,4 %;

– пути сообщения включают: 50,3 тыс. км автомобильных дорог (из которых 33000 км с усовершенствованным покрытием); 5,5 тыс. км железнодорожных путей, из которых электрифицировано 32,7 %, а станционные пути составляют 29,4 %, подъездные – 9,5 %; 7 речных портов; газопровод «Сибирь – Западная Европа» и нефтепровод «Дружба»;

– плотность автомобильных дорог на 1000 км<sup>2</sup> площади составляет 337 км, железных дорог – 60 км на 1000 км<sup>2</sup>;

– для обеспечения работы транспорта по обслуживанию пользователей Республики Беларусь функционируют: 380 железнодорожных станционных сооружений, 26 грузовых автомобильных терминалов, 36 грузовых дворов, свыше 400 остановочных обустроенных пунктов для регионального железнодорожного сообщения;

– техническое обслуживание и ремонт подвижного состава для видов транспорта выполняются: авторемонтными предприятиями, вагоноремонтными заводами (пассажирские вагоны); специализированными депо (грузовые вагоны), локомотивными депо и специализированными заводами, авиа-ремонтным заводом (самолеты гражданской авиации);

– производится выпуск транспортных средств: Минским автозаводом – грузовые автомобили, автобусы и троллейбусы; ОАО «Электрический транспорт» (Минск) – троллейбусы, трамваи, электропоезда и рельсовые автобусы (по швейцарской технологии); вагоностроительные заводы в Гомеле и Минске – пассажирские вагоны, в Могилеве и Осиповичах – грузовые вагоны, локомотивостроительным заводом в г. Лиде – маневровые локомотивы; автобусы – автосборочный завод «Нёман».

## 2.4 Нагрузка на транспортную систему

Нагрузка на транспортную систему определяется величиной транспортных потоков. Она оценивается пропускной, перерабатывающей и провозной способностью. От их объемов зависит потребная мощность транспортной системы в целом (станций, депо, участков автомобильных и железных дорог, транспортной сети), потребность в подвижном составе, топливно-энергетических ресурсах, материалах и финансировании производственной деятельности. Чем больше транспортный поток, тем выше нагрузка на транспортную систему.

Пропускная способность по видам транспорта оценивается:

– железнодорожном – наибольшим количеством поездов (на двухпутной линии) или пар поездов (на однопутной линии) установленной массы, которое может быть пропущено в единицу времени (сутки, час), в зависимости от имеющихся постоянных технических средств, типа и мощности подвижного состава и принятых методов организации движения поездов (типа графика). Различают пропускную способность наличную, т. е. ту, которой обладает линия в настоящее время, и потребную, необходимую для заданных размеров движения грузовых и пассажирских поездов;

– автомобильном – максимально возможным количеством автомобилей, проходящих через определенное сечение дороги в единицу времени. Поскольку транспортный поток состоит из различных по габаритам и техническим характеристикам автомобилей, то для оценки пропускной способности принято весь транспортный поток приводить к однородному потоку легковых автомобилей с помощью переводных коэффициентов, численные значения которых показывают, насколько динамический габарит (длина автомобиля плюс безопасная дистанция до движущегося впереди транспортного средства) данного автомобиля отличается от динамического габарита легкового автомобиля;

– водном – пропускной способностью реки, канала. Это метрическая характеристика, показывающая соотношение предельного количества проходящих единиц подвижного состава речного транспорта в единицу времени через сечение реки, канал, водную систему или узел;

– воздушном (не рассматривается);

– трубопроводном – количеством нефтепродукта, газа, проходящим через трубопровод в единицу времени. Зависит от степени вакуума, определяющей режим течения продукта по трубопроводу, от размеров и формы сечения трубопровода, температуры груза. С течением времени пропускная способность уменьшается до 50 % расчетной и даже ниже из-за образования отложений и шероховатости на внутренней поверхности.

Определение пропускной способности транспортных коммуникаций необходимо для выявления участков, требующих улучшения условий движения и для оценки экономичности и удобства движения всего транспортного потока, а также выбора эффективных средств организации перевозочного процесса.

Провозная способность на всех видах транспорта рассчитывается как приведенный грузооборот, исчисляемый в тонно-километрах нетто (т·км) в единицу времени (за год). Расчет приведенного грузооборота по видам транспорта выполняется с использованием коэффициента приведения по формуле

$$(PI)_i^{\text{прив}} = \sum_{j=1}^n (PI)_j^t + k_i^{\text{прив}} \sum_{j=1}^n (AI)_j^t, \quad (1.1)$$

где  $(PI)_j^t$  – тонно-километры нетто, выполненные на  $j$ -м технологическом элементе транспортной инфраструктуры (на участках железнодорожного или автодорожного транспорта, реки, трубопровода, эксплуатационном подразделении авиа- и морского транспорта);

$k_i^{\text{прив}}$  – коэффициент приведения пассажиро-километров к тонно-километрам нетто. Его значение: на железнодорожном транспорте  $k_{\text{ж-д}}^{\text{прив}} = 2$ , автодорожном –  $k_{\text{а-д}}^{\text{прив}} = 0,4$ ; морском –  $k_{\text{мор}}^{\text{прив}} = 1,0$ , речном  $k_{\text{реч}}^{\text{прив}} = 10,0$ , воздушном –  $k_{\text{возд}}^{\text{прив}} = 0,09$ ;

$(AI)_j^t$  – пассажиро-километры, выполненные на  $j$ -м технологическом элементе транспортной инфраструктуры железнодорожного, автодорожного транспорта или эксплуатационным подразделением городского, авиа- и морского транспорта.

Провозную способность транспортных коммуникаций на видах транспорта необходимо определять для выявления узких мест элементов транспортных систем, структуры перевозок грузов и пассажиров, для разработки новых вариантов их использования и при внедрении инновационных технологий выполнения перевозочного процесса.

Перерабатывающая способность – количество переработанных единиц транспортного потока структурными подразделениями видов транспорта за учетный период. Она определяется на видах транспорта:

- железнодорожном – количеством вагонов, переработанных на сортировочных станциях;

- автомобильном – количеством тонн грузов, переработанных на предприятиях транспортной логистики и грузовых станциях, количеством обслуженных пассажиров на автовокзалах;

- водном – количеством тонн грузов, погруженных и выгруженных в речном или морском порту, и (или) количеством прибывших или отправленных пассажиров на речных и морских вокзалах;

- воздушном – количеством тонн грузов, погруженных и выгруженных на грузовых терминалах воздушного транспорта, и (или) количеством прибывших или отправленных пассажиров в аэропортах;

- трубопроводном и городском – показатель не установлен официально органами статистики Республики Беларусь.

## 2.5 Функциональные особенности видов транспорта

Каждый вид транспорта имеет функциональные, технологические и технико-экономические особенности, которые отражаются на сферах его применения при перевозках грузов и пассажиров.

### **Автодорожный транспорт:**

– преимущества: 1) скорость доставки грузов в 2–3 раза выше, чем железнодорожным (при перевозках на расстояния до 500 км), и в 4 раза выше, чем водным транспортом; 2) имеется возможность доставки грузов от склада грузоотправителя к складу грузополучателя без перегрузок; 3) обеспечивается высокая регулярность перевозок при наличии дорог с твердым покрытием; 4) при освоении небольшого по размерам (до 1 млн т в год) грузопотока на небольших расстояниях (до 150 км) отмечаются пониженные капитальные вложения; 5) низкий уровень удельных трудозатрат (при перевозках грузов и пассажиров работает один водитель);

– недостатки: 1) высокий уровень негативного воздействия на окружающую среду (загрязнение воздушной среды выхлопными газами); 2) зависимость от метеоусловий (при плохой погоде замедляется или прекращается движения 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 короткие 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 парамах, железнодорожных платформах).

### **Рельсовый транспорт:**

– преимущества: 1) возможность устройства железнодорожных коммуникаций практически на любой сухопутной территории без ограничений; 2) доступность для большинства промышленных и сельскохозяйственных организаций и населения страны по критерию расстояния и стоимости перевозки; 3) высокая провозная способность грузов и пассажиров (в год по однопутной линии перевозится 15–40 млн т грузов, на двухпутных линиях можно провезти 100 и более млн т груза); 4) регулярность перевозок (независимость от климатических условий, времени года, времени суток); 5) устой-

чивость к внешним воздействиям (стихии, разрушительное воздействие – военное и другое) и быстрое восстановление прерванного движения при повреждении пути, технических устройств и искусственных сооружений; 6) возможность перевозки на большие расстояния (более 9–11 тыс. км); 7) относительно низкая себестоимость перевозок (в 2–3 раза ниже, чем автомобильным транспортом); 8) пониженная удельная энергоемкость на перевозку грузов и пассажиров (ниже, чем автомобильным транспортом, в 2,6 раза, воздушным – 6,4 раза); 9) пониженное негативное воздействие на окружающую среду (при перевозках по электрифицированным линиям – в 6–8 раз ниже, чем автомобильным и в 12 раз ниже, чем воздушным транспортом); 10) большая финансовая среда (около 8 млн дол. США на 1 км); 11) минимальные риски при выполнении перевозок;

– недостатки: 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 в региональном и внутригородском сообщении (трамваями, метро, внутригородскими и региональными поездами); 3) перевозка массовых грузов (строительных материалов, угля, нефтепродуктов).

### **Водный транспорт:**

– преимущества: 1) высокая провозная способность; 2) низкая себестоимость перевозок; 3) незначительные удельные капитальные затраты на освоение транспортных ходов, организацию управления перевозками, содержание транспортной инфраструктуры; 4) низкий объем использования металлических конструкций; 5) возможность создания высокого уровня комфортабельного пребывания пассажиров на борту речного или морского судна;

– недостатки: 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) применение на региональных пассажирских линиях, где возможности

использования других видов транспорта исключены или имеют более высокую себестоимость.

#### **Воздушный транспорт:**

– преимущества: 1) возможность перевозки пассажиров и грузов в любом направлении передвижения, в том числе и в труднодоступные районы страны; 2) высокая скорость доставки грузов и пассажиров; 3) расстояние перевозки меньше, чем на других видах транспорта (следует по кратчайшим расстояниям); 5) возможность создания высокого уровня комфортабельного пребывания пассажиров на борту воздушного судна;

– недостатки: 1) ограничения полетов по метеоусловиям; 2) высокая себестоимость перевозки; 3) большой удельный расход топлива и сильное загрязнение окружающей среды; 4) удаленность объектов инфраструктуры воздушного транспорта от населенных пунктов; 5) высокая аварийность и тяжелые последствия аварий и происшествий с подвижным составом (полная утрата груза и гибель пассажиров);

– сфера применения: 1) перевозка пассажиров и срочных, особо ценных грузов на средние и дальние расстояния; 2) вывоз граждан к удаленным местам отдыха и туризма.

#### **Трубопроводный транспорт:**

– преимущества: 1) экологически чистый; 2) низкая себестоимость перемещения грузов; 3) низкий коэффициент использования трудовых ресурсов при эксплуатации трубопроводов; 4) большая пропускная и провозная способность; 5) высокая сохранность грузов; 6) возможность прокладки в любых геологических условиях;

– недостатки: 1) может использоваться для ограниченного количества грузов; 2) при строительстве трубопроводов требуются значительные капитальные затраты;

– сфера применения: 1) транспортировка массовых недорогих сыпучих наливных грузов (нефти, нефтепродуктов, газа); 2) транспортировка грузов внутри населенных пунктов (от пунктов массового хранения до потребителя).

---

# 3 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ

---

## 3.1 Система управления

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

– *общегосударственный* (макроэкономический), 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*, обеспечивающий решение задач отраслевого значения в рамках транспортного ведомства – Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Для этого в распоряжении транспортного 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 организации, решающий узкие технологические задачи и выполняющий 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 расчленяется на ряд относительно самостоятельных, но связанных друг с другом функций, причем более детально, чем было изложено выше. Под функцией управления понимаются те или иные виды управленческой деятельности (решения, действия или процессы), объединенные общностью цели. В функциях выражается содержание управленческого труда, которые делятся на общие (руководство, планирование, организация, регулирование и контроль) и специфические (характерные для данного вида деятельности и уровня управления). Отличительной чертой общих функций на транспорте является их универсальный характер.

Функции управления транспортными процессами включают: 1) планирование перевозок; 2) оперативное управление перевозочным процессом и его регулирование; 3) техническая и технологическая подготовка транспортной инфраструктуры; 4) обеспечение безопасности движения транспортных средств; 5) управление трудовыми ресурсами; 6) организация материально-технического обеспечения транспортной деятельности; 7) совершенствование планирования и управления транспортной деятельностью; 8) организация учета и отчетности. Эти функции характерны для всех видов транспорта, но они изменяются по типам организаций транспорта, особенностям их деятельности. Управление транспортными процессами осуществляется в отраслевом и территориальном аспектах. На всех видах транспорта, особенно на городском и технологическом, территориальный аспект управления является весьма существенным при выборе вариантов перспективного развития транспортных сетей (строительство железных и автомобильных дорог местного значения, размещении станций, вокзалов, ремонтного хозяйства, складов и т. д.).

Транспорт не только осуществляет перевозки в сфере обращения, но и обслуживает непосредственно само производство, работая внутри организаций. Поэтому как вид хозяйственной деятельности (перемещение вообще) его можно представить структурно-функциональной схемой, состоящей из двух подсистем: транспорта общего и необщего пользования (рисунок 3.1).

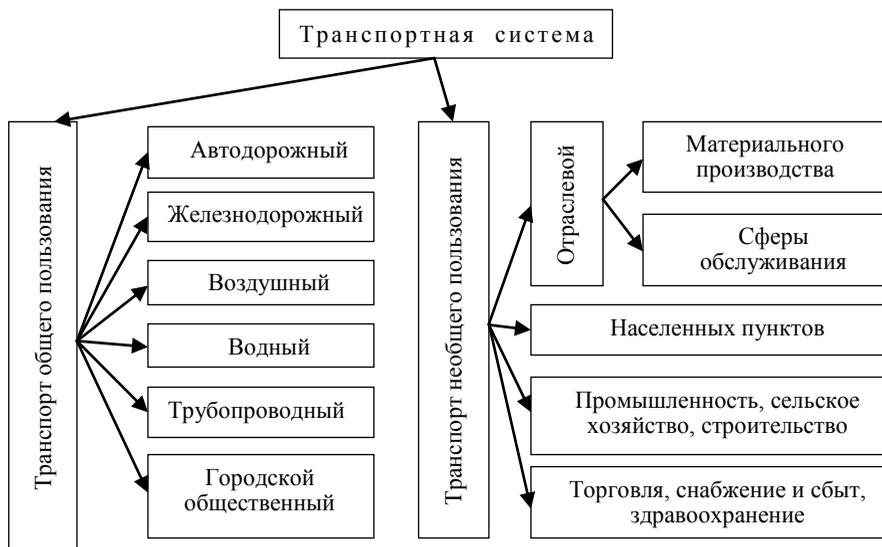


Рисунок 3.1 – Структурно-функциональная схема транспорта

*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. В состав транспорта общего пользования входят железнодорожный, морской, речной, автодорожный, 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.

Каждый вид транспорта обладает характерными для него технико-экономическими и другими особенностями, которые могут быть охарактеризованы системой показателей, объединённых в три группы: 1) *техничско-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.

*Транспорт необщего пользования* (организаций и частных лиц) перемещает грузы и производственный персонал внутри организаций 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 организации, которую он обслуживает. Поэтому технологический транспорт в целом не может рассматриваться в качестве самостоятельной отрасли материального производства.

### **3.2 Управление транспортом Республики Беларусь**

Управление транспортной системой страны осуществляет Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, которое является республиканским органом государственного управления, осуществляющим государственное регулирование деятельности всех видов транспорта. Оно непосредственно подчиняется Совету Министров Республики Беларусь. В функции министерства входит регулирование следующих видов деятельности:

- перевозочная и транспортно-экспедиционная;
- работы (услуги), связанные с обслуживанием пассажиров, грузов, транспортных средств, технологического оборудования и их ремонтом;
- обследование, проектирование, строительство, реконструкция, ремонт, содержание республиканских автодорог и придорожного сервиса, объектов авиации, внутренних водных путей, судоходных гидротехнических сооружений и портов;
- научные исследования в области транспортной деятельности;
- подготовка кадров для организаций транспорта;
- информационное обеспечение транспортных организаций;
- иные работы в области транспортной деятельности.

Основные задачи, выполняемые Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь:

- реализация 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;
- разработка и реализация совместно с заинтересованными республиканскими органами государственного управления, иными государственными организациями, подчиненными Правительству Республики Беларусь, местными исполнительными и распорядительными органами программ развития в области транспортной деятельности;
- проведение совместно с заинтересованными республиканскими органами государственного управления, иными государственными организациями, подчиненными Правительству Республики Беларусь, местными исполнительными и распорядительными органами анализа деятельности и разработки прогнозов развития в области транспортной деятельности;
- расширение 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, отнесенным 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 выполняет следующие функции управления транспортным комплексом:

– обеспечение реализации научно-технической, инновационной и инвестиционной политики в области транспортной деятельности;

– содействие в установленном порядке демонаполизации, формированию конкурентной среды, поддержке и развитию предпринимательства в области транспортной деятельности;

– проведение единой государственной политики в области транспортно-экспедиционной деятельности, развитие и совершенствование транспортно-экспедиционных услуг, транспортной логистики в целях оптимизации перевозок внешнеторговых грузов;

– разработка и реализация в пределах своей компетенции стратегии и программы развития экспорта в области транспортной деятельности, формирования и перспективного развития международных транспортных коридоров, проходящих через территорию Республики Беларусь;

– обеспечение развития производства и экспорта наукоемкой и высокотехнологичной продукции в области транспортной деятельности, диверсификации экспорта транспортных услуг;

– изучение и прогнозирование изменений конъюнктуры зарубежных рынков транспортных услуг;

– выдача специальных разрешений (лицензий) на осуществление соответствующих видов деятельности, контроль соблюдения условий, установленных в этих разрешениях;

– разработка проектов нормативных правовых актов в области транспортной деятельности;

– контроль исполнения нормативных правовых актов в области транспортной деятельности, анализ практики их применения и на его основе разработка предложений по их совершенствованию;

– создание собственного инновационного фонда и осуществление контроля за целевым использованием средств этого фонда;

– контроль за целевым использованием средств республиканского дорожного фонда, распоряжение его средствами;

– содействие развитию лизинга транспортных средств;

– совершенствование ценообразования, финансирования и кредитования в области транспортной деятельности, разработка и утверждение индексов стоимости строительства объектов дорожного хозяйства, других видов работ, выполняемых на автомобильных дорогах общего пользования, контроль за применением этих индексов, регистрация в установленном порядке

отпускных цен (тарифов) на товары (работы, услуги) и осуществление контроля за их применением;

- разработка, согласование и экспертиза бизнес-планов развития государственных организаций, инвестиционных проектов на транспорте и контроль за их реализацией;

- проведение методологического руководства бухгалтерским учетом и отчетностью в области транспортной деятельности и их совершенствование;

- разработка мер по совершенствованию условий оплаты труда транспортных организаций;

- реализация права на владение, пользование и распоряжение имуществом, находящимся в республиканской собственности и контроль за обеспечением эффективного его использования;

- участие в разгосударвлении и приватизации объектов в области транспортной деятельности, находящихся в республиканской собственности, управление принадлежащими Республике Беларусь и переданными в установленном порядке в управление Минтранса акциями (долями в уставных фондах) хозяйственных обществ, назначение представителей государства в органах управления этих юридических лиц, обеспечение контроля за их деятельностью;

- взаимодействие с отраслевыми профессиональными союзами, заключение соответствующих отраслевых тарифных соглашений;

- проведение государственной кадровой политики по комплектованию высококвалифицированными специалистами государственных организаций и центрального аппарата Министерства;

- осуществление внешнеэкономической деятельности на транспорте, ее информационное обеспечение, проведение переговоров и заключение международных договоров Республики Беларусь межведомственного характера с соответствующими органами иностранных государств и международными организациями;

- осуществление подготовки предложений и реализация планов по участию Республики Беларусь в интеграционных процессах в рамках Союзного государства, Содружества Независимых Государств, Евразийского экономического сообщества, Единого экономического пространства по вопросам, отнесенным к компетенции Минтранса;

- участие в деятельности международных транспортных организаций и контроль за её осуществлением;

- участие в разработке и реализации мер по повышению безопасности дорожного движения;

- контроль содержания, ремонта (строительства, реконструкции) автомобильных дорог общего пользования, аэродромов гражданской авиации, аэропортов и иных транспортных объектов, содержания внутренних водных путей;

- принятие решения о проектировании и развитии (строительстве, реконструкции) республиканских автомобильных дорог, аэродромов гражданской авиации, аэропортов и иных транспортных объектов;
- разработка и утверждение технических нормативных правовых актов, норм в области транспортной деятельности и проведение работ по сертификации транспортных объектов;
- взаимодействие и координация деятельности республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов по развитию автомобильных дорог общего пользования, улучшению их технического уровня и эксплуатационного состояния;
- введение временных ограничений или запрещений движения транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования;
- обеспечение выдачи специальных разрешений на проезд тяжеловесных и (или) крупногабаритных транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования Республики Беларусь;
- организация взимания сборов и других платежей за проезд по автомобильным дорогам общего пользования;
- утверждение наименований и номеров республиканских автомобильных дорог;
- планирование дорожной деятельности, связанной с республиканскими автомобильными дорогами, на основании прогнозов развития государственного дорожного хозяйства, определение порядка обследования и диагностики автомобильных дорог общего пользования;
- определение порядка прокладки и переустройства инженерных коммуникаций в пределах полосы отвода и на придорожных полосах республиканских автомобильных дорог;
- закрепление нормативных требований к эксплуатационному состоянию и качеству содержания автомобильных дорог и контроль их состояния;
- организация государственного контроля деятельности в области гражданской авиации;
- обеспечение государственной регистрации и допуска к эксплуатации гражданских воздушных судов, аэродромов и ведение государственных реестров гражданских воздушных судов и аэродромов;
- организация разработки и утверждение в установленном законодательством порядке технических нормативных правовых актов в области гражданской авиации, выдача разрешений на применение бортовых радиостанций гражданских воздушных судов с присвоением позывного радиосигнала; выдачи разрешений на выполнение полетов (взлет, посадку) гражданских воздушных судов в воздушном пространстве Республики Беларусь;
- контроль выполнения правил международных полетов в воздушном пространстве Республики Беларусь.

## 3.3 Управление видами транспорта

### 3.3.1 Автомобильный транспорт

Автомобильный транспорт Республики Беларусь 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 данного вида транспорта:

– открытые акционерные общества: Брестоблавтотранс; Минск-облавтотранс; Могилевооблавтотранс; Витебскооблавтотранс; Гомельоблавтотранс; Гроднооблавтотранс;

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

**Задачи:**

– обеспечение работоспособности транспорта: техническое перевооружение и обновление основных производственных фондов; внедрение современных технологий перевозок грузов и пассажиров, основ транспортной логистики; обеспечение безопасности дорожного движения; развитие придорожного сервиса; наращивание экспорта услуг; обеспечение рентабельной и прибыльной работы транспортных организаций;

– удовлетворение потребностей экономики и населения в перевозках;

– осуществление государственного контроля и надзора за деятельностью в области автотранспорта;

– развитие организаций автотранспорта: расширение объемов работ по применению автотранспорта в хозяйственной деятельности страны.

**Функции:**

– организация: изучения потребностей экономики и населения республики в перевозках автомобилями; проведения мероприятий по повышению качества перевозок; разгосударствления и приватизации объектов автотранспорта, находящихся в республиканской собственности;

– разработка: основных направлений и программы развития автотранспортных организаций; порядка использования автодорожной инфраструктуры Республики Беларусь; мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения; технических нормативных правовых актов в области автотранспортной деятельности; инновационной и научно-технической политики, направленной на развитие автомобильного транспорта; проектов нормативных правовых актов и технических нормативов в области автоперевозок грузов и пассажиров;

– осуществление: мероприятий по поддержанию технического состояния автотранспортных средств; экономической и научно-технической

политики развития автомобильного транспорта; утверждения уставов авто-транспортных организаций; ведения статистического учета хозяйственной деятельности автотранспортных организаций; международной деятельности автотранспортных организаций;

– обеспечение удовлетворения потребностей экономики и населения в работах (услугах) автомобильного транспорта, развития международных научно-технических и информационных связей в области использования автодорожной инфраструктуры и международных перевозок, сертификации и стандартизации автотранспортных средств и технических устройств их обслуживания и ремонта, запасных частей к ним;

– контроль: за эффективным использованием государственного имущества, закрепленного за автотранспортными организациями на праве хозяйственного ведения или оперативного управления; деятельностью в области автотранспортной работы и техническим состоянием подвижного состава; выполнением правил международных перевозок; финансово-хозяйственной деятельностью автотранспортных организаций.

**Участие** в международных организациях:

– Белорусская ассоциация международных автомобильных перевозчиков (БОМАП);

– Комитет по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (КВТ ЕЭК ООН);

– Международный Союз автомобильного транспорта (МСАТ);

– Международная дорожная федерация (МДФ);

– Всемирная организация туризма и автомобильного спорта.

**Нормативно-правовые документы функционирования:**

1) законы и указы Президента Республики Беларусь:

– об основах транспортной деятельности;

– об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках;

– о транспортно-экспедиционной деятельности;

– о некоторых мерах по развитию международных перевозок;

– о некоторых мерах по 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;

– по транспортно-экспедиционной деятельности;

– по учету движения транспортных средств;

– по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом;

- о порядке оформления транспортных документов;
- о порядке 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;
  - о порядке включения в отраслевой перечень автомобильных перевозчиков, обязанных выполнять автомобильные перевозки пассажиров транспортом общего пользования;
  - о порядке выдачи владельцам автомобильных транспортных средств, осуществляющим международные автомобильные перевозки грузов и пассажиров, международных сертификатов технического осмотра;
  - о сезонных ограничениях нагрузок на оси транспортных средств при их движении по республиканским автомобильным дорогам общего пользования и др.

### **3.3.2 Железнодорожный транспорт**

Железнодорожный транспорт Республики Беларусь 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», подчиненным Министерству транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

#### **Задачи:**

- полное удовлетворение транспортных потребностей экономики и населения страны в железнодорожных перевозках;
- обеспечение безопасности движения поездов;
- повышение качества и культуры обслуживания пассажиров;
- планомерное и комплексное развитие материально-технической базы и социальной сферы Белорусской железной дороги;
- содержание в исправном состоянии подвижного состава, сооружений, устройств и технических средств;
- охрана окружающей среды от загрязнения и других вредных воздействий от деятельности железнодорожного транспорта.

#### **Функции:**

- прогнозирования: объемов перевозок пассажиров, грузов и багажа; развития рынка железнодорожных перевозок, на основе которых разрабатываются годовые, месячные планы перевозок грузов, а также нормы ра-

боты подвижного состава, производится планирование экономического и социального развития организаций железнодорожного транспорта;

– обеспечения: развития провозной и пропускной способности Белорусской железной дороги в соответствии с потребностями государства, юридических и физических лиц в перевозках; снабжения ресурсами; единой научно-технической политики, постоянного повышения технического уровня производства; совершенствования технологических процессов; профессионального, экономического и правового обучения персонала; разработки форм ведомственной отчетности для организаций;

– управления: перевозочным процессом; диспетчерское руководство движением поездов и маневровых передвижений; материально-техническим обеспечением организаций; осуществляет в установленном порядке инвестиционную деятельность, проектирование и строительство зданий и сооружений первого и второго уровней ответственности и проведение инженерных изысканий для этих целей;

– контроля: за полнотой и своевременностью поступления доходов от перевозок пассажиров, грузов и багажа; осуществлением других транспортных работ и услуг; обеспечением безопасности движения поездов и эксплуатации транспортных средств на железнодорожном транспорте общего пользования.

#### **Нормативно-правовые документы функционирования:**

– Закон Республики Беларусь «О железнодорожном транспорте»;

– Устав железнодорожного транспорта общего пользования Республики Беларусь;

– Правила технической эксплуатации Белорусской железной дороги;

– Инструкция по движения поездов и маневровой работе на Белорусской железной дороге;

– Инструкция по сигнализации на Белорусской железной дороге и др.

Функционирование организаций железнодорожного транспорта регламентируется: технологическими процессами функционирования подразделений транспорта; технико-распорядительными актами; инструкциями по сигнализации на железнодорожном транспорте и организации поездной и маневровой работы; правилами технической эксплуатации; планом формирования поездов; графиком движения поездов.

### **3.3.3 Водный транспорт**

Водный транспорт Республики Беларусь 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.

### **Структура** организационного построения:

- речные порты, выполняющие обслуживание водных путей на реках Республики Беларусь, а также на Днепро-Бугском канале;
- судостроительно-судоремонтные заводы, которые производят строительство и ремонт судов;
- ОАО «Белсудопроект», который осуществляет проектирование судов и плавсредств для речного флота;
- РУП «Белорусская инспекция Речного Регистра», выполняющая контроль за техническим состоянием судов, сертификацию изделий, используемых в судостроении;
- Белорусская инспекция речного судоходства, контролирующая соблюдение правил плавания на водных путях, обеспечение безопасных судоходных условий, а также ведение Государственного реестра судов;
- транспортно-экспедиционные компании, осуществляющие морские перевозки грузов: ОАО «Белорусское морское пароходство»; ЗАО «Белорусская судоходная компания»; ЗАО «Белорусская транспортно-экспедиционная и фрахтовая компания».

### **Функции** организаций водного транспорта:

- осуществление проектирования, строительства и ремонта судов, перевозки грузов (в том числе добычи и перевозки песка, песчано-гравийной смеси, нефтепродуктов и калийных удобрений) по рекам Республики Беларусь и в международном сообщении по рекам Припять и Днепр в черноморские порты;
  - *выпуск продукции: катеров, лодок, причальных понтонов, емкостей для красок от 5 до 200 л, гибких бетонных матов, используемых для укрепления откосов;*
  - *строительство гидротехнических сооружений.*

### **Задачи:**

- организация: разработки и реализации концепций и программ развития перевозок пассажиров и грузов морским и внутренним водным транспортом; проектов нормативных правовых актов в области морского и внутреннего водного транспорта; проведение научно-исследовательских работ по проблемам комплексного развития внутреннего водного и морского транспорта; выполнения Министерством полномочий Национальной морской администрации Республики Беларусь; ведения Государственного реестра морских судов Республики Беларусь и судовой книги; технического надзора за строительством, ремонтом и эксплуатацией судов; навигационного обеспечения судоходства по внутренним водным путям; выдачи технических условий на строительство сооружений на внутренних водных путях и др.;
- осуществление: управления организациями внутреннего водного и морского транспорта, подчиненными министерству; развития промышленного производства с целью первоочередного удовлетворения текущих и

перспективных потребностей внутреннего водного и морского транспорта в области модернизации транспортного и технического флота, перегрузочной техники; оформления и выдачи национального удостоверения личности моряка; ведения статистической отчетности по объемам перевозок морским и внутренним водным транспортом, протяженности внутренних водных путей и составу флота;

– контроль: за соблюдением законодательства в области морского и внутреннего водного транспорта, анализ практики его применения, подготовка предложений по его совершенствованию; за соблюдением требований по безопасности судоходства на внутренних водных путях; за безопасностью судоводных гидротехнических сооружений;

– подготовка: предложений по проектам нормативных правовых актов республиканских органов государственного управления по вопросам водного транспорта; предложений о создании, реорганизации и ликвидации организаций водного транспорта; предложений по перечню и границам внутренних водных путей, открытых для судоходства; утверждение классификации внутренних водных путей.

#### **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;

– о порядке взимания портовых платежей;

– о порядке отражения в бухгалтерском учете и отчетности затрат на подготовительные работы в организациях внутреннего водного транспорта;

– о порядке выдачи и использования лицензионных карточек на транспортные средства;

– о порядке применения Положения о национальном удостоверении личности моряка Республики Беларусь;

– о порядке выполнения путевых работ и содержания судоводных 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.

### **3.3.4 Воздушный транспорт**

Воздушный транспорт Республики Беларусь 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.

**Структура** организационного построения:

- республиканские унитарные предприятия: «Национальная авиакомпания «Белавиа»; «Авиакомпания Гомельавиа», «Авиакомпания Гродно», «Национальный аэропорт Минск», по аэронавигационному обслуживанию воздушного движения «Белэроавиация», «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;
- учреждение образования: «Белорусская государственная академия авиации».

**Задачи:**

- удовлетворение потребностей экономики и населения в воздушных перевозках пассажиров, багажа, грузов и почтовых отправлений;
- осуществление государственного контроля и надзора за деятельностью в области гражданской авиации в соответствии с законодательством;
- развитие гражданской авиации: техническое перевооружение и обновление основных производственных фондов; обеспечение безопасности полетов воздушных судов и авиационной безопасности; расширение объемов производства авиаперевозок на основе исследования внутреннего и международного рынков авиаперевозок; наращивание экспорта услуг; обеспечение рентабельной и прибыльной работы авиационных организаций; расширение объемов работ по применению авиации в народном хозяйстве;
- обеспечение авиационной безопасности: техническое перевооружение служб авиационной безопасности; принятие мер, направленных на раннее выявление в пассажиропотоке лиц, готовящихся к совершению преступления, путем организации контроля за пассажиропотоком с мо-

мента приобретения билета конкретным человеком до его посадки в самолет; дальнейшее внедрение современных методов выявления лиц, вынашивающих преступные намерения (профайлинг и др.); совершенствование охранной деятельности путем организации практической подготовки сотрудников служб безопасности.

#### **Функции:**

– разработка: основных направлений и программы развития гражданской авиации; мероприятий по обеспечению авиационной безопасности и безопасности полетов воздушных судов; технических нормативных правовых актов в области гражданской авиации; предложений о порядке 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; инновационной и научно-технической политики в области гражданской авиации, направленной на развитие гражданской авиации; проектов нормативных правовых актов и технических нормативных правовых актов в области гражданской авиации;

– организация: изучения потребностей экономики и населения республики в авиационных перевозках; проведения мероприятий по повышению качества авиаперевозок; разгосударствления и приватизации объектов гражданской авиации, находящихся в республиканской собственности;

– осуществление: государственной регистрации и допуска к эксплуатации гражданских воздушных судов и аэродромов гражданской авиации; ведения государственных реестров гражданских воздушных судов и аэродромов гражданской авиации; мероприятий по поддержанию летной годности гражданских воздушных судов и безопасности полетов; экономической и научно-технической политики в области гражданской авиации; утверждения уставов авиационных организаций; ведения учета авиационных событий, происшедших с гражданскими воздушными судами Республики Беларусь и гражданскими воздушными судами иностранных государств на территории Республики Беларусь; ведения государственной статистики в отношении авиационных организаций; внешнеэкономической деятельности, координации международных пассажирских и грузовых воздушных перевозок;

– обеспечение: удовлетворения потребностей экономики и населения в работах (услугах) в области гражданской авиации; регулирования деятельности авиационных организаций, подчиненных Минтрансу; развития международных научно-технических и информационных связей в области использования воздушного транспорта; сертификации в области гражданской авиации; выдачи разрешений на выполнение полетов (взлет, посадку) гражданских воздушных судов в воздушном пространстве Республики Беларусь, разработки мероприятий по минимизации вредного воздействия

воздушных судов гражданской авиации на окружающую среду; государственной кадровой политики в авиационных организациях;

– контроль: за эффективным использованием государственного имущества, закрепленного за авиационными организациями на праве хозяйственного ведения или оперативного управления; деятельностью в области гражданской авиации в части обеспечения авиационной безопасности и безопасности полетов воздушных судов, а также за летной годностью гражданских воздушных судов, авиационных двигателей и воздушных винтов; выполнением перевозок воздушным транспортом; выполнением правил международных полетов в части воздушного пространства Республики Беларусь; финансово-хозяйственной деятельностью авиационных организаций.

Участие в международных организациях:

- Международной организации гражданской авиации – ИКАО;
- Межгосударственного авиационного комитета (МАК) стран СНГ;
- Совета по авиации и использованию воздушного пространства стран СНГ.

**Нормативно-правовые документы, обеспечивающие авиаперевозки:** международные – в регулярном сообщении Варшавской конвенцией (1929 г.), с учетом принятых позднее Гаагского (1955 г.) и Монреальского (1975 г.) протоколов, нерегулярные (чартерные) сообщения – Гвадалахарской конвенцией (1961 г.); внутригосударственные – Воздушным кодексом Республики Беларусь; авиационными правилами перевозки пассажиров и багажа авиапредприятиями Республики Беларусь.

### 3.4 Согласованная транспортная политика

В целях эффективной работы транспорта проводится **согласованная транспортная политика**, которая предусматривает: формирование сети международных транспортных коридоров; повышение уровня взаимодействия между различными видами транспорта при выполнении международных перевозок и эффективности тарифной политики на видах транспорта; разработку концепции стратегического развития железнодорожного транспорта государств как основного вида грузового и пассажирского сообщений; устранение негативного влияния фискально-административных барьеров при осуществлении международных грузовых и пассажирских перевозок.

По мере реализации названных направлений сотрудничества для хозяйствующих субъектов и потребителей транспортных услуг предусматриваются условия реализации согласованной транспортной политики, направленные: на ускорение процедур пересечения границы; снятие барьеров при осуществлении международных перевозок; упорядочение дорож-

ных и иных сборов, транзитных налогов на территории государств СНГ; обеспечение справедливой конкуренции на рынке транспортных и экспедиторских услуг и проведения антидемпинговой политики на этом рынке; использование технических средств (подвижного состава) нового поколения с высокими эксплуатационными и экономическими характеристиками в соответствии с международными стандартами обслуживания и ремонта; предоставление оптимальных тарифных условий для транспортировки грузов; осуществление перевозки пассажиров и транспортировки грузов всеми видами транспорта, в том числе в автомобильно- и железнодорожно-паромном сообщении между государствами СНГ и т.д.

Проведение согласованной транспортной политики в государствах СНГ направлено: на повышение конкурентоспособности национальных производителей автотранспортных услуг; создание новых рабочих мест в сфере транспортной деятельности; увеличение доли перевозок внешнеторговых грузов с применением высокоэффективных технологий и валютных поступлений от международных перевозок грузов, пассажиров и развития туризма; снижение удельных затрат по устранению вредного воздействия транспортных средств на окружающую среду.

В системе проведения согласованной транспортной политики рассматриваются вопросы, обязательные для транспортных организаций, работающих на международном транспортном рынке: повышение эксплуатационной надежности мостовых сооружений на автомобильных и железных дорогах; обеспечение пополнения, модернизации и ремонта парка грузовых вагонов совместного использования государствами СНГ; объединение усилий бизнеса, науки, государства, представителей различных видов транспорта; единые требования к дополнительному обучению на профессиональную компетентность международных автомобильных перевозчиков государств СНГ.

Основой использования общего транспортного пространства на территории СНГ является соглашение о принципах формирования общего транспортного пространства и взаимодействия государств Содружества в области транспортной политики, которое облегчает перевозчикам государств-участников условия пересечения территорий других стран, обеспечивая тем самым повышенную скорость доставки грузов в международном сообществе. Нормативная правовая база сотрудничества стран СНГ в области транспорта включает в себя основополагающие политические и торгово-экономические соглашения и договоры, заключенные на уровне глав государств и правительств, документы отраслевого характера многостороннего и двустороннего формата.

### 3.5 Государственное регулирование транспортной деятельности

Под **системой государственного регулирования транспортной деятельности** 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 сфере транспортной деятельности 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 уровень, что позволяет снижать транспортные издержки; повышение качества транспортного обслуживания экономики и населения страны, включая безопасность движения транспортных средств.

С учетом 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 функционирования 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 работы транспорта в условиях рынка является объективной необходимостью. Система такого регулирования не может ограничиваться лишь экономическими отношениями. Она носит системный характер и тесно увязана с национальной транспортной политикой.

Государственное регулирование деятельности транспорта обеспечивает:

- оптимальность степени государственного вмешательства в работу транспорта с учетом специфических особенностей данной отрасли;
- многомерность регулирования. Государственное регулирование должно распространяться на следующие сферы: нормативно-правовую; налоговую; лицензионную; финансовую; тарифную;
- возможность реализации регулирующих функций по управлению отраслью. Система государственного регулирования транспортной деятельности является многоуровневой.

Центральное место в системе государственного регулирования транспортной деятельности занимают вопросы: создания надежной нормативно-правовой базы; финансового, налогового, организационно-правового, тарифного регулирования и надзорно-контрольных функций.

*Создание надежной нормативно-правовой базы* включает: единство и непротиворечивость исходных принципов для всей совокупности намечаемых законоположений по всему своду законов и подзаконных актов; 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; минимум изменений в «базовой» (нормативно-технологической) части (документах, уже принятых правительством страны, и отраслевых нормативных актах) и максимум – в «надстроечной» (законодательной) части; учет в возможно полной мере специфических особенностей и условий, в которых оказались различные виды транспорта страны; 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; 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); 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; изменение организационно-управленческих структур центрального и периферийных звеньев государственного аппарата, связанного с регулированием транспорта.

*Финансовое регулирование* обеспечивает: прямое участие государства в финансировании капиталоемких проектов и программ (например, по созданию транспортной инфраструктуры в районах нового хозяйственного освое-

ния, строительства и модернизация автодорог); предоставление транспортным организациям государственной формы собственности финансовых средств на возвратной основе; осуществление прямых инвестиций для развития транспортных организаций; введение государственного лимита для замены и обновления подвижного состава; создание специальных инвестиционных фондов, аккумулирующих средства целевого назначения (фонд инновационного развития); б) привлечение зарубежных инвесторов для финансирования крупных транспортных проектов и программ; 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. Оно контролирует: 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; беспересадочных пассажирских.

*Организационно-правовое регулирование* обеспечивает современную правовую базу работы транспортных организаций при изменении условий их работы и транспортной политики государства.

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

*Надзорно-контрольное управление* обеспечивает законность и целесообразность автотранспортной деятельности, ее оценку с правовых, научных, социально-политических, организационно-технических позиций. В случаях, когда между проверяющими и проверяемыми нет организационной подчиненности, сведение контроля к надзору необходимо для предотвращения вмешательства в оперативную деятельность субъектов власти, не несущих ответственности за ее последствия.

---

## 4 ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

---

### 4.1 Автомобили и автобусы

**Н**а автомобильных дорогах общего пользования в основном используются автомобили для перевозок грузов и автобусы для перевозок пассажиров.

**Грузовые перевозки.** Автотранспортные средства для грузовых перевозок классифицируются по массе, габаритам, осевым нагрузкам, конструктивной схеме, типу кузова, исполнению, конструктивным признакам и подразделяются на *дорожные и внедорожные*.

Дорожные автомобили предназначены для движения по автомобильным дорогам общего пользования. Осевая нагрузка для них при их движении по усовершенствованным дорогам должна соответствовать установленным требованиям и нормативным документам. Внедорожные применяются для перевозок по специально построенным карьерным, лесовозным и другим технологическим дорогам, а также вне сети дорог.

Автотранспортные средства по *видам движения* условно делят на магистральные и для выполнения технологических перевозок.

Грузовые автомобили по *конструкционной схеме* подразделяются на одиночные и автопоезда. Автопоездом называется тягач, соединенный с полуприцепом или прицепом, а также автомобиль, соединенный с прицепом. В свою очередь тягачи подразделяются на автомобили-тягачи, седельные и буксирные тягачи.

Прицепной состав различается по числу осей и другим конструктивным особенностям (прицепы-тяжеловесы, тентованные, низкорамные и др.).

Одним из основных классификационных признаков каждого из видов грузовых автомобилей является их градация в зависимости от *грузоподъемности* или разрешенной максимальной *массы* автомобиля. Для потребителей наиболее показательна номинальная грузоподъемность, т. е. полезная нагрузка транспортного средства, установленная его изготовителем.

Автомобили и автопоезда классифицируются:

– по *грузоподъемности* – на пять групп: особо малые – до 0,5 т; малые – от 0,5 до 2 т; средние – от 2 до 5 т; большие – от 5 до 15 т; особо большие – более 15 т. Грузоподъемность автопоезда складывается из грузоподъемности автомобиля-тягача и прицепов (полуприцепов);

– *типу кузова* – на универсальные, специализированные, самосвалы, фургоны, цистерны, контейнеровозы, панелевозы, цементовозы и т. д.;

- природно-климатическому исполнению – предназначенные для работы в обычных условиях, на севере, в тропиках, в горных условиях;
- типу двигателя – на карбюраторные, дизельные, газобаллонные, газотурбинные, электрические (электромобили);
- проходимости – с ограниченной, повышенной и высокой проходимостью.

Автомобили имеют следующие технико-экономические характеристики: грузоподъемность; максимальная конструкционная скорость движения, км/ч; мощность двигателя, кВт (л. с.); число всех и ведущих осей; полная масса и максимальная нагрузка (давление) на дорогу от отдельных осей; габаритная длина, ширина и высота автомобиля или автопоезда; общее количество колёс, в том числе ведущих.

Система обозначения автомобилей состоит из марки, модели и модификации. *Марка* определяется по заводу-изготовителю или разработчику (буквенная информация), модель – в виде цифровой информации и модификация – в виде букв и (или) цифр. *Модель* определяется по назначению автомобиля (типу кузова), размерности (полная масса, литраж или мощность двигателя, вместимость) или условно.

Для грузовых автомобилей первыми двумя цифрами кодируется полная масса и тип кузова. Их расшифровка приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Индексы грузовых и специальных автомобилей

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

Цифровое обозначение прицепов и полуприцепов приведено в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Цифровое обозначение прицепов и полуприцепов (две первые цифры)

Типы прицепов	Прицепы	Полуприцепы
Легковые	81	91
Автобусные	82	92
Грузовые (бортовые)	83	93
Самосвальные	85	95
Цистерны	86	96
Фургоны	87	97
Специальные	89	99

Транспортные средства, предназначенные для дальних грузовых перевозок

зок, включают: автомобили – седельный тягач, автомобиль с тентовой платформой, изотермический фургон; автопоезд; полуприцепы – тентовый, изотермический и рефрижераторный, для перевозки контейнеров, длинномерных грузов (рисунки 4.1–4.10).



Рисунок 4.1 – Седельный тягач



Рисунок 4.2 – Автомобиль с тентовой платформой



Рисунок 4.3 – Изотермический фургон



Рисунок 4.4 – Автопоезд



Рисунок 4.5 – Тентовый полуприцеп



Рисунок 4.6 – Изотермический полуприцеп



Рисунок 4.7 – Рефрижератор



Рисунок 4.8 – Сортиментовоз



Рисунок 4.9 – Полуприцеп для перевозки контейнеров



Рисунок 4.10 – Полуприцеп для перевозки длинномерных грузов

Автомобили, предназначенные для грузовых перевозок на короткие расстояния, представлены следующей их разновидностью: самосвалы, бортовые, изотермические фургоны, с погрузочным краном, грузовой фургон и сельскохозяйственный поезд (рисунки 4.11–4.16).



Рисунок 4.11 – Самосвал



Рисунок 4.12 – Бортовой автомобиль



Рисунок 4.13 – Изотермический фургон



Рисунок 4.14 – Автомобиль с погрузочным краном



Рисунок 4.15 – Сельскохозяйственный автопоезд



Рисунок 4.16 – Грузовой фургон

Специализированные транспортные средства включают: автобетоносмеситель, изотермический автомобиль-цистерна, автоцистерну повышенной грузоподъемности (для развоза нефтепродуктов между автозаправочными станциями), мусоровоз, бензовоз малой грузоподъемности, эвакуатор, автомобиль-хлебозов и цементовоз (рисунки 4.17–4.24).



Рисунок 4.17 – Автобетоносмеситель



Рисунок 4.18 – Изотермический автомобиль-цистерна



Рисунок 4.19 – Автоцистерна повышенной грузоподъемности



Рисунок 4.20 – Мусоровоз



Рисунок 4.21 – Бензовоз



Рисунок 4.22 – Эвакуатор



Рисунок 4.23 – Автомобиль-хлебовоз



Рисунок 4.24 – Автомобиль-цементовоз

Обозначение автомобилей: *МАЗ-54323* – автомобиль производства Минского автомобильного завода с максимальной разрешенной массой от 14 до 20 т (цифра 5), седельный тягач (цифра 4), модель – 32, модификация – 3 производства фирмы «Mercedes-Benz-AG» с максимальной разрешенной массой 18 т и мощностью двигателя 380 л. с. Базовые модели автомобильных двигателей, их узлов и деталей обозначаются десятизначным цифровым индексом. Первая цифра индекса определяет класс двигателя, связанный с его рабочим объемом. Последующие цифры индекса обозначают номера базовой модели двигателя, его агрегатов, узлов и деталей.

**Качество автомобилей** оценивают по комплексным показателям:

– *грузоподъемность кузова*,  $\text{т/м}^3$ ; коэффициент грузоподъемности (отношение загрузки полного объема кузова к номинальной грузоподъемности); удельная площадь пола на одно место для сиденья или проезда стоя;

– *удобство использования* (плавность хода, удобство погрузки-разгрузки, легкость управления, компактность, маневренность, готовность к движению, запас хода по топливу);

– *скоростные характеристики* («разгон-выбег», разгон на высшей и предшествующих передачах на дороге с переменным продольным профилем, максимальная скорость, км/ч; условная максимальная скорость, км/ч; время разгона на пути 400 и 1000 м и разгона до заданной скорости, с; значение динамического фактора на высшей передаче, Н/кг; установившиеся скорости движения на подъемах, км/ч; удельная мощность, кВт/т);

– *безопасность* (устойчивость движения, тормозные свойства, обзорность, сигнализация, ограничение токсичности (СО, С<sub>n</sub>Н<sub>m</sub>, NO<sub>x</sub>, твердых частиц), радиопомех и шумности);

– *топливная экономичность* (контрольный расход топлива, л/100 км; топливные характеристики установившегося движения на дороге с переменным профилем, л/100 км);

– *надежность* (безотказность, долговечность, ремонтпригодность);

– *проходимость*: фактор проходимости – отношение произведения расхода топлива и времени движения на дороге с твердым покрытием на единицу транспортной работы к такому же удельному производству для труднопроходимого маршрута).

Общие технические требования к автомобилям: ширина – 2,55 м (2,6 – рефрижератор); высота – 4,0 м, длина – 12 м – одиночный автомобиль, 16,5 м – тягач с полуприцепом, 20 м – автомобиль-тягач с прицепом и полуприцепом; полная масса – не более 40,0 т (для контейнеровозов и при числе осей не менее 6 – не более 44,0 т). При этом для магистральных дорог осевые нагрузки не должны превышать 11,5 т, а для оси тележки в зависимости от типа подвески (имеется пневмоподвеска или нет), числа осей и межосевого расстояния, а также типа моста (ведущий, неведущий, управляемый).

#### **Система показателей использования автомобилей:**

– *объемные*: выполненный объем перевозок в тоннах (т); грузооборот в тонно-километрах (т·км);

– *техничко-экономические*: использование во времени (автомобиледни эксплуатации, коэффициент выпуска подвижного состава, время на маршруте и в наряде, время простоя под погрузкой-разгрузкой и коэффициент использования рабочего времени), скоростных свойств (скорости движения – техническая и эксплуатационная); пробега (коэффициенты использования пробега за различные периоды времени работы на линии); грузоподъемности (коэффициенты использования грузоподъемности – статический и динамический);

– *техничко-эксплуатационные*: единичные – скорость движения, коэффициенты использования парка, пробега, вместимости подвижного состава;

– *комплексные* – время цикла процесса перемещения, скорость доставки (сообщения) грузов, производительный пробег и производительность за анализируемый период времени.

*Коэффициент использования парка* показывает долю рабочего времени парка подвижного состава от всего календарного времени; определяется отношением суммарного времени нахождения транспортных средств в работе к суммарному времени нахождения их на балансе транспортного предприятия.

*Скорость движения* характеризуется отношением пройденного пути к затраченному времени без учета простоев под коммерческими и техническими операциями (техническая скорость) или с учетом этих простоев (эксплуатационная или коммерческая скорость).

*Коэффициент использования пробега* определяется отношением произ-

водительного пробега транспорта с грузом к общему пробегу.

*Степень использования грузоподъемности* характеризуется статическим и динамическим коэффициентами: *статический* определяется отношением выполненного объема перевозок за данное число операций транспортирования к возможному объему за то же число операций при полной загрузке подвижного состава, *динамический* – отношением фактически выполненной транспортной работы за данный производительный пробег к возможной за тот же пробег при полной загрузке подвижного состава.

*Время цикла процесса перемещения* включает производительный пробег, простои под коммерческими и грузовыми операциями, непроизводительный пробег по подаче подвижного состава под очередную загрузку; определяется расстоянием транспортирования, длиной непроизводительного пробега, технической скоростью движения и простоями в погрузочно-разгрузочных пунктах и в пути движения.

*Скорость доставки* (сообщения) определяется отношением расстояния транспортирования к затраченному на это времени, которое состоит из времени движения и простоев в пути подвижного состава как под коммерческими, техническими операциями, так и во время отдыха водителей.

*Производительный пробег и производительность* указывают на интенсивность эксплуатации подвижного состава; определяются пробегом, объемом перевозок и транспортной работой за конкретный период рабочего или календарного времени (час, сутки, месяц, год) парком или единицей подвижного состава. Производительность подвижного состава может быть выражена в пересчете на единицу грузоподъемности и 1 кВт мощности подвижного состава за анализируемый период.

Основными технико-экономическими показателями работы грузового автотранспорта являются себестоимость перевозок и производительность труда. *Себестоимость грузовых перевозок* определяется эксплуатационными затратами, приходящимися на единицу транспортной продукции. *Производительность труда* определяется в натуральном или денежном выражении и представляет собой отношение выполненной транспортной продукции (т·км или руб.) к трудовым затратам. Определяется как отношение транспортной продукции к списочной численности работников.

**Пассажирские перевозки.** Транспортные средства для перевозки пассажиров называются автобусами, которые подразделяются по функциональному назначению при выполнении перевозок: туристические, международные, междугородные, пригородные, городские, технологические (для работы в аэропортах). Разновидностью автобуса является микроавтобус.

Параметры автобусов:

– габаритная длина: особо малые – до 5 м; малые – 6,0–7,5 м; средние – 8,0–9,5 м; большие – 10,5–12,0 м и особо большие – более 12,0 м;

– конструктивная схема: одиночные, сочлененные, одноэтажные, полотора- и двухэтажные;

– тип установленных пассажирских сидений: жесткие и мягкие;

– пассажироместность: малой, средней, большой и особо большой.

Конструкционные варианты автобусов по функциональному их назначению (кроме городских) приведены на рисунках 4.25–4.30.



Рисунок 4.25 – Туристический автобус



Рисунок 4.26 – Международный автобус



Рисунок 4.27 – Междугородный автобус



Рисунок 4.28 – Пригородный автобус средней вместимости



Рисунок 4.29 – Пригородный автобус малой вместимости



Рисунок 4.30 – Технологический автобус

Показатели использования автобусов:

- *объемные*: количество перевезенных пассажиров; пассажирооборот;
- *технико-экономические*: использование автобусов по времени (автобусо-дни эксплуатации, коэффициент выпуска, время на маршруте и в наряде, время простоя под посадкой-высадкой пассажиров или на остановочных

пунктах и коэффициент использования рабочего времени), пробегу (коэффициенты использования пробега автобуса за различные периоды времени работы на линии), скоростным свойствам (скорости движения – техническая, сообщения и эксплуатационная), пассажировместимости;

– *техничко-эксплуатационные*: единичные – скорость движения, коэффициенты использования парка автобусов, пробега, вместимости; комплексные – продолжительность цикла процесса перемещения, скорость доставки (сообщения) пассажиров, производительный пробег и производительность автобусов.

Характеристика показателей использования автобусов:

– *коэффициент использования парка* показывает долю рабочего времени парка автобусов от всего календарного времени. Определяется отношением суммарного времени нахождения автобусов в работе к суммарному времени нахождения его на балансе транспортного предприятия;

– *скорость движения* характеризуется отношением пройденного пути автобуса к затраченному времени без учета простоев под коммерческими и техническими операциями (техническая скорость) или с учетом этих простоев (эксплуатационная или коммерческая скорость);

– *коэффициент использования пробега* определяется отношением производительного пробега автобусов с пассажирами к общему их пробегу за тот же период времени;

– *степень использования вместимости* определяется отношением выполненного количества перевезенных пассажиров за данное число рейсов к возможной его величине за тот же пробег при полной загрузке автобусов;

– *время цикла процесса перемещения* включает производительный пробег автобуса, простой под посадкой и высадкой, непроизводительный пробег по подаче подвижного состава под посадку пассажиров (нулевой пробег); определяется расстоянием перевозки, длиной непроизводительного пробега, технической скоростью движения и простоями на остановках и в пути движения;

– *скорость сообщения* определяется отношением расстояния перевозки пассажира к затраченному на это времени, которое включает продолжительность движения и простоев в пути автобуса на маршруте;

– *производительный пробег и производительность* указывают на интенсивность использования автобусов; оцениваются величиной пробега, объемом перевозок за учетный период парком автобусов или одним автобусом. Производительность автобуса может быть выражена в пересчете количества перевезенных пассажиров на единицу подвижного состава (автобус) – 1 км пробега или одного водителя.

## 4.2 Железнодорожные средства передвижения

Транспортные средства на железной дороге подразделяются на: *тяговые* (электровозы, тепловозы, электро- и дизель-поезда); *ведомые* (вагоны – грузовые, пассажирские, специальные) и *специализированные* (для технологического обеспечения ремонтных работ).

**Электровозы** – железнодорожные локомотивы, работающие на электрической тяге (рисунки 4.31–4.36). Классифицируются:

- по функциональному назначению – магистральный, маневровый, промышленный;
- по видам движения – грузовой, пассажирский и грузопассажирский;
- роду тока – постоянного, переменного, двухсистемные, которые могут работать как на постоянном, так и на переменном токе;
- количеству секций – одно-, двух- и трехсекционные;
- количеству осей – четырех, шести, восьми и двенадцатосные;
- типу тягового двигателя – постоянного или переменного тока.



Рисунок 4.31 – Магистральные грузовые электровозы постоянного тока: а – восьмиосный двухсекционный; б – шестиосный односекционный; в – восьмиосный двухсекционный; г – восьмиосный двухсекционный с асинхронным тяговым двигателем



Рисунок 4.32 – Магистральные грузовые электровозы переменного тока:  
*а* – шестиосный односекционный; *б* – восьмиосный двухсекционный повышенной мощности;  
*в* – двенадцатиосный трехсекционный; *г* – шестнадцатиосный четырехсекционный



Рисунок 4.33 – Магистральные пассажирские электровозы постоянного тока:  
*а* – шестиосный односекционный; *б* – восьмиосный двухсекционный скоростной (до 160 км/ч);  
*в* – односекционный скоростной; *г* – восьмиосный двухсекционный скоростной (до 200 км/ч)

а)



б)



в)



г)



Рисунок 4.34 – Магистральные пассажирские электровозы переменного тока:  
*а* – шестиосный односекционный; *б* – восьмиосный односекционный скоростной (до 200 км/ч);  
*в* – двухсистемный скоростной; *г* – восьмиосный двухсекционный (до 140 км/ч)

а)



б)



Рисунок 4.35 – Магистральные электровозы двухсистемные:  
*а* – шестиосный односекционный пассажирский; *б* – восьмиосный двухсекционный грузовой

а)



б)



Рисунок 4.36 – Промышленные и маневровые электровозы:  
*а* – промышленный шестиосный; *б* – маневровый четырехосный

**Тепловозы** – автономные железнодорожные локомотивы, первичным двигателем которых является дизель. Преимущество тепловозов – их автономность в работе, недостаток – высокий уровень экологического загрязнения окружающей среды.

Тепловозы классифицируются:

– по функциональному назначению – магистральный, маневровый, промышленный (для использования в технологическом движении промышленных организаций);

– видам движения – грузовой, пассажирский, грузопассажирский;

– количеству секций – одно-, двух-, трех- и четырехсекционные;

– количеству осей – 4, 6, 8, 12, 18, 24;

– типу передачи – с электропередачей, гидравлической, механической;

– габаритам подвижного состава – европейской и широкой колеи;

– типу тягового двигателя – постоянного или переменного тока.

Внешний вид тепловозов в соответствии с приведенной классификацией показан на рисунках 4.37–4.40.

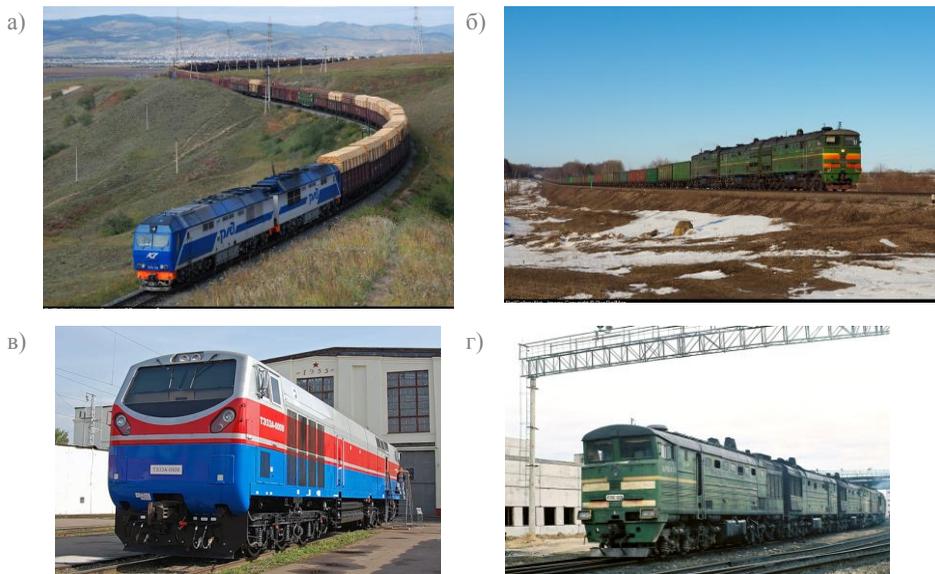


Рисунок 4.37 – Магистральные грузовые тепловозы:  
а – двухсекционный; б – трехсекционный;  
в – шестиосный односекционный; г – четырехсекционный

*Пассажирские* тепловозы имеют мощные тяговые характеристики, которые позволяют им за короткий промежуток времени набрать установленную скорость. К тому же они имеют мощную тормозную систему, обеспе-

чивающую безопасность перевозки пассажиров. В последние годы выпускают односекционные тепловозы для пассажирского движения.



Рисунок 4.38 – Магистральные пассажирские тепловозы:

а – шестисный односекционный; б – восьмисный односекционный (6500 л. с.) скоростной;

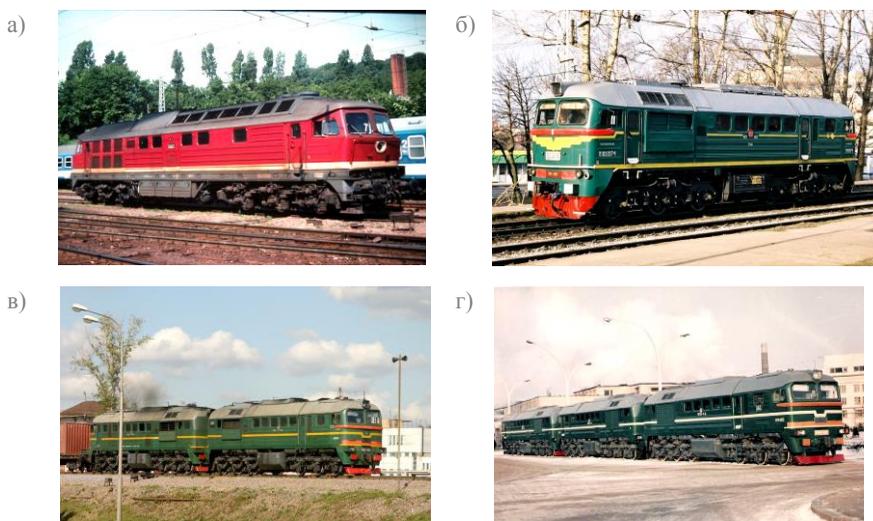


Рисунок 4.39 – Магистральные грузопассажирские тепловозы:

а – шестисный односекционный повышенной мощности (3000 л. с.); б – шестисный односекционный (2000 л. с.); в – двенадцатисный двухсекционный; г – восемнадцатисный трех-секционный повышенной мощности (6000 л. с.);

*Маневровые* тепловозы предназначены для выполнения маневровых передвижений на станциях и подъездных путях. Конструкционно они изготавливаются в двух видах: с электропередачей (используется дизель-генераторная установка и тяговые электродвигатели) и с гидропередачей (используется система гидравлической передачи от двигателя на колесные пары). Для работы на сортировочных горках с поездами повышенной длины используются маневровые тепловозы повышенной мощности (рисунок 4.40).



Рисунок 4.40 – Маневровые тепловозы:

*а* – четырехосный с электропередачей; *б* – шестиосный с гидропередачей; *в* – шестиосный с электропередачей; *г* – шестиосный с электропередачей повышенной мощности

**Мотор-вагоны** – общее название автономных транспортных средств для перевозки пассажиров, имеющих кабины управления и силовую установку. К нему относятся электропоезда, дизель-поезда (рельсовый автобус как разновидность укороченного дизель-поезда), автомотрисы. *Электропоезда* по конструкционным особенностям изготовлены секциями: один мотор-вагон, оборудованный тяговыми двигателями и пантографами (устройствами для съема электроэнергии с контактного провода) и один простой вагон. Состав поезда комплектуется из секций и дополняется с головы и хвоста вагонами, имеющих кабину управления поездом.

**Электропоезда** классифицируются по следующим признакам:

- роду тока – переменного и постоянного;
- конструкции – секции, модуль;
- количеству секций в составе поезда – может включаться четное количество вагонов от 4 до 18;
- функциональному назначению – используются как на железнодорожных линиях с частыми остановками и большим пассажиропотоком, так и на междугородных линиях с малым количеством остановок.

Электропоезд – это разновидность мотор-вагонного подвижного состава, получающего энергию от внешней контактной сети с использованием токоприёмников. Электропоезда широко используются в межрегиональном, региональном и городском сообщениях. В отличие от других транспортных средств они способны быстро разогнаться на коротких перегонах между станциями,

малозумные и не загрязняют окружающую среду, что очень важно в густонаселённых районах.

Внешний вид электропоездов, сформированных из секций в соответствии с приведенной классификацией, дан на рисунке 4.41.



Рисунок 4.41 – Электропоезда, сформированные из секций:  
а – постоянного тока (ЭР-2); б – переменного тока (ЭР-9);  
в – постоянного тока 5-вагонная секция; г – салон электропоезда

В последние годы на железнодорожном транспорте стали использоваться электропоезда модульного (бестамбурного) типа, предназначенные для региональных, межрегиональных и международных перевозок, доставки пассажиров в аэропорты (рисунок 4.42).



Рисунок 4.42 – Электропоезда модульного типа

В целях увеличения эффективности использования транспортных средств в мировой практике стали производить двухэтажные электро- и дизель-поезда (рисунок 4.43). Это позволяет практически в два раза увеличи-

вать населенность поездов и использовать их в городском, региональном и межрегиональном сообщениях с интенсивным пассажиропотоком.



Рисунок 4.43 – Двухэтажный мотор-вагонный подвижной состав:  
а – электропоезд; б – дизель-поезд

Кроме того, железнодорожные электропоезда применяются в высокоскоростном пассажирском сообщении. Многие высокоскоростные поезда (ЭР200, «Intercity-Express-3», «Синкансэн», «Сапан») комплектуются из мотор-вагонов модульного типа и с локомотивной тягой (рисунок 4.44).



Рисунок 4.44 – Скоростные электропоезда модульного типа:  
а – мотор-вагонные; б – с локомотивной тягой

Применяются также высокоскоростные поезда (TGV, «Talgo»), имеющие два однокабинных локомотива по концам поезда. Наличие в составе большого количества моторвагонов позволяет иметь более высокую удельную мощность, а следовательно, высокие ускорения и скорости движения (свыше 500 км/ч).

**Дизель-поезд** – разновидность моторвагонного подвижного состава, получающего энергию от дизельных двигателей. Дизель-поезд используется в качестве подвижного состава для пассажирских перевозок в пригородном, межобластном, местном сообщении на неэлектрифицированных, а также частично электрифицированных линиях, в скоростном междугороднем сообщении, а также в качестве служебного (ремонтного, путеизмерительного) транспорта. Он формируется из моторных (выполняющих функцию тяги) и прицепных вагонов. Моторные вагоны оборудованы дизельными двигателями. Аналогично тепловозам для передачи вращающего момента от вала дизеля на колёсные пары моторного вагона используются различные типы передач –

механическая, гидравлическая, электрическая. Вагоны с кабинами управления называются головными. Моторными вагонами, как правило, являются головные. Пассажиры размещаются во всех вагонах дизель-поезда.

Иногда в дизель-поездах силовой установкой оснащён только один головной вагон. Второй имеет лишь кабину машиниста, оборудованную всеми приборами, необходимыми для дистанционного управления силовой установкой другого головного вагона. Так, в некоторых дизель-поездах серии ДР1П постройки Рижского вагоностроительного завода (рисунок 4.45, *а*) третий и четвёртый прицепные вагоны оборудовались кабинами дистанционного управления для возможности эксплуатировать дизель-поезд как два самостоятельных трехвагонных состава (рисунок 4.45, *б*), работающих каждый, соответственно, на одном моторном вагоне. Практикуется также четырехвагонный состав дизель-поезда с одним моторным головным вагоном и головным вагоном дистанционного управления.



Рисунок 4.45 – Дизель-поезда модульного типа:  
*а* – с головными мотор-вагонами; *б* – со всеми мотор-вагонами

В последние годы дизель-поезда используются на межрегиональных линиях с ускоренным движением поездов. Данный подвижной состав отличается повышенным комфортом (рисунок 4.46).



Рисунок 3.46 – Дизель-поезда для скоростных линий:  
*а* – внешний вид; *б* – салон вагона

Для перевозки пассажиров на неэлектрифицированных линиях при небольших пассажиропотоках используются **автомотрисы** и **рельсовые автобусы**. Автомотрисы (рисунок 4.47, *а*) и рельсовые автобусы (рисунок 4.47, *б*) не являются самостоятельным видом (классом) транспортного средства (как,

например, паровоз или электропоезд) и тем более видом транспорта, а используется в качестве подвижного состава для пассажирских перевозок на регулярных пригородных, внутригородских, межобластных, местных и нерегулярных второстепенных железнодорожных линиях, а также в качестве служебного (ремонтного, путеизмерительного) транспорта.



Рисунок 4.47 – Автономные рельсовые пассажирские транспортные средства:  
*a* – автомотриса; *б* – рельсовый автобус

В современном мире в системе скоростного пассажирского сообщения получили развитие **транспортные средства на магнитной подвеске**. Существует три основных технологии магнитного подвеса поездов (рисунок 4.48): 1) на сверхпроводящих магнитах (на открытой платформе); 2) на электромагнитах (в закрытом жёлобе); 3) с использованием тросов.



Рисунок 4.48 – Транспорт на магнитной подвеске:  
*a* – на открытой платформе; *б* – в закрытом жёлобе; *в* – с использованием тросов

Состав передвигается за счёт отталкивания одинаковых полюсов магнитов и, наоборот, притягивания разных полюсов. Движение осуществляется линейным двигателем, расположенным либо на поезде, либо на пути, либо и там, и там. Серьёзной проблемой проектирования является большой вес достаточно мощных магнитов, поскольку требуется сильное магнитное поле для поддержания в воздухе массивного состава. На борту поезда размещены системы, работающие на принципе индукции от трассы пути. И только часть пути под поездом находится под напряжением. Скорость движения такого поезда сравнима со скоростью самолёта и позволяет составить конкуренцию воздушным сообщениям на малых (для авиации) расстояниях (до 1000 км).

**Железнодорожные вагоны.** Вагон является единицей подвижного состава железных дорог. Он предназначен для перевозки грузов или пассажиров и оборудован, соответственно, всеми необходимыми устройствами для их перевозки и включения вагона в состав поезда. Вагоны различаются по количеству осей (4-, 6-, 8-, 12- и 16-осные); устройству ходовых частей (тележечные и нетележечные). Основные параметры, характеризующие вагон: грузоподъёмность, собственная масса вагона (тара), осевая нагрузка, нагрузка на 1 м пути (погонная нагрузка). По своему назначению вагоны делятся на две основные группы – грузовые и пассажирские.

**Грузовые вагоны.** Современные грузовые вагоны нового поколения строят трех категорий: стандартные с увеличенной грузоподъёмностью до 71–75 т; скоростные грузоподъёмностью 50–60 т и с конструктивной скоростью до 160 км/ч; международные грузоподъёмностью 55–60 т, с возможностью быстрого перехода на колею 1435 мм и обратно за счет применения, например, колесных пар с раздвижными колесами. Они различаются по роду на: крытые, платформы, полувагоны, цистерны, изотермические, транспортеры и др.

*Крытые вагоны* предназначены для перевозки зерновых и других сыпучих грузов, нуждающихся в защите от атмосферных осадков, для транспортировки тарно-упаковочных и высокоценных грузов. Вагон имеет закрытый кузов, обычно оборудованный дверями и люками. Крытые вагоны (рисунок 4.49) различаются: по материалу изготовления корпуса – цельнометаллические и деревянные; длине базы; проему дверей – однодверные и с уширенными дверными проемами; функциональному назначению – универсальные и специализированные.

На *платформах* перевозят длинномерные, громоздкие и тяжеловесные грузы, контейнеры, автомашины. Они различаются по следующим типам: материалу изготовления корпуса – с цельнометаллическими или деревянными бортами; функциональному назначению – универсальные (рисунок 4.50, а) и специализированные для перевозки контейнеров (рисунок 4.50, б).

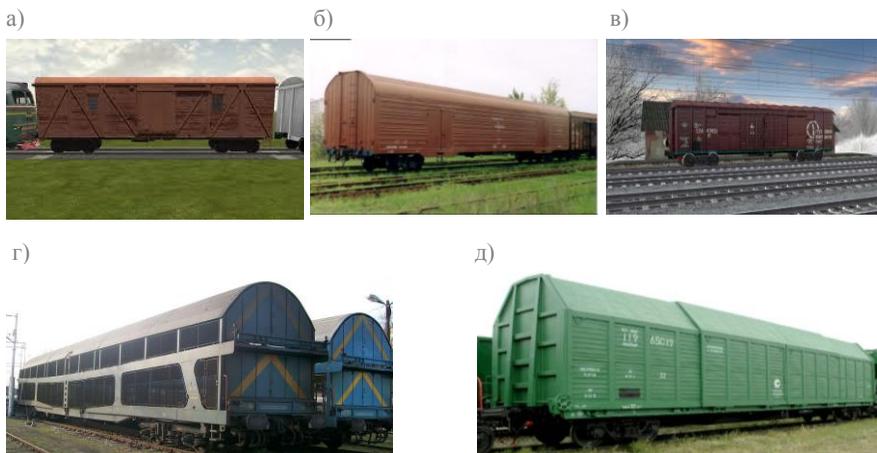


Рисунок 4.49 – Крытые грузовые вагоны:

*a* – деревянный; *б* – цельнометаллический длиннобазный;  
*в* – цельнометаллический с уширенными дверными проемами; *г* – специализированный для перевозки автомобилей; *д* – цельнометаллический раздвижной

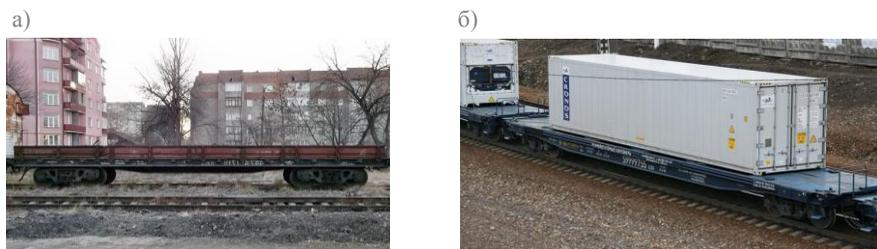


Рисунок 4.50 – Железнодорожные платформы:

*a* – универсальная; *б* – специальная для перевозки контейнеров

Специализированные платформы используются также для перевозки лесоматериалов, автомобилей, проката и грузов, имеющих негабаритность (рисунок 4.51).



Рисунок 4.51 – Четырехосные платформы:

*a* – для перевозки лесоматериалов; *б* – для перевозки автомобилей; *г* – для перевозки проката

*Полувагоны* относятся к универсальному железнодорожному подвижному составу. Они используются для перевозки массовых навалочных грузов: угля, строительных материалов, лесоматериалов, продукции металлургии. Классифицируются по следующим признакам (рисунок 4.52): количеству осей (4-, 6- и 8-осные); материалу изготовления – с деревянными бортами и цельнометаллические; функциональному назначению – универсальные и специализированные (для перевозки лесоматериалов, изделий металлургии).



Рисунок 4.52 – Цельнометаллические полувагоны:  
*а* – четырехосный; *б* – восьмиосный;  
*в* – шестиосный

*Цистерны* предназначены для перевозки жидких и газообразных грузов (нефть, керосин, бензин, масла, кислоты, сжиженные газы и т.д.). Кузовом такого вагона является котел. Цистерны классифицируются (рисунок 4.53): по количеству осей – четырехосные и восьмиосные, функциональному назначению – для светлых, темных и вязких нефтепродуктов, химических грузов (кислот).

*Изотермические* вагоны предназначены для перевозки скоропортящихся грузов (мяса, рыбы, фруктов и т.п.). Кузов такого вагона имеет изоляцию и оснащен специальным оборудованием для создания необходимых температурного и влажностного режимов. Современные изотермические вагоны выполняют в виде рефрижераторных секций (из 5 и 10 вагонов) с центральной холодильной установкой и помещением для бригады в одном из вагонов при использовании остальных вагонов секции для размещения груза или с полным комплектом всего холодильного оборудования в каждом вагоне (автономный рефрижераторный вагон). Внешний вид изотермических вагонов показан на рисунке 4.54.



Рисунок 4.53 – Цистерны:

*а* – универсальная четырехосная; *б* – универсальная восьмиосная;  
*в* – для перевозки сжиженного газа; *г* – для перевозки вязких нефтепродуктов



Рисунок 4.54 – Рефрижераторные вагоны:

*а* – универсальный; *б* – 5-вагонная секция

Вагоны *специального назначения* (рисунок 4.55) предназначены для грузов, требующих особых условий перевозок. К этой группе относятся транспортеры для перевозки тяжеловесных и громоздких грузов, вагоны для перевозки автомобилей, цемента, скота, бункерные полувагоны для перевозки битума, цистерны для перевозки кислот, газов и других специфических грузов, а также вагоны-хопперы для зерна, минеральных удобрений и других грузов. В эту группу входят также вагоны, предназначенные для технических нужд железных дорог (вагоны-мастерские, вагоны восстановительных и пожарных поездов).



Рисунок 4.55 – Вагоны специального назначения:  
*a* – минераловозы; *б* – для перевозки автомобилей;  
*в* – транспортеры; *г* – для перевозки битума

*Транспортеры* используют для таких грузов, которые по габаритным размерам и массе нельзя разместить в обычных универсальных вагонах (мощные трансформаторы, части гидравлических турбин, статоры и роторы генераторов, станины блонингов и крупных станков, котлы больших диаметров и т.п.). Классификация транспортеров: платформенные, колодцеобразные, сцепные, сочлененные.

К категории специальных вагонов относятся думпкары (рисунок 4.56) – это грузовые вагоны для перевозки и автоматизированной выгрузки вскрышных пород, песка, грунта, щебня, угольно-рудных грузов и других подобных грузов. В отличие от грузовой платформы данный вагон имеет кузов, который наклоняется при выгрузке груза, и борта, откидывающиеся при наклоне кузова. Для этого на думпкаре есть подвешенные пневматические цилиндры, которые и отвечают за наклон кузова. Регулировка давления осуществляется дистанционной системой управления. После выполнения наклона думпкар возвращается в исходное положение под действием собственного веса или принудительно.



Рисунок 4.56 – Думпкар

В зависимости от места эксплуатации грузовые вагоны бывают общесетевыми, частными и промышленного транспорта. Общесетевые и частные вагоны допускаются для движения по всей сети железных дорог страны. Вагоны промышленного транспорта, помимо движения по внутризаводским и другим путям замкнутого направления, могут выходить на магистральные железные дороги,

если при их проектировании предусматривалось удовлетворение соответствующим нормам прочности, устойчивости и другим требованиям, предъявляемым к общесетевым вагонам. К вагонам промышленного транспорта относятся вагоны-самосвалы (думпкары), шлаковозы, чугуновозы, коксосушильные и др.

**Пассажи́рские вагоны.** Они предназначены для размещения пассажиров при их перевозке с обеспечением им необходимых удобств, а также вспомогательных транспортных операций и специальных пассажирских перевозок. Все вагоны пассажирского парка классифицируются на пассажирские, багажные, почтовые, другие (рисунок 4.57).

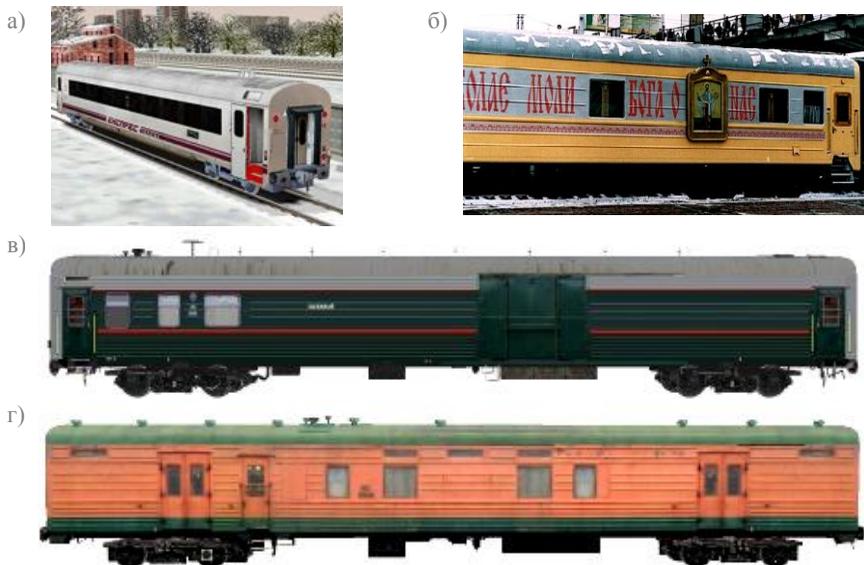


Рисунок 4.57 – Вагоны пассажирского парка:

*а* – цельнометаллический пассажирский (общий вид); *б* – вагон-церковь;  
*в* – багажный; *г* – почтовый

Пассажирский вагон состоит из кузова, представляющего собой закрытое помещение, оснащенное необходимыми для пассажиров устройствами (диванами для сидения или лежания, системами освещения, отопления, кондиционирования воздуха, туалетами, удобными входами и выходами и т.п.), опирающегося на ходовые части – тележки.

В зависимости от дальности следования поездов в них используются пассажирские вагоны: спальные, купейные или некупейные (открытого типа), с креслами или жесткими местами для сидения.

*Спальный пассажирский купейный вагон (СВ)* обеспечивает высокий уровень комфорта пассажиров и обслуживающего персонала за счет усовершенствованной планировки всех помещений вагона, наличия кухни,

душа, современного оборудования, единства стилового и цветового решения в оформлении интерьера. Предназначен для поездки пассажиров в ночное время, на большие расстояния и в туристических поездах. Для этих целей вагоны СВ оборудованы соответствующим интерьером (рисунок 4.58), отличающимся в поездах «Премиум», фирменных, скорых.



Рисунок 4.58 – Интерьер вагона СВ:

а – «VIP-Premium»; б – бизнес-класса; в – эконо-класса (поезд международных линий);  
г – эконо-класса (поезд межрегиональных линий);

*Пассажирский купейный вагон закрытого типа* предназначен для перевозок пассажиров по магистральным путям с пребыванием их в вагоне преимущественно в ночное время либо в поездах, следующих на дальних маршрутах (5–8 суток). Относится к категории спальных вагонов повышенной комфортности I типа эконо-класса с четырехместными купе для пассажиров. Для обогрева в межсезонный период в служебном отделении, купе для пассажиров и проводников установлены электронагреватели. Внутренний интерьер купейного вагона (рисунок 4.59) зависит от категории поезда и вагона: «Премиум», фирменный поезд, вагон бизнес-класса, вагон эконо-класса.

Конструкционно они подразделяются на одноэтажные и двухэтажные (рисунок 4.60). *Пассажирский купейный вагон открытого типа* (плацкартный) предназначен для перевозок пассажиров по магистральным путям с пребыванием их в вагоне в дневное и ночное время в межрегиональном и международном сообщении. Вагоны такого типа используются в поездах эконо-класса при организации массовых перевозок. Внутренний интерьер такого вагона (рисунок 4.61) зависит от категории поезда: в фирменном или пассажирском.



Рисунок 4.59 – Интерьер купейного вагона:  
*a* – «Premium»; *б* – бизнес-класса; *в* – эконом-класса (поезд международных линий);  
*г* – эконом-класса (поезд межрегиональных линий);



Рисунок 4.60 – Двухэтажные вагоны пассажирского парка:  
*a* – внешний вид; *б* – внутренний вид



Рисунок 4.61 – Интерьер купейного вагона открытого типа:  
*a* – эконом-класса фирменного поезда;  
*б* – эконом-класса пассажирского поезда;

*Пассажирский вагон открытого типа с креслами для сидения предназначен для выполнения массовых перевозок пассажиров на короткие расстояния (до 500 км) с краткосрочным пребыванием их в пути (рисунок 4.62).*



Рисунок 4.62– Интерьер вагона открытого типа:  
*а* – бизнес-класса; *б* – эконом-класса (поезд межрегиональных линий);  
*в* – эконом-класса (поезд международных линий)

Открытые пассажирские вагоны с креслами для сидения оснащены двумя рядами мягких двухместных кресел, размещенных вдоль каждой боковой стены пассажирского салона. Различают вагоны бизнес- и эконом-класса.

*Пассажирский салон-вагон* предназначен для выполнения перевозок пассажиров при ведении переговоров, совещаний, бизнес-встреч. Используются двух типов: 1) представительского класса; 2) бизнес-класса (рисунок 4.63).



Рисунок 4.63– Интерьер салон-вагона:  
*а* – представительского класса; *б* – бизнес-класса

*Специализированные пассажирские вагоны: вагон-бар и вагон-ресторан* предназначены для питания пассажиров в межрегиональном со-

общении и международном или дальнем сообщении. В вагоне-баре его часть отведена для размещения пассажирских купе, а в другой части размещается бар (рисунок 4.64, а). В вагоне-ресторане размещается кухня и салон с ресторанными столиками (рисунок 4.65, б).

а)



Рисунок 4.64 – Интерьер специализированных пассажирских вагонов:  
а – вагона-бара; б – вагона-ресторана

В отличие от вагона-бара вагон-ресторан оборудован передвижной кухней, на которой готовится еда для пассажиров и персонала поезда.

### 4.3 Морской и речной флот

Средства передвижения водного транспорта классифицируются в зависимости от следующих **характеристик**:

- по конструкционному признаку – водоизмещающие; на подводных крыльях; глиссирующие; на воздушной подушке;
- типу энергоносителя – пароходы; теплоходы; дизель-электроходы; турбоходы; атомоходы;
- признаку технического исполнения – винтовые, колесные, крыльчатые, парусные;
- технологическому признаку – транспортные технические, вспомогательные, промысловые;
- функциональному назначению – буксирные, пассажирские, грузовые, грузопассажирские.

*Эксплуатационные характеристики судов:*

- грузоподъемность – количество груза в тоннах, которое оно может принять при определенном погружении (осадке). Различают полную и чистую (полезную) грузоподъемность. Полная грузоподъемность судна – *дедвейт* – определяется массой груза, пассажиров с багажом, экипажа с его багажом и всех судовых запасов (топлива, смазочных материалов, питьевой воды и пр.), чистая – массой груза и пассажиров с багажом;
- вместимость – объем помещений в кубических метрах, которые могут быть использованы для размещения груза, пассажиров, экипажа и судов-

вых запасов. Подразделяется на *грузовместимость* – объем помещений, отведенных для размещения груза на судне; *пассажировместимость* – количество имеющихся на судне пассажирских мест различных категорий (мягких, жестких, плацкартных, для сидения);

– водоизмещение – это его масса с полным грузом в метрических тоннах [ $D_c = \delta LBT_{oc}$ ]. Водоизмещение численно равно массе воды, вытесняемой объемом подводной части корпуса, где  $\delta$  – коэффициент полноты обвода судна ( $\delta < 1$ );

– скорость хода – для судов внутреннего плавания – километров в час, для морских судов – в узлах. Различают скорости: *проектную* – на тихой и глубокой воде при отсутствии течения и волнения. Она определяется расчетом при проектировании судна и гарантируется проектной организацией; *эксплуатационную* – скорость хода судна относительно воды при заданной осадке и определенных путевых и гидрометеорологических условиях плавания; *техническую* – скорость хода судна относительно берега при тех же условиях;

– автономность плавания – продолжительность времени (или пробег), в течение которого судно может работать без пополнения запасов. Для судов внутреннего плавания автономность определяется в зависимости от количества топлива, которое судно может взять на борт.

*Навигационные (мореходные) качества судна включают:*

– плавучесть – способность судна плавать в требуемом положении относительно поверхности воды при заданной загрузке;

– остойчивость – способность судна возвращаться в исходное положение после прекращения действия внешних сил, вызывающих его наклонение;

– непотопляемость (живучесть) – способность судна сохранять плавучесть и остойчивость, т. е. держаться на плаву, не опрокидываясь, после затопления одного или нескольких отсеков (помещений в корпусе судна, отделенных друг от друга водонепроницаемыми перегородками);

– ходкость – способность судна развивать заданную скорость при минимальной затрате мощности силовой установки;

– устойчивость на курсе – способность судна сохранять прямолинейность движения;

– поворотливость или управляемость – способность судна изменять направление движения в кратчайшее время под воздействием специальных устройств, имеющихся на нем;

– прочность – способность противостоять действующим на судно силам (собственный вес судна, вес находящихся на нем грузов, давление воды, удары волн и др.) без разрушения или остаточных деформаций;

– плавность качки – способность судна раскачиваться на волнах с возможно меньшими частотой и амплитудой колебательных движений.

Навигационные качества судна обеспечивают безопасность плавания и нормальные условия для работы экипажа.

Основные размеры судна (рисунок 4.65):

– *длина* ( $L$ ) – расстояние между перпендикулярами, опущенными из точек пересечения вертикальной диаметральной плоскости с грузовой ватерлинией. Наибольшая длина ( $L_{\max}$ ) измеряется между перпендикулярами, проведенными через крайние точки носа и кормы;

– *ширина* ( $B$ ) – расстояние между точками пересечения грузовой ватерлинии и обводом корпуса в вертикальной (поперечной) плоскости;

– *осадка* ( $T_{ос}$ ), измеряемая в середине судна (по его длине) от грузовой ватерлинии до нижней кромки дна судна – до кромки киля. Кроме того различают осадку носом ( $T_{он}$ ) и осадку килем ( $T_{ок}$ );

– *высота судна или высота борта* ( $H_б$ ), измеряемая от килевой линии до бортовой линии по вертикали в плоскости поперечного сечения посередине судна;

– *надводная высота судна* ( $H_{нб}$ ), измеряемая по вертикали от плоскости грузовой ватерлинии до борта судна в плоскости поперечного сечения посередине судна. Различают наименьшую высоту надводного борта ( $H_{\min}$ ).

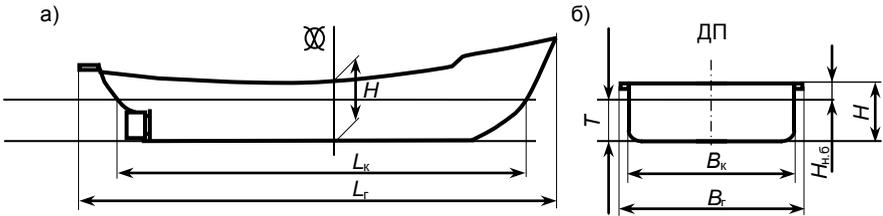


Рисунок 4.65 – Главные размеры судна:  
 а – сечение корпуса диаметральной плоскостью;  
 б – сечение корпуса плоскостью мидель-шпангоута

**Классификация судов флота.** Суда представляют собой основную производительную единицу водного транспорта, которая может в пределах довольно длительного времени самостоятельно производить и реализовывать перевозки грузов или пассажиров независимо от других элементов и звеньев водного транспорта [17]. Все суда подразделяются по следующим характерным свойствам:

– району плавания – речные, каналные, озерные, рейдовые, морские и океанские;

– роду перевозимых грузов – на сухогрузные и наливные (танкеры);

– назначению – транспортные пассажирские, грузопассажирские, грузовые, буксирные, промысловые, технические, административные и специального назначения;

– материалу корпуса – стальные, деревянные, композитные (сталь и дерево), железобетонные (плавучие краны, доки), изготовленные с использованием пластиковых материалов;

- способу перемещения – самоходные (рисунок 4.66) и несамоходные (рисунок 4.67);
- роду двигателя – теплоходы, электроходы, атомоходы;
- способу использования механической работы двигателя для перемещения судна – винтовые, колесные, водометные, воздушновинтовые (судно на воздушной подушке). Судно на воздушной подушке – тип судна с динамическим принципом поддержания, которое может двигаться с большой скоростью и над водой, и над твёрдой поверхностью (амфибийные СВП) на небольшом расстоянии над ними.



Рисунок 4.66 – Самоходные транспортные средства для грузовых перевозок:  
 а – буксир; б – сухогруз; в – танкер; г – контейнеровоз

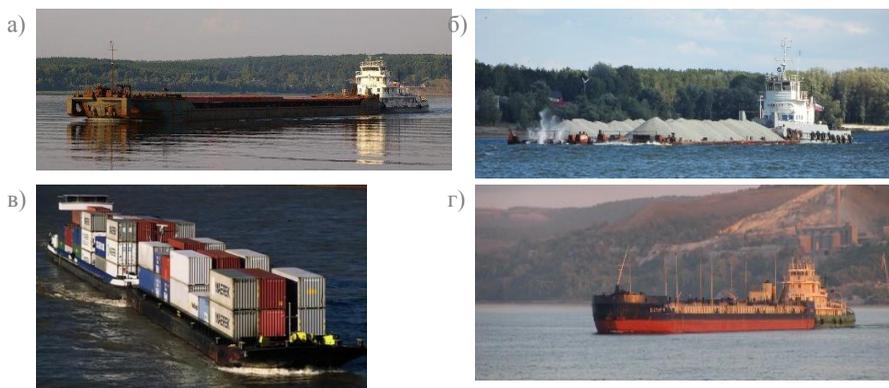


Рисунок 4.67 – Несамоходные транспортные средства для грузовых перевозок:  
 а – площадка; б – бункерная; в – контейнеровоз; г – танкер

Транспортные средства, предназначенные для речных пассажирских перевозок, имеют следующую классификацию:

– по функциональному назначению – транспортные пассажирские, туристические (круизные), для регулярных перевозок пассажиров в дальнем сообщении;

– скоростным параметрам – обычные (рисунок 4.68), на подводных крыльях, среднескоростные для пригородных линий и высокоскоростные для межрегиональных линий (рисунок 4.69);



Рисунок 4.68 – Обычный флот для пассажирских перевозок:  
а – для пригородных линий; б – экскурсионное судно; в – туристическое судно;  
г – для регулярных перевозок в дальнем сообщении

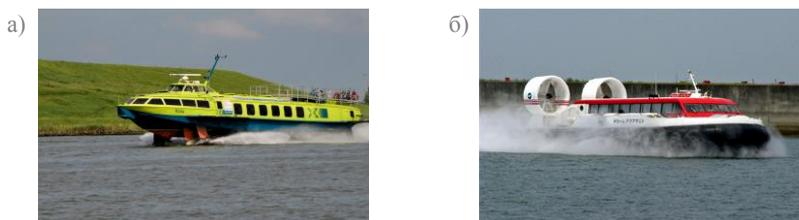


Рисунок 4.69 – Скоростной флот для пассажирских перевозок:  
а – на подводных крыльях; б – на воздушной подушке

В составе морского флота значительную долю составляют специализированные суда:

– контейнеровозы – специализированные морские суда, предназначенные для перевозки контейнеров морским транспортом. Этот вид транспорта имеет перспективное развитие и в настоящий момент занимают первое место на рынке международных грузоперевозок, а морские контейнеровозы составляют наибольшую часть от общего количества морских

судов. Трюмы контейнеровозов, где и перевозится большая часть груза, оборудованы специальными вертикальными направляющими. Палуба контейнеровоза также используется для размещения контейнеров. Причем их количество может быть примерно втрое меньше загруженного в трюмы (рисунок 4.70). Поскольку контейнеры располагаются в носовой части судна, каюты экипажа, технические помещения и капитанский мостик располагаются в очень высоких палубных надстройках. Для разгрузки контейнеровозов используется портовая техника, а суда, как правило, не имеют для этой процедуры никакого оборудования.



Рисунок 4.70– Морской контейнеровоз

Современные контейнеровозы оснащают по последнему слову техники;

- сухогрузы – вид морских судов, предназначенных для перевозки навалочных массовых, негабаритных и тяжеловесных грузов. Для размещения груза на сухогрузах используется как трюм, разделенный на несколько отсеков, так и палуба (рисунок 4.71, *а*). Погрузка-разгрузка сухогрузов осуществляется с помощью техники, расположенной на самом судне. В трюмы груз помещается через люки, а тот, что не проходит в отверстия, размещается на палубе с использованием надежных крепежных приспособлений;

- балкеры – суда, предназначенные для транспортировки насыпных грузов (сырья для промышленности). Трюмы балкеров заполняются сыпучим материалом и закрываются (рисунок 4.71, *б*). Сейчас спросом пользуются комбинированные балкеры. Их трюмы разделены на отсеки, в каждом из которых может перевозиться отдельный вид груза;

- ролкеры – суда с бескрановой или горизонтальной системой погрузки-выгрузки (рисунок 4.71, *в*). Это суда, на которых применяется горизонтальный (накатный) способ погрузки-выгрузки. Некоторые ролкеры используют не только горизонтальный, но и вертикальный (при помощи кранов) способ погрузки и размещения груза. Корпус ролкера заполняется различной подвижной (колесной) техникой, а палуба может использоваться для транспортировки контейнеров. Если ролкер перевозит контейнеры на палубе, то в разгрузке участвуют еще и краны;

- паромы – суда, которые формально относятся к пассажирскому флоту. Собственно, современные морские паромы представляют собой великолепные образцы комфортабельных пассажирских судов (рисунок 4.71, *д*). Но, по сути, они в равной степени являются и грузовыми (рисунок 4.71, *е*). Характер груза, способы погрузки-выгрузки у паромов аналогичны с ролкерами. Паромы – это специфический вид морского транспорта, рассчитанный на обеспеченных людей, путешествующих по морю с личным транспортом. Используются также паромы для перевозки железнодорожных вагонов;

- танкеры – суда, предназначенные для морской перевозки наливных (рисунок 4.71, *ж*) и газообразных грузов (рисунок 4.71, *и*). Первые танкеры появились еще в позапрошлом веке, но развитие получили в середине про-

шлого вследствие активного роста мирового автопрома и, соответственно, потребления нефтепродуктов. Для разгрузки танкеров используются установленные на судах мощные насосы.

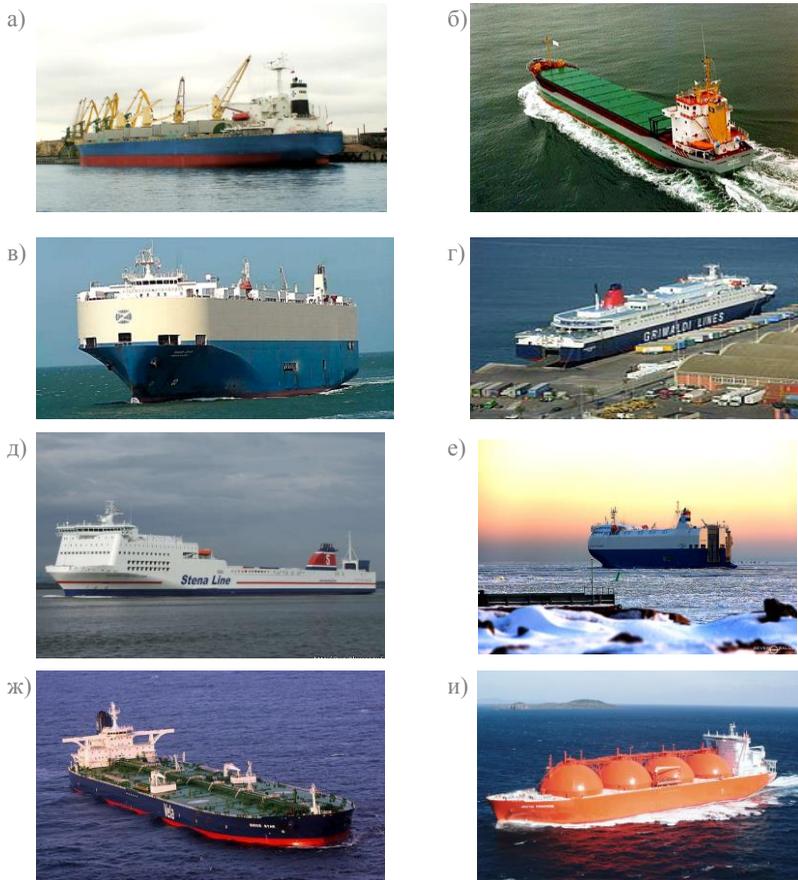


Рисунок 4.71 – Морской подвижной состав для грузовых перевозок:  
*а* – сухогруз; *б* – балкер; *в* – ролкер «Ро-Ро»; *г* – ролкер с горизонтальной системой погрузки-выгрузки; *д* – грузопассажирский паром; *е* – железнодорожный паром;  
*ж* – танкер для перевозки наливных грузов; *и* – танкер для перевозки сжиженного газа

Морские суда в зависимости от районов судоходства подразделяются на суда неограниченного (океанского), ограниченного (в районе одного моря), прибрежного, местного и рейдового (для местных перевозок и обслуживания рейдов) и ледового плавания (самостоятельно или за ледоколом). Для организации судоходства в высоких широтах используется ледокольный флот.

## 4.4 Воздушный флот

***Виды воздушных судов.** В соответствии с классификацией Международной авиационной федерации выделяется 17 типов воздушных судов и иных летательных аппаратов. Принципиально воздушные суда классифицируются по удельному весу и максимальной взлётной массе.*

*Классификация воздушных судов по удельному весу: воздушные суда легче воздуха; тяжелее воздуха. Различие между ними заключается в том, что воздушные суда легче воздуха способны самостоятельно подняться в воздух без помощи дополнительной силовой установки, в отличие от воздушных судов тяжелее воздуха.*

*Воздушные суда легче воздуха отличаются тем, что для подъёма в воздух они используют аэростатические силы, основанные на законе Архимеда, согласно которому тело меньшей плотности будет всплывать в среде большей плотности до тех пор, пока плотности тела и среды не будут равны. Поскольку при удалении от поверхности земли плотность атмосферы уменьшается, то подъемная сила такого летательного аппарата при наборе высоты уменьшается. Для воздушных судов легче воздуха даны следующие определения:*

— аэростат — летательный аппарат, подъемная сила которого основана на аэростатическом или одновременно аэростатическом и аэродинамическом принципах. Выделяются следующие группы аэростатов: ЕЭ АВС газонаполненный, в котором подъемную силу создаёт газ легче воздуха; ЕЭ АВС тепловой, в котором подъемную силу создает нагретый воздух; ЕЭ АВС комбинированный, в котором подъемная сила создается как газом легче воздуха, так и подогревом несущего газа. Конструкция аэростатов обычно характеризуется наличием оболочки с заключенным в ней газом, плотность которого ниже плотности атмосферного воздуха. Это может быть газ легче воздуха — водород, гелий, метан либо непосредственно воздух в нагретом состоянии;

— дирижабль — аэростат, перемещающийся в атмосфере при помощи силовой установки и управляемый по высоте, направлению, скорости, дальности и продолжительности полета. Несмотря на то, что конструктивно дирижабли являются «усовершенствованными аэростатами», удельный вес некоторых из них тяжелее воздуха (рисунок 4.72). Они имеют отрицательную плавучесть и недостаток аэростатической подъемной силы компенсируют тягой своих двигателей.



Рисунок 4.72 – Дирижабль

Воздушные суда *тяжелее воздуха* обладают недостаточной аэростатической силой, а потому для создания подъёмной силы необходимо использовать аэродинамическую силу, создающую подъёмную силу за счёт несимметричности обтекания аэродинамической поверхности воздушного судна потоком воздуха. Эти суда подразделяются: с неподвижным крылом – самолёты, планеры; подвижным крылом – вертолеты.



Рисунок 4.73 – Самолет



Рисунок 4.74 – Планёр

средственно доставка до точки свободного полёта с помощью другого воздушного судна. Также существует промежуточный вариант – мотопланёр, оборудованный собственной двигательной



Рисунок 4.75 – Вертолет

(рисунок 4.75).

Самолёт – воздушное судно *тяжелее воздуха, приводимое в движение силовой установкой*, подъёмная сила которого в полёте создается в основном за счёт аэродинамических реакций на поверхностях, остающихся неподвижными в данных условиях полета (рисунок 4.73);

– планёр – воздушное судно *тяжелее воздуха, не приводимое в движение силовой установкой*, подъёмная сила которого создаётся в основном за счёт аэродинамических реакций на поверхностях, остающихся неподвижными в данных условиях полёта. Основное отличие самолёта от планёра заключается в наличии силовой установки, с помощью которой он может самостоятельно набрать необходимую скорость для создания достаточной подъёмной силы (рисунок 4.74). Для разгона планёра используются внешние силы, например, *лебёдка* с длинным тросом или старт с наветренного склона горы либо непосредственно доставка до точки свободного полёта с помощью другого воздушного судна. Также существует промежуточный вариант – мотопланёр, оборудованный собственной двигательной установкой, позволяющей ему самостоятельно выполнять взлёт или набор высоты;

– вертолет – воздушное судно *тяжелее воздуха, которое поддерживается в полете в основном за счёт реакций воздуха с одним или несколькими несущими винтами, вращаемыми силовой установкой* вокруг осей, находящихся примерно в вертикальном положении

Подъёмная сила крыла создается за счёт разницы давлений воздуха на нижнюю и верхнюю поверхности. Давление же воздуха зависит от скорости протекания воздуха по поверхности. На нижней поверхности крыла скорость протекания воздуха оказывается ниже, чем на верхней. В результате подъёмная сила крыла направлена снизу вверх.

Классификация воздушных судов:

- гражданская авиация: авиация, используемая для гражданских перевозок грузов и пассажиров; коммерческая гражданская авиация; авиация общего назначения;

- государственная авиация: военная; специального назначения;

- экспериментальная авиация – используется для экспериментальных целей.

Все летательные аппараты также различают в зависимости от максимального взлетного веса, типа двигателей, вместимости и грузоподъёмности, скорости полета, длительности беспересадочного полета. Классификация воздушных судов по максимальной взлётной массе приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Классификация воздушных судов по взлётной массе

Класс	Максимальная взлётная масса, т		Тип воздушного судна
	самолёта	вертолёта	
1	75 и более	10 и более	А-380, «Боинг», Ил-96, Ил-76, Ил-62, Ту-204, Ту-154, Ми-26, Ми-10, Ми-8, Ми-6, Ка-32
2	30–75	5–10	Ан-12, Ил-18, Ту-134, Як-42
3	10–30	2–5	Ан-74, Ан-30, Ан-26, Ан-24, Ил-114, Ил-14, Як-40, Ка-126, Ка-26, Ми-2
4	До 10	До 2	Ан-2, Л-410

В зависимости от максимального взлётного веса различают воздушные суда: *лёгкое* – воздушное судно, максимальный взлётный вес которого составляет менее 5700 кг, в том числе вертолёт, максимальный взлётный вес которого менее 3100 кг; *сверхлёгкое* – воздушное судно, максимальный взлётный вес которого составляет не более 495 кг без учёта веса авиационных средств спасания. Самолеты со взлетной массой более 75 т относят к I классу, от 30 до 75 т – ко II, от 10 до 30 т – к III и с массой менее 10 т – к IV классу (рисунок 4.76).



Рисунок 4.76 – Воздушный подвижной состав:  
а – сверхлегкий; б – сверхтяжелый

Летательные аппараты различают по типу двигателей (поршневые, турбинные, турбореактивные), их количеству, размещению, типу шасси (сухопутные, гидросамолеты, амфибии) и другим признакам (рисунок 4.77).

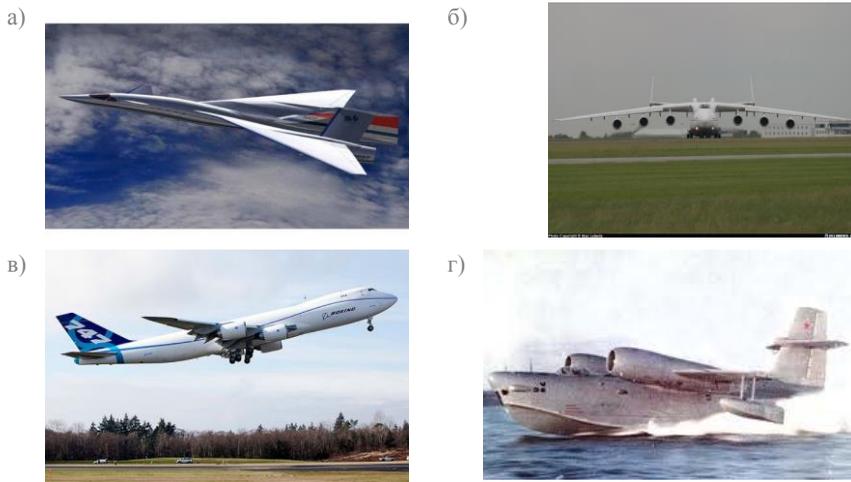


Рисунок 4.77 – Воздушный подвижной состав:

*а* – сверхзвуковой ( $v > 2000$  км/ч); *б* – шеститурбинный; *в* – грузовой; *г* – гидросамолет

Важнейшими технико-эксплуатационными параметрами летательных аппаратов являются вместимость (для пассажирских) и грузоподъемность (для грузовых), а также скорость и дальность полета. Вместимость самолетов определяется внутренней схемой размещения пассажирских кресел в самолетах (рисунок 4.78).



Рисунок 4.78 – Внутренний вид салонов самолетов:

*а* – эконом-класса; *б* – бизнес (VIP)-класса

По скорости полёта различают самолеты *дозвуковые*, летающие со скоростями менее скорости звука ( $M$ ), как правило,  $0,8M$ ; *сверхзвуковые*, крейсерская скорость которых превышает число Маха ( $M = 1188$  км/ч – скорость звука в воздухе). В зависимости от длительности беспересадочного полета ( $L$ ) различают самолеты *магистральных сообщений*: сверхдальние ( $L = 6000$  км и более); средней дальности ( $L = 2500 \dots 6000$  км); ближние ( $L = 1000 \dots 2500$  км); самолеты *местных воздушных линий* ( $L =$  до  $1000$  км). Самолеты с учетом беспересадочного полета показаны на рисунке 4.79).

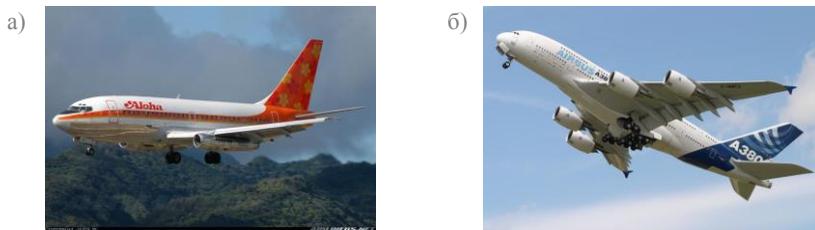


Рисунок 4.79 – Самолеты беспересадочного полета:  
 а – средней дальности; б – сверхдальний

В последние годы самолеты беспересадочного полёта широко используются в системе бизнеса и государственного управления (рисунок 4.80).



Рисунок 4.80 – Самолеты государственного управления

Активно применяются и беспилотные летательные аппараты. Так называемые «беспилотники» различаются по массе (от аппаратов весом в полкилограмма, сравнимых с авиамodelью, до 10–15-тонных гигантов), высоте и продолжительности полета. Беспилотные летательные аппараты массой до 5 кг (класс «микро») могут взлетать с любой самой маленькой площадки и даже с руки, поднимаются на высоту 1–2 километра и находятся в воздухе не более часа. «Беспилотники» класса «микро» массой всего 300–500 граммов, образно говоря, могут заглянуть в окно, поэтому их удобно использовать в городских условиях. За «микро» идут беспилотные летательные аппараты класса «ми-

ни» массой до 150 кг. Они работают на высоте до 3–5 км, продолжительность полета составляет 3–5 часов. Следующий класс – «миди». Это более тяжелые многоцелевые аппараты массой от 200 до 1000 кг. Высота полета достигает 5–6 км, продолжительность – 10–20 часов. И, наконец, «макси» – аппараты массой от 1000 кг до 8–10 т. Их «потолок» – 20 км, продолжительность полета – более 24 часов.

*Преимущества беспилотных летательных аппаратов:*

- они в среднем на порядок дешевле пилотируемых самолетов, которые нужно оснащать системами жизнеобеспечения, защиты и др.;
- легкие (по сравнению с пилотируемыми самолетами) беспилотные летательные аппараты потребляют меньше топлива;
- в отличие от пилотируемых самолетов, машинам без пилота не нужны аэродромы с бетонным покрытием. Достаточно построить грунтовую взлетно-посадочную полосу длиной всего 600 метров («беспилотники» взлетают с помощью катапульты, а приземляются «по-самолетному»)

*Сферы применения гражданского беспилотного самолета:*

- обнаружение малоразмерных объектов: воздушных; надводных; наземных.
- управление воздушным движением: в труднодоступных районах; при стихийных бедствиях и авариях; на временных воздушных трассах в авиации народного хозяйства;
- контроль морского судоходства: поиск и обнаружение судов; предупреждение аварийных ситуаций в портах; контроль морских границ; контроль правил рыболовства;
- развитие региональных и межрегиональных телекоммуникационных сетей: системы связи, в том числе мобильные; телерадиовещание; ретрансляция; навигационные системы;
- аэрофотосъемка и контроль земной поверхности: аэрофотосъемка (картография); инспекция соблюдения договорных обязательств; (режим «открытого неба»); контроль гидро- и метеообстановки, активно излучающих объектов и ЛЭП;
- контроль экологической обстановки: радиационный, газохимический контроль, состояния газо- и нефтепроводов, сейсмических датчиков;
- обеспечение сельхозработ и геологоразведка: определение характеристик почвы; разведка полезных ископаемых; подповерхностное (до 100 м) зондирование Земли;
- океанология: разведка ледовой обстановки; слежение за волнением моря; поиск косяков рыбы.

## 4.5 Транспортные средства перевозки пассажиров в городах

Перевозки пассажиров в городах выполняются различными видами транспорта: поездами метро и городской железной дороги, легкорельсовыми, вагонами монорельса и трамвая; автобусами, маршрутными такси и троллейбусами, речными судами.

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. Поезда метро предусматривают максимальную вместимость пассажиров и рассчитаны на кратковременное пребывание их в пути (рисунок 4.81). Метро строится в городах, население которых превышает 1 млн жителей. Крупнейшие метрополитены в мире: по количеству станций и длине маршрутов – Нью-Йоркский, длине линий – Шанхайский (420 км) и Лондонский (408 км), ежедневному и годовому пассажиропотоку – Токийский и Московский. Самые маленькие метрополитены – в Перудже, Хайфе, Катании, Генуе. Перуджа, Лозанна, Ренн – самые маленькие города мира, имеющие метрополитен.



Рисунок 4.81 – Поезда метро:  
а – внешний вид; б – вид салона

Разновидностью метрополитена или близкими к нему по свойствам и назначению транспортными системами (в зависимости от принятого определения) являются лёгкое метро, преметро, *S-Bahn* (*S-Tog* и т. п.).

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 легкорельсового транспорта является *скоростной трамвай*, в том числе подземный трамвай и городская железная дорога. При этом отличия таких легкорельсовых систем от метрополитена, городской железной дороги

(*S-Bahn*) являются нечёткими, что зачастую становится причиной терминологических ошибок (рисунок 4.82). В отличие от лёгкого метро, более близкого к обычному метро, легкорельсовый транспорт ближе к трамваю. *Главной отличительной особенностью* легкорельсового транспорта является меньшая допустимая нагрузка на ось (в отличие от метрополитена – 15 т).



Рисунок 4.82 – Легкорельсовый трамвай

Принципиальным отличием систем легкорельсового транспорта является допустимость одноуровневых пересечений с неинтенсивными транспортными потоками, при условии его приоритета. Скорость сообщения для легкорельсового транспорта составляет 36 км/ч при провозной способности порядка 20 000 пассажиров в час. Минимальным экономически обоснованным пассажиропотоком является 1,5 тыс. пассажиров в час. За счет меньшей изоляции сети и меньших требований к нагрузке на ось стоимость его строительства в 5–10 раз меньше, чем метрополитена.

Трамвай – вид уличного рельсового общественного транспорта для перевозки пассажиров по заданным маршрутам (обычно на электротяге), используемый преимущественно в городах. Большинство трамваев используют электротягу с подачей электроэнергии через воздушную контактную сеть с помощью токоприёмников (пантографов или штанг, реже – бугелей), однако существуют также трамваи с питанием от контактного третьего рельса или аккумуляторов. Обычная скорость движения трамвая – 45–70 км/ч. Средняя скорость трамвайного сообщения – от 10–12 до 30–35 км/ч.

Характеристики «среднестатистического» трамвайного вагона: масса – 15–20 т; мощность –  $4 \times 40\text{--}60$  кВт; пассажироместность – 100–200 чел.; максимальная скорость движения – 75–120 км/ч. Трамваи классифицируются:

- по составу: одно-, двух и многовагонные; модульные;
- высоте расположения пола – высоко- и низкопольные (рисунок 4.83);
- ширине используемой колеи пути – нормальная и узкая.

а)



б)



Рисунок 4.83 – Типы трамваев:

*а* – высокопольный; *б* – низкопольный

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 (рисунок 4.84). В ней используются обычные железнодорожные линии в пределах и вне пределов города, мегаполиса, при этом нередко имеет выделенные под свои нужды пути. Транспортные средства городской железной дороги включают электропоезда железнодорожных габаритов и размеров.



Рисунок 4.84 – Электропоезд городской железной дороги

Монорельсовый – 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. Как правило, монорельсом называется любая форма эстакадного транспорта, где подвеска выполнена нетрадиционным способом – то есть без двух несущих рельсов. Монорельсовая дорога – транспортная система, в которой вагоны с пассажирами или вагонетки с грузом перемещаются по установленной на эстакаде или отдельных опорах балке – монорельсу. Различают монорельсовые дороги: *навесные* – вагоны опираются на ходовую тележку, расположенную над путевой балкой (рисунок 4.85); *подвесные* – вагоны подвешены к ходовой тележке и перемещаются под монорельсом либо сбоку от него (рисунок 4.86).



Рисунок 4.85 – Типы навесных монорельсовых дорог:  
*а* – с использованием двух рельсов; *б* – с использованием магнитной подушки



Рисунок 4.86 – Типы подвесных монорельсовых дорог:  
*a* – остановочный пункт; *б* – прокладка монорельса над рекой;  
*в* – центральный тип подвески; *г* – боковой тип подвески

Наиболее распространены навесные монорельсовые дороги системы «Альвег», разработанные в ФРГ. 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.

**Автобусы.** Для целей городского общественного транспорта используются автобусы, специализированные для внутригородского движения и перевозок пассажиров. Особенностью движения городских автобусов является большое количество остановок, и подвижной состав рассчитан на непродолжительное нахождение пассажиров при их перевозке. При этом в салоне автобуса городского сообщения предусматривается небольшое количество мест для сидения. В системе городских перевозок используются автобусы: высоко-и низкопольные, малой, средней и повышенной вместимости (рисунок 4.87). В последние годы автобусы городских линий выпускаются Минским автозаводом только низкопольными, оборудованными устройствами для посадки-высадки инвалидов-колясочников.



Рисунок 4.87 – Типы городских автобусов:  
*а, б* – малой вместимости (20 мест); *в, г* – средней и повышенной вместимости

Маршрутные такси – разновидность городских автобусов малой вместимости. Для целей маршрутных такси используются микроавтобусы с количеством посадочных мест от 13 до 20 (рисунок 4.88). С точки зрения конструкции микроавтобусы могут быть унифицированы с базовым легковым автомобилем или базироваться на шасси грузовиков малого класса. Как правило, микроавтобусы имеют сравнительно небольшой диаметр колёс и высоту салона. Маршрутные такси являются удобным видом городского транспорта, который имеет более высокую маршрутную скорость передвижения по сравнению с автобусами.



Рисунок 4.88 – Микроавтобус маршрутного такси:  
*а* – внешний вид; *б* – вид салона

Троллейбус – безрельсовое механическое транспортное средство, предназначенное для перевозки пассажиров в городском сообщении, специального назначения контактного типа с электрическим приводом, получающее электри-

ческий ток от внешнего источника питания (от центральных электрических станций) через двухпроводную контактную сеть с помощью штангового токоприёмника и сочетающий в себе преимущества трамвая и автобуса. По конструкции троллейбусы подразделяются по размещению пола салона – низко- и высокопольные и составу – односекционный, модульный (рисунок 4.89). Современные троллейбусы выполняются с учетом требований безбарьерного пространства – с устройствами для посадки-высадки инвалидов-колясочников.



Рисунок 4.89 – Типы городских троллейбусов:  
*а, б* – низко- и высокопольные; *в* – сочлененный

Электробусы – автономное безрельсовое механическое транспортное средство, предназначенное для перевозки 7 и более пассажиров, движимое с помощью тягового электропривода, электрическая энергия для которого запасается или хранится на борту в накопителе. Их использование предназначено в основном для городских перевозок пассажиров. В ряде стран имеется опыт использования электробуса на пригородных линиях (в основном это курортные зоны, где запрещено передвижение автотранспортных средств). Они изготавливаются двух типов – для городских и пригородных линий. Электробусы классифицируются по малой, средней и повышенной вместимости (рисунок 4.90).

a)



б)



в)



Рисунок 4.90 – Электробусы:  
а – малой; б – средней; в – повышенной  
вместимости

Использование электробусов ограничивалось по двум причинам – незначительный запас хода на одной подзарядке (до 250 км) и продолжительность зарядки бортовых батарей. У современных электробусов используются три варианта зарядки аккумуляторных батарей (рисунок 4.91): от сети с использованием специального разъёма, от специального трансформатора, специального бесконтактного зарядного устройства. Лучшим вариантом является последний, так как продолжительность зарядки электробуса составляет 10–15 с.



Рисунок 4.91 – Схемы зарядки  
электробуса

**Речной транспорт.** В городах, которые размещены вдоль рек (Киев, Москва, Венеция, Санкт-Петербург, Париж и др.), для перевозки пассажиров в городском сообщении используются речные суда с мелкой посадкой: тихоходные типа «Каштан», тихоходные малой вместимости, повышенной вместимости и быстроходный (рисунок 4.92). В ряде стран для городских перевозок используются катаера-катамараны. В большинстве мегаполисов, таких как Москва, Санкт-Петербург, Париж, отмечается интенсивное движение речных судов в городском сообщении.

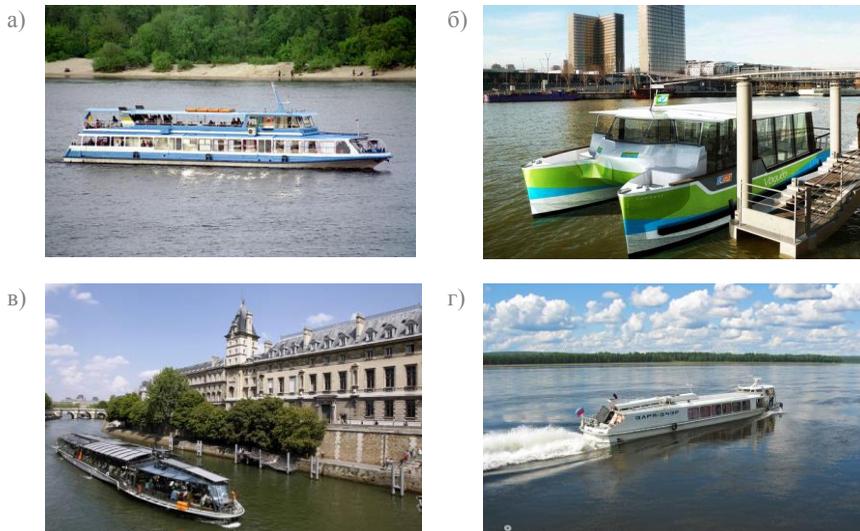


Рисунок 4.92 – Типы городских речных судов:  
*а* – тихоходный; *б* – катамаран; *в* – тихоходный повышенной вместимости;  
*г* – быстроходный

Использование речного флота для потребностей внутригородских перевозок позволяет разгрузить основные автотранспортные магистрали в период навигации, когда движение на них становится наиболее интенсивным, и уменьшить влияние загрузки уличной сети на скорость передвижения горожан. В период отсутствия навигации (в зимний период) сокращается загрузка уличной сети автотранспортом и в речном транспорте потребность отпадает.

---

## 5 ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

---

### 5.1 Автомобильные дороги

**И**нфраструктура автомобильного транспорта представляет собой комплекс технических и технологических сооружений, предназначенных для выполнения перевозочного процесса при обеспечении безопасности дорожного движения и перевозок грузов и пассажиров, а также экологической безопасности при его работе для окружающей среды и собственной деятельности. Она включает: автомобильные дороги; искусственные сооружения; предприятия придорожного сервиса (для технического обслуживания автомобилей и кратковременного отдыха водителей и пассажиров); автоточные предприятия; информационную систему на автотранспорте.

**Автомобильные дороги** по условиям движения и доступа на них транспортных средств разделяют на классы: автомагистраль, скоростная дорога, дорога обычного типа; технологические дороги; городские дороги.

К *автомагистралям* относят автомобильные дороги (рисунок 5.1): которые имеют на всем протяжении многополосную проезжую часть с центральной разделительной полосой и не имеют пересечений в одном уровне с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками; на которые возможен доступ пользователей только через путепроводные развязки в разных уровнях, устроенных не ближе чем через 5 км друг от друга. Максимально разрешенная скорость на автомагистралях составляет 150 км/ч.



Рисунок 5.1 – Внешний вид автомагистрали:  
а – вне населенных пунктов; б – в населенных пунктах

К *скоростным* относят автомобильные дороги, которые имеют на всем протяжении многополосную проезжую часть с центральной разделительной полосой и не имеют пересечений в одном уровне с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками. Доступ на них возможен через путепроводные развязки в разных уровнях и примыкания в одном уровне (без пересечения потоков прямого направления и центральной разделительной полосы), устроенных не ближе чем через 3 км друг от друга (рисунок 5.2). На скоростных дорогах допускается движение со скоростью до 120 км/ч. Ограничение скорости предусматривается на



Рисунок 5.2 – Внешний вид скоростной автомобильной дороги

участках, представляющих опасность для дорожного движения автотранспортных средств.

К *дорогам обычного типа* относят автомобильные дороги, не включенные в классы «автомагистраль» и «скоростная дорога», имеющие единую проезжую часть или с центральной разделительной полосой (рисунок 5.3). Для дорог данного типа доступ на них возможен через пересечения и примыкания в разных и в одном уровне (расположенные для дорог категорий IВ, II, III – не ближе чем через 600 м, категории IV – 100 м, категории V – 50 м). На таких дорогах предусматривается ограничение скорости движения в пределах 60–100 км/ч.

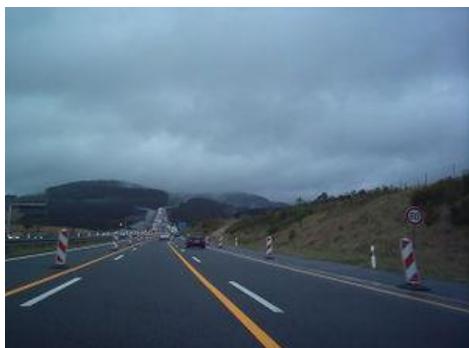


Рисунок 5.3 – Дорога обычного типа

К *технологическим* отнесены дороги, на которых предусмотрено движение технологических транспортных средств: сельскохозяйственного назначения, для работы карьерных автомобилей и т.д. На таких дорогах запрещено передвижение рейсовых автотранспортных средств с пассажирами.

К *городским* автомобильным дорогам относят те из них, которые проходят в границах города или крупного населенного пункта. Городские автомобиль-

ные дороги могут также относиться к скоростным при выполнении соответствующих параметров. С учетом ограничения территории в городах на городских железных дорогах устраиваются путепроводные развязки в разных уровнях (рисунок 5.4), которые позволяют использовать улично-дорожную сеть для ускоренного движения автотранспортных средств внутри городов. В городах, имеющих исторические районы, автомобильные дороги, часто устраивают в зависимости от степени пересеченности местности: с организацией дорожного движения в одном уровне (рисунок 5.5, а) или при сильно пересеченной местности в виде серпантина (рисунок 5.5, б).



Рисунок 5.4 – Внешний вид путепроводных развязок в городах

с организацией дорожного движения в одном уровне (рисунок 5.5, а) или при сильно пересеченной местности в виде серпантина (рисунок 5.5, б).

а)



б)



Рисунок 5.5 – Внешний вид городских автомобильных дорог с различным уровнем геологического развития:  
а – в центре города; б – в условиях большого уклона

Идентификация автомобильных дорог предусматривает наличие учетного номера автомобильной дороги и обязательно включает в себя заглавную букву русского алфавита и цифровой номер:

*Е* – автодороги европейского значения, проходящие через страну;

*М* – автодороги республиканского (государственного) значения, соединяющие столицу государства с областными центрами;

*Р* – автодороги регионального значения, соединяющие областные административные центры страны с другими населенными пунктами.

Для автомобильных дорог в странах ЕС используются также обозначения: 1) *А* – автодороги федерального или регионального значения, являющиеся подъездом к крупнейшим транспортным узлам (например, к аэропортам), специальным объектам либо подъездом от административного

центра, не имеющего дорожной связи со столицей, к морским или речным портам, аэропортам и железнодорожным станциям либо границам других государств; 2) *К* – прочие автодороги регионального значения; 3) *Н* – автодороги межмуниципального значения.

Основные технические характеристики классификационных признаков автомобильных дорог приведены в таблице 5.1.

**Таблица 5.1 – Основные технические характеристики классификационных признаков автомобильных дорог**

Класс	Категория	Общее количество полос	Наличие полосы движения	Центральная разделительная полоса	Пересечения с автомобильными дорогами, велосипедными и пешеходными дорожками	Доступ на дорогу с примыканиями в одном уровне	Проектная скорость, км/ч	
Автоматгистраль	IA	4 и более	Обязательна	В разных уровнях	В разных уровнях	Не допускается	150	
Скоростная дорога	IB	4 и более				Допускается без пересечения прямого направления	120	
Дорога обычного типа (нескоростная)	IV	4 и более	Допускается отсутствие	светофорным регулированием		Допускается		100
	II	4 и более					Не требуется	
		2 или 3	Допускаются пересечения в одном уровне	Допускаются пересечения в одном уровне				60
	III	2						
	IV	2						
	V	1						

Автомобильные дороги по транспортно-эксплуатационным качествам и потребительским свойствам разделяют на категории в зависимости:

- от количества и ширины полос движения;
- наличия центральной разделительной полосы;
- типа пересечений с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками;

– условий доступа на автомобильную дорогу с примыканий в одном уровне.

**Искусственные сооружения на автомобильных дорогах** включают:

- автодорожные мосты;
- путепроводы;
- транспортные эстакады;
- тоннели;
- подпорные стены;
- пешеходные переходы.

**Автодорожный мост** – искусственное сооружение, возведенное через реку, озеро, овраг, пролив или любое другое физическое препятствие. Мост, возведённый через автомобильную или железную дорогу, называют *путепроводом*, через овраг или ущелье – *виадуком*, для прокладки автомобильной дороги над поверхностью земли (4–6 м) – *эстакадой*. Все мосты классифицируются по признакам: грузоподъемности; статической схеме; уровню проезда (с ездой понизу, посередине, поверху).

По *грузоподъемности* мосты подразделяются в зависимости от количества единиц эталонной временной нагрузки, которое пролетное строение может выдержать при регулярной эксплуатации. Класс пролетного строения будет определяться наименьшим из классов его отдельных элементов.

По *статической (конструкционной) схеме* различают мосты:

– *балочный* – самый простой вид мостов, которые предназначены для перекрытия небольших пролётов (рисунок 5.6). Пролётные строения – балки, перекрывающие расстояние между опорами. Основная отличительная особенность балочной системы состоит в том, что с пролётных строений на опоры передаются только вертикальные нагрузки, а горизонтальные отсутствуют. В основном их применяют для перекрытия железнодорожных путей и рек с небольшими судоходными свойствами;

– *висячий* – мост, в котором основная несущая конструкция выполнена из гибких элементов (канатов, цепей и др.), работающих на растяжение, а проезжая часть подвешена. Этот вид представляют все крупнейшие по длине и высоте пролёта мосты мира;

– *вантовые* – разновидность висячих мостов (рисунок 5.7): роль основной несущей конструкции выполняет вантовая ферма, выполненная из прямолинейных стальных канатов. Ванты



Рисунок 5.6 – Внешний вид металлического балочного моста



Рисунок 5.7 – Вантовый мост

прикреплены к пилонам – высоким стойкам, монтируемым непосредственно на опорах. Пилоны в основном располагаются вертикально, но не исключено и наклонное их расположение. К вантам крепится балка жёсткости, на которой располагается мостовое полотно. Вантовые мосты используют при необходимости перекрытия протяженных и глубоких водных преград и в городских условиях. Наиболее широкое применение они получили при перекрытии проливов между странами (Дания – Швеция, мост через пролив Орезунд, соединяющий в Стамбуле Европу и Азию), а также при соединении островов с континентом. Такие мосты имеют значительную протяженность пролетов (более 3 км);



Рисунок 5.8 – Арочный мост

Арочные мосты характерны для горных условий, поскольку позволяют перекрыть большой пролёт, чем балки, а в условиях горного рельефа сооружение дополнительных опор не оправдано. Часто арочные мосты строят в городских условиях из соображений инженерной эстетики;



Рисунок 5.9 – Ферменный мост

Ферменные мосты используются как временные переправы для автодорожной техники, размещаемые в трудно доступных местах, где строительство постоянного моста является неэффективным (рисунок 5.10);

– *разводной* – особый тип моста, имеющий подвижное пролётное строение для обеспечения пропуска судов. В разведённом состоянии такой мост

– *арочные* – основными несущими конструкциями моста являются арки или своды (рисунок 5.8). У арочного моста в качестве главной конструкции используется *свод* – криволинейный брус, у которого ширина сечения значительно больше высоты. Арочные мосты могут быть с ездой поверху, понизу и посередине. Опоры арочных мостов всегда массивные, поскольку должны быть рассчитаны и на восприятие распора.

– *ферменный* – мост, основными несущими конструкциями которого являются фермы. Преимущества фермы – лёгкая конструкция, позволяющая перекрывать достаточно большие пролёты (обычно от 40 до 150 м). Фермы изготавливают из стандартного стального проката (рисунок 5.9);

– *понтонный* – временный мост, сооружаемый на плавучих опорах. Такие мосты используются как временные переправы для автодорожной техники, размещаемые в трудно доступных местах, где строительство постоянного моста является неэффективным (рисунок 5.10);

не мешает проходу судов. При этом он максимально используется в ночной период суток, чтобы не ограничивать движения автотранспортных средств в дневной период. Особенности конструкции разводных мостов: 1) разводятся поднятием средней части (пролёты поднимаются в горизонтальном положении вверх); 2) пролёты моста поднимаются, поворачиваясь вокруг одного из шарниров; 3) средняя часть шарнирно укреплена на стоящей в середине реки опоре. Мост разводится поворотом средней части на  $90^\circ$ , таким образом средняя часть становится параллельна руслу реки (рисунок 5.11);



Рисунок 5.10 – Понтонный мост



Рисунок 5.11 – Разводной мост

– *горбатый* – мост существенно выгнут вверх. Строится в условиях резкого изменения уровня воды по периодам года в условиях горной местности.

Путепровод – один из видов мостовых сооружений, пропускающий дорогу над другой дорогой (рисунок 5.12). Путепроводы являются незаменимой частью транспортных развязок как на автотранспортных магистралях, так и в крупных городах. Они позволяют экономить пространство в плотных застройках городов, а также в труднодоступной местности, когда другие варианты пересечений автомобильных дорог стоят очень дорого. В целях экономии земли используются многоярусные путепроводы (рисунок 5.13).



Рисунок 5.12 – Автодорожный простой путепровод



Рисунок 5.13 – Многоярусный путепровод

Транспортная эстакада – протяжённое инженерное сооружение, состоящее из ряда однотипных опор и пролётов, предназначенное для размещения дороги выше уровня земли с целью обхода занятых земель (чаще всего в городах) или транспортных потоков – разворотные эстакады (рисунок 5.14).



Рисунок 5.14 – Двухуровневая эстакада

Эстакады зачастую используют в качестве эстакадного подъезда к пролету моста, а иногда просто для отделения автомагистрали (зачастую метро) от городской инфраструктуры. Эстакады бывают двух- и многоуровневыми.

Тоннель – горизонтальное или наклонное подземное сооружение, одно из измерений которого (длина) значительно превосходит по размерам два других (ширину и высоту). В мегаполисах часто используют автодорожные тоннели под городскими застройками,

что позволяет существенно разгрузить центр города от автотранспортного потока (рисунок 5.15). Тоннели под водными преградами часто строят вместо мостов, где они могут мешать проходу судов. Также тоннели строят во избежание пересечения разных транспортных потоков на одном уровне (подземные переходы, тоннели вместо железнодорожных переездов, тоннели как часть автомобильных развязок).

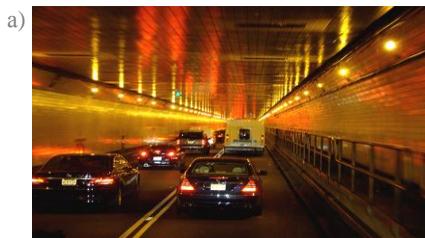


Рисунок 5.15 – Автодорожный тоннель:  
а – с односторонним движением; б – под городской застройкой

Подпорная стена – инженерное сооружение на автодорогах, которое



Рисунок 5.16 – Подпорная стена

служит для исключения падения на автомобильную дорогу камней, горной породы и других посторонних предметов, создающих препятствие или угрозу дорожному движению автотранспортных средств (рисунок 5.16). Иногда подпорные стены используются для

прокладки автомобильной дороги в стесненных горных условиях.

Пешеходный переход – инженерное устройство, служащее для безопасного перехода пешеходами проезжей части автомобильной дороги. Пешеходные переходы устраиваются в зависимости от уровня расположения по отношению к проезжей части: 1) в одном уровне с автомобильной дорогой – наземные; 2) в нескольких уровнях – в виде пешеходного моста или пешеходного тоннеля, в зависимости от функционального назначения (нерегулируемые, регулируемые и внеуличные).

*Наземный пешеходный переход* – область дороги, используемая пешеходами для перехода на другую сторону проезжей части. Наземные пешеходные переходы устраиваются двух видов: 1) обозначенный знаком и дорожной разметкой (рисунок 5.17, а); 2) с устройством пешеходного моста над автомагистралями с интенсивным движением (рисунок 5.17, б).



Рисунок 5.17 – Наземные пешеходные переходы:  
а – обозначенный знаком и дорожной разметкой; б – в виде пешеходных мостов

*Подземный пешеходный переход* – инженерное сооружение под областью автомобильной дороги, используемое для безопасного прохода пешеходов на другую сторону проезжей части

**Предприятия придорожного сервиса** подразделяются на следующие виды: 1) для технического обслуживания автомобилей; 2) для кратковременного отдыха водителей и пассажиров; 3) пункты питания.

Техническое обслуживание автомобилей, выполняемое в условиях придорожного сервиса, включает следующие виды работ: смазочные; регулировочные; контрольно-диагностические; крепежные; заправочные; электротехнические.

Кратковременный отдых водителей и пассажиров выполняется: на площадках отдыха и площадках-стоянках; в кемпингах и мотелях; в комплексах придорожного обслуживания.

*Площадки отдыха и площадки-стоянки* предназначены для технического осмотра автомобиля и отдыха водителя и пассажиров. основополагающим принципом организации площадок для стоянок автомобилей является исключение из транспортного потока человека и автомобиля. При этом

должна обеспечиваться возможность отдыха на свежем воздухе, а летом для туристов – достаточно продолжительные остановки для отдыха, купания, а в жаркую погоду желательны наличие прохладной тени, осенью и весной, наоборот, – на солнце в укрытом от ветра месте.

*Кемпинг, мотель* – оборудованный летний лагерь для автотуристов с палатками или лёгкими домиками, местами для стоянки автомобилей (на общей стоянке или непосредственно у жилья) и туалетами. Функционирование кемпинга основано на самообслуживании. Он может также включать инфраструктуру сферы обслуживания, например, магазины, автомойки, эстакады для осмотра и мойки автомобилей.

*Комплексы обслуживания* – объединение объектов дорожного сервиса в различные виды комплексов, позволяет увеличить перечень и улучшить качество оказываемых сервисных услуг, подводить общие коммуникации, объединять источники водо-, тепло- и энергоснабжения, строить общие бытовые помещения, подъезды и стоянки, что приводит к эффективному использованию финансовых средств. Размещение новых объектов придорожного сервиса предусматривается в основном в виде комплексов, включающих в себя несколько типов объектов (например, гостиница, кафе, магазин, стоянка). Комплексы предназначены для кратковременных остановок и отдыха водителей и пассажиров без обеспечения условий для ночлега. На автомобильных дорогах международного значения и интенсивного передвижения автотуристов строятся комплексы с ночлегом. В состав всех комплексов обслуживания входит санитарно-гигиеническая зона, включающая устройство туалета и размещение контейнеров для сбора мусора. За основу размещения комплексов обслуживания по длине дороги принят модуль (длина участка дороги, соответствующая расстоянию между площадками отдыха).

Размещение пунктов питания предусматривается в основном в населенных пунктах или в непосредственной близости от них, что обусловлено необходимостью максимального их приближения к источникам электроэнергии, теплоснабжения, водоснабжения и иным инженерным коммуникациям. Предприятия торговли и общественного питания, предназначенные для удовлетворения повседневного спроса пассажиров и водителей, проезжающих по дороге, включены в комплексы (АЗС, СТО, мотели и кемпинги, площадки отдыха).

## 5.2 Железнодорожная инфраструктура

Инфраструктура железнодорожного транспорта представляет собой технологический комплекс, включающий технические устройства, обеспечивающие безопасное и эффективное выполнение грузовых и пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. Функционально она включает **технические устройства и системы**, предназначенные для выполнения:

– начально-конечных операций по **пассажирским перевозкам**: вокза-

лы, остановочные пункты, пассажирские станции, технические пассажирские станции, пассажирские участки (дирекции пассажирских перевозок). Основные функции, возлагаемые на данную инфраструктуру: продажа пассажирам проездных документов, оформление багажа (по прибытию или отправлению); посадка и высадка пассажиров в транспортные средства;

– начально-конечных операций по **грузовым перевозкам**: устройства транспортной логистики (прирельсовые склады, технологические автодороги), путевое развитие, подъездные пути, подъемно-транспортное оборудование, здания и сооружения, товарную контору, расчетно-кассовый центр. Основные функции, возлагаемые на инфраструктуру: прием к отправлению и выдача грузов, переадресовка вагонов, перегрузка грузов из вагонов широкой колеи в вагоны узкой колеи на пограничных станциях, подготовка грузовых вагонов и контейнеров к перевозкам и др.;

– тягового обслуживания перевозок;

– движенических операций и маневровых передвижений.

Вокзал – структурное технологическое подразделение, основной функцией которого является обеспечение отправления и прибытия пассажиров. Эта функция включает виды выполняемых работ: продажу билетов по видам пассажирских сообщений, прием и выдачу багажа, организацию кратковременного отдыха пассажиров по прибытию и отправлению, а также стационарного питания. Современные вокзалы представляют собой многофункциональные технологические комплексы, выполненные с учетом современного дизайна и архитектурных требований (рисунок 5.18). В городах, имеющих большое историческое наследие и активно посещаемых туристами, вокзалы прошли реставрацию и представляют собой историческую ценность (рисунок 5.19).



Рисунок 5.18 – Вокзал в Самаре



Рисунок 5.19 – Вокзал в Благовещенске

Остановочный пункт, размещаемый на железнодорожном перегоне либо в границах железнодорожных станций, предназначен для посадки и высадки пассажиров и имеющих – посадочную платформу, инженерные сооружения (пассажирский навес, малые архитектурные формы, рисунок 5.20).

Пассажирская станция предназначена для осуществления технологических операций по организации движения пассажирских поездов. Разли-

чают пассажирские станции: 1) обслуживающие международные, межрегиональные и региональные перевозки пассажиров; 2) обслуживающие только региональные перевозки пассажиров; 3) зонные на участках региональных перевозок (служат для стоянки составов в ожидании их отправления);



Рисунок 5.20 – Остановочный пункт

4) пересадочные станции в пунктах слияния или пересечения с линиями метрополитена.

Техническая пассажирская станция предназначена для осуществления технологических операций по функциональному обеспечению пассажирских поездов: начального следования (на них формируются пассажирские поезда); конечного прибытия (на них выполняются операции по кратковременной стоянке поездов и их подготовка в обратный рейс). В

структуру технической пассажирской станции включают станционные пути, устройства СЦБ, связи, ремонтно-эксплуатационное депо (РЭД), предназна-

ченное для выполнения технической подготовки вагонов в рейс. На технической станции выполняются технологические операции: деповской ремонт пассажирских и багажных вагонов, экипировка пассажирских вагонов, техническое обслуживание пассажирских вагонов по программе ТО-1, ТО-2, ТО-3. Внутренний вид современного РЭД показан на рисунке 5.21.



Рисунок 5.21 – Внутренний вид РЭД

Пассажирский участок (дирекция пассажирских перевозок) – структурное подразделение пассажирского хозяйства, которое обеспечивает работу

пассажирских поездов и прицепных вагонов собственного формирования. Имеет необходимый комплекс технических устройств (путевое развитие, здания и сооружения), на котором производится подготовка вагонов в рейс и послерейсовое техническое их обслуживание.

Железнодорожные станции – технологические объекты железнодорожного транспорта, имеющие путевое развитие, позволяющее производить технологические операции по приёму, отправлению, скрещению и обгону поездов, маневровую работу по формированию и расформированию поездов и технические операции с поездами. Обязательные элементы станции:

1) *путевое хозяйство* – включает железнодорожные пути, объединённые в парки. Парки и пути в парках могут иметь определённую специализа-

цию (например, сортировочный парк, приёмо-отправочный парк). Полезная длина каждого пути ограничивается предельными столбиками и/или светофорами. Тупиковые пути имеют с одной стороны специальный тупиковый упор и используются для служебных целей и отстоя вагонов и локомотивов;

2) *системы сигнализации, централизации и блокировки* – предназначены для управления движением поездов и маневровых передвижений на станции посредством стрелок, светофоров. Отдельной системой является горочная автоматическая централизация (ГАЦ), которая предназначена для управления роспуском составов на сортировочных горках;

3) *здания и сооружения, коммуникации водоснабжения и канализации* – предназначены для обеспечения жизненного цикла технологических операций на станции.

Железнодорожные станции по функциональному назначению подразделяются:

– на *грузовые* – предназначены для выполнения грузовых и коммерческих операций с грузами, грузовыми вагонами, контейнерами;

– на *технические* – предназначены для выполнения технологических операций с грузовыми вагонами, составами, поездами. К техническим относятся железнодорожные станции, на которых операции пассажирской и грузовой работы не являются доминирующими. В зависимости от выполняемых технологических операций с грузовыми вагонами, составами или поездами технические железнодорожные станции подразделяются:

– на *сортировочные* – предназначены для выполнения функций: сортировки грузовых вагонов по назначениям следования и формирования из них новых составов поездов в соответствии с действующим планом формирования; формирования передач на подъездные пути предприятий и приема вагонов с них; подборки (группировки) вагонов в составах передач на грузовые станции железнодорожного узла и поездов на портовые и паромные станции, а также в составах сборных на прилегающие участки; осмотра и подготовки составов поездов и отдельных вагонов в техническом и коммерческом отношении; пропуска поездов без переработки их составов или с частичной переработкой и заменой групп вагонов. В настоящее время в мировой практике идет укрупнение сортировочной работы на меньшем количестве станций, что привело к созданию супербольших сортировочных станций (например, *Bailey Yard*, рисунок 5.22). Станция в



Рисунок 5.22 – Самая большая сортировочная станция в мире

сутки формирует 108 составов из 8 тыс. вагонов на 114 путях общей протяженностью 418 км и занимает площадь 1150 га.

Сортировочные станции классифицируют: по ведомственной принадлежности – на станции сети железных дорог, промышленные, объединенные; значению их работы для сети железных дорог – основные сетевого значения и региональные; типу сортировочных устройств – горочные, безгорочные и расположенные на уклоне; мощности (производительности) основных устройств (по проектным размерам переработки вагонов в среднем в сутки десятого года эксплуатации) – на станции повышенной мощности – более 5500, большой – от 3500 до 5500, средней – от 1500 до 3500, малой – до 1500 вагонов; взаимному расположению основных парков (приемного, сортировочного и отправочного) – с последовательным, комбинированным и параллельным расположением парков; расположению главных и станционных путей – с объемлющим, односторонним и внутренним расположением главных путей; количеству комплексов (систем) парков путей – на односторонние и двусторонние. На *односторонней* станции все поступающие в переработку вагоны со всех примыкающих участков перерабатываются в одной сортировочной системе. *Двусторонняя* станция имеет два сортировочных комплекса, один из которых перерабатывает вагоны нечетного, а другой – четного направления;

– *участковые* – раздельные пункты, предназначенные для обработки



Рисунок 5.23 – Участковая станция

транзитных грузовых и пассажирских поездов, выполнения маневровых операций по расформированию-формированию сборных и участковых поездов, обслуживания подъездных путей, смены локомотивов и локомотивных бригад. Они имеют приёмо-отправочные парки, пассажирские и грузовые устройства, локомотивное и вагонное хозяйство (рисунок 5.23). Локомотивное хозяйство включает в себя экипировочные устройства, а также

(на станциях со сменой локомотивов) основное или оборотное локомотивное депо. На путях приёмо-отправочных парков производится технический и коммерческий осмотр вагонов грузовых поездов, а также их безотцепочный ремонт. Участковые и сборные поезда, расформировываемые на станции, подают на вытяжной путь и распускают на пути сортировочного парка. При значительных объёмах переработки для расформирования составов может использоваться сортировочная горка;

– *предпортовые* – служат для накопления вагонов для обслуживания морского порта (рисунок 5.24). На них осуществляются работы по подборке вагонов для судовых партий, приёму и расформированию поездов с вагонами, прибывшими в адрес морского порта, формированию поездов из вагонов, переработанных в порту;



Рисунок 5.24 – Предпортовая станция

– *промежуточные* – предназначены для выполнения технологических операций по приёму, отправлению, обгону, скрещению и пропуску грузовых и пассажирских поездов, маневровых операций по прицепке и отцепке вагонов к сборным поездом;

– *межгосударственные* передаточные станции имеют необходимое путевое развитие, технические обустройства и персонал, обеспечивающие работу по передаче транспортных средств между государствами в техническом и коммерческом отношении с выполнением видов государственного контроля. На них оформляются передаточные ведомости и формируются необходимые сообщения в информационной системе железной дороги для ведения учёта передачи и номерного наличия вагонного парка;

– *станции стыкования* – раздельные пункты, соединяющие направления, электрифицированные разными родами тока. В секции контактной сети на таких станциях можно подавать ток любой системы с помощью переключателей.

*Локомотивное депо* – производственная организация по тяговому обслуживанию поездной и маневровой работы. Сооружаются на участковых, сортировочных и пассажирских станциях, выбираемых на основе технико-экономического сравнения различных вариантов (рисунок 5.25). Они подразделяются на эксплуатационные (основные и оборотные) и ремонтные. *Основные* эксплуатационные депо имеют приписной парк локомотивов для обслуживания грузовых или пассажирских поездов, производственные здания и сооружения, мастерские и другие технические средства для производства текущего ремонта, технического обслуживания и экипировки локомотивов.



Рисунок 5.25 – Локомотивное депо

По виду тяги различают тепловозные, электровозные, мотор-вагонные, дизель-поездные и смешанные депо. В зависимости от видов выполняемой поездной работы основные депо подразделяются на грузовые, пассажирские и смешанные. *Оборотные* депо предназначены для смены локомотивов при завершении их поездной работы на тяговом плече и выполнения с ними технического обслуживания, совмещаемого с экипировкой.

*Пункты смены локомотивных бригад* предусматривают преимущественно на участковых станциях и размещают исходя из условия обеспечения нормальной продолжительности работы бригад.

*Пункты экипировки локомотивов* располагают как на территории депо, так и на станционных путях для производства операций экипировки без отцепки локомотива от поезда.

*Пункты технического обслуживания локомотивов* размещают как в локомотивных депо, так и в пунктах оборота и экипировки локомотивов.

*Вагонное депо* предназначено для обеспечения перевозки пассажиров и грузов исправными вагонами, содержания вагонов в исправном состоянии, подготовки их к перевозкам, обслуживания пассажирских вагонов в пути следования. Важнейшим требованием при этом является обеспечение безопасности движения и сохранности перевозимых грузов. Система технического обслуживания предусматривает: техническое обслуживание (ТО) грузовых вагонов, находящихся в составах или транзитных поездах, а также порожних при их подготовке под погрузку; текущие ремонты грузовых вагонов: ТР-1 на специализированных ремонтных путях; ТР-2 с отцепкой от поездов для ликвидации неисправностей, которые невозможно устранить за время стоянки поезда на станции; деповской ремонт (ДР) в вагонном депо; капитальные ремонты (КР-1) и (КР-2), выполняемые на вагоноремонтном заводе.



Рисунок 5.26 – Двухпутная линия

*Сооружения путевого хозяйства* – это железнодорожные пути станций и перегонов и искусственные сооружения. Железнодорожные линии подразделяются: по *количеству путей* на перегоне – однопутные, двухпутные (рисунок 5.26) и многопутные (три и более путей); по *ширине колеи* (в разных странах мира железные дороги имеют разную ширину колеи, исчисляемую между внутренними гранями головок рельсов): 1) *широкая* – железные дороги

СНГ, Монголии и Финляндии (1520 мм), Испании, Португалии (1668 мм), США (1524, 1581, 1588 мм); 2) *нормальная* (1435 мм); 3) *узкая* – Япония, РЖД п-ов Сахалин, Австралия, Новая Зеландия, страны Африки и Юго Восточной

Азии (1372, 1067, 1000 мм), Швеция (1093 мм), Бразилия (1100 мм), Иордания, Сирия (1050 мм), промышленные линии (950 мм). Новые скоростные магистрали строятся во всех странах (кроме России) с шириной колеи 1435 мм.

Железнодорожный путь состоит из нижнего и верхнего строений.

*Нижнее строение пути* включает земляное полотно (насыпь, выемка, полунасыпь, полувыемка) и искусственные сооружения (мосты, тоннели, трубы, подпорные стены и др.). *Земляное полотно* – это комплекс грунтовых сооружений, получаемых в результате обработки земной поверхности и предназначенных для укладки верхнего строения пути, обеспечения устойчивости пути и защиты его от воздействия атмосферных и грунтовых вод. Земляное полотно имеет продольный и поперечный профили. Разрез, перпендикулярный продольной оси пути, называется *поперечным профилем* земляного полотна. В зависимости от формы поперечного профиля земляное полотно может представлять собой насыпь, выемку, полунасыпь, полувыемку или полунасыпь-полувыемку. Различают типовые и индивидуальные поперечные профили земляного полотна. Типовые профили, в свою очередь, подразделяют на нормальные, специальные и индивидуальные. *Нормальные* профили применяют при сооружении земляного полотна на надежном основании из обычных фунтов. *Специальные* профили используют в специфических условиях: при наличии вечной мерзлоты, подвижных песков, лессов, скальных фунтов, болот и т. п. *Индивидуальные* профили создают в сложных топографических, гидрологических, геологических и климатических условиях и при высоте откосов более 12 м, обосновывая все размеры конкретными расчетами. Типовой поперечный профиль насыпи приведен на рисунке 5.27, выемки – на рисунке 5.28.

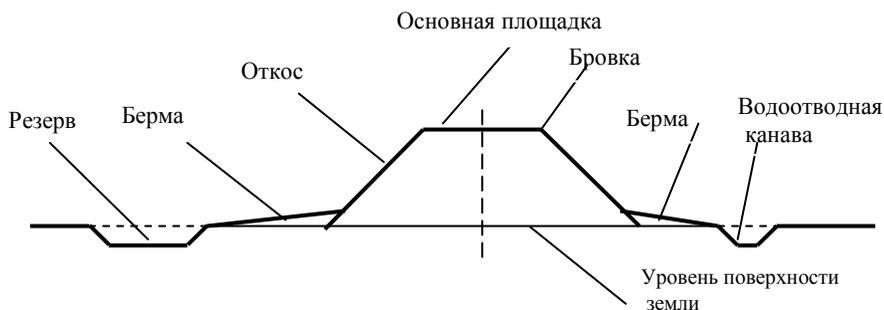


Рисунок 5.27 – Поперечный профиль насыпи

Верхняя часть, на которую укладывают балласт, шпалы и рельсы, называется основной площадкой. На однопутных линиях основная площадка имеет форму трапеции с шириной верхней части 2,3 м и высотой 0,15 м, а на двухпутных – форму равнобедренного треугольника высотой 0,2 м. Такое очерта-

ние основной площадки способствует стоку воды, проникающей через балластный слой во время дождя и таяния снега.

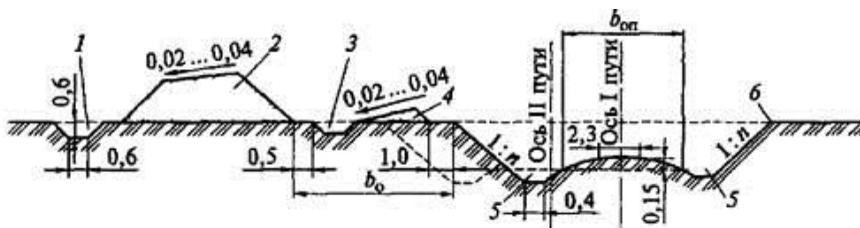


Рисунок 5.28 – Поперечный профиль выемки

*Продольный профиль* – это развертка трассы на вертикальную плоскость. Состоит из горизонтальных и наклонных участков. *Уклон пути* – подъем и спуск. Крутизна наклона элементов профиля характеризуется их уклоном – отношением разности высот точек по концам элемента к горизонтальному расстоянию между ними. Уклон пути обозначается числом тысячных долей со знаком ‰. В зависимости от направления движения поезда каждый наклонный элемент профиля (уклон) будет или подъемом, или спуском. Горизонтальные элементы профиля называются площадками. *Руководящий уклон* – наибольший подъем на участке, по величине которого устанавливается масса поезда. Продольный профиль характеризуется крутизной уклонов элементов и их длиной. Крутизна ( $i$ ) измеряется в тысячных долях и получается как частное от деления разности отметок конечных точек элемента профиля ( $H$ ) на его длину ( $L$ ), т. е.  $i = H / L$  (рисунок 5.29).

*План железнодорожного пути (линии)* – это проекция трассы на горизонтальную плоскость, состоит из прямых и кривых участков. Кривые малого радиуса (500 м и менее) вызывают снижение скорости движения, повышенный боковой износ рельсов и колес подвижного состава, удлинение линии, повышают сопротивление движению и ухудшают видимость машинистам. Для обеспечения плавного вписывания подвижного состава в круговые кривые они сопрягаются с прямыми участками пути с помощью переходных кривых, радиус которых постепенно уменьшается от  $\infty$  до радиуса круговой кривой  $R$ .

Искусственные сооружения устраиваются при пересечении железнодорожными линиями рек, каналов, дорог и других препятствий. К ним относятся мосты, путепроводы, виадуки, эстакады, тоннели, галереи, трубы и другие сооружения. Они обеспечивают возможность пересечения железной дорогой водных преград, других железнодорожных линий, автодорог, глубоких ущелий, горных хребтов, застроенных городских территорий, а также безопасный проход людей через пути и устойчивость земляного полотна в сложных геологических и гидрологических условиях.

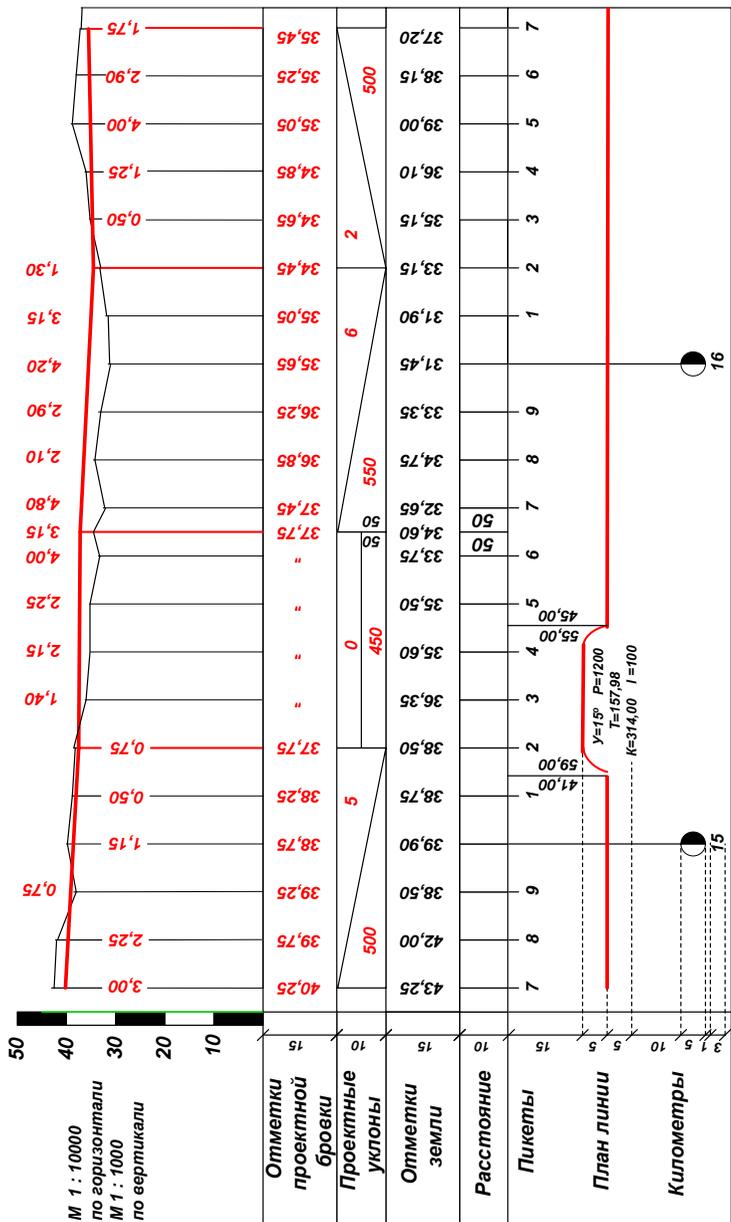


Рисунок 5.29 – Продольный профиль транспортной магистрали

*Железнодорожный мост* (рисунок 5.30) – искусственное сооружение, которое строится для укладки полотна через водные препятствия. На небольших водотоках и суходолах устраивают малые мосты, трубы или лотки. Разновидностями мостов являются путепроводы, виадуки и эстакады. В местах пересечения железных и автомобильных дорог или двух железнодорожных линии строят путепроводы.

а)



б)



Рисунок 5.30 – Железнодорожный мост через реку:  
а – многопролетный; б – однопролетный

Для пересечения ущелий, глубоких долин и оврагов строят виадуки, для пересечения с городской территорией – эстакады. Эстакады также строят на подходе к большим мостам. Мосты различают: 1) по количеству пролетов – одно-, двух-, трехпролетные и с большим количеством пролетов; 2) конструкции пролетного строения – с ездой понизу, поверху, посередине; 3) количеству главных путей – одно-, двух- и многопутные; 4) материалу – каменные, металлические, железобетонные, деревянные; 5) длине: малые – до 25 м, средние – от 25 до 100 м, большие – от 100 до 500 м и внеклассные – более 500 м. В современной практике для ускорения строительства железнодорожные мосты делают вантовыми, что значительно сокращает продолжительность (в 2–2,5 раза) и стоимость мостов.



Рисунок 5.31 – Путепровод над железнодорожными путями

*Путепроводы* строят в местах пересечения железных и автомобильных дорог или двух железнодорожных линий (рисунок 5.31).

*Виадуки* сооружают вместо высокой обычной насыпи при пересечении железной дорогой глубоких оврагов, ущелий.

*Эстакады* устраивают взамен больших насыпей в городах, где они меньше стесняют улицы и не

препятствуют проезду и проходу под ними, а также на подходах к большим мостам через реки с широкими поймами разлива воды.

*Тоннели* служат для прокладки железнодорожного пути под землей. По месту расположения они бывают *горные, подводные и городские* (метрополитены). Самый длинный в мире подводный тоннель проходит под Ла-Маншем и соединяет Англию с Францией. Это поразительное инженерное сооружение. Длина тоннеля немного превышает 50 километров, 38 из которых проложено под морским дном. Тоннель под проливом был открыт в 1994 г. как часть современной транспортной системы, соединяющей Британию с континентом. С окончанием строительства стало возможным добраться из Парижа в Лондон на поезде за 2 ч 15 мин.

*Галереи* строят в горах в местах возможных обвалов.

*Трубы* устраивают при пересечении железной дорогой небольших водотоков или суходолов.

К верхнему строению пути относятся балластный слой, шпалы, рельсы, крепления, противоугоны, стрелочные переводы, мостовые и переводные брусья. Мощность верхнего строения пути характеризуется типом рельсов, качеством балласта и толщиной балластного слоя, типом шпал и их количеством на 1 км.

*Балластный слой* – минеральный сыпучий материал для верхней части строения пути (балластной призмы) в железнодорожном пути. Требования к нему: 1) должен воспринимать давление от шпал (брусьев на стрелочных переводах) и распределять его практически равномерно на возможно большую площадь земляного полотна; 2) обеспечивать стабильное проектное положение рельсошпальной решетки в процессе эксплуатации; 3) возможность выправки пути в профиле и плане за счет балластного слоя (подбивкой, рихтовкой) для компенсации неизбежных остаточных деформаций; 4) быстро отводить воду из балластной призмы и с основной площадки земляного полотна, препятствовать переувлажнению и пересыханию верхнего слоя грунта земляного полотна, потере им несущей способности (весной) и пучению (зимой); 5) участвовать в формировании оптимальной упругости подрельсного основания, особенно при железобетонных шпалах; 6) иметь низкую электропроводность, обеспечивающую нормальную работу рельсовых цепей автоблокировки вне зависимости от погодных условий. Балластные материалы должны быть твердыми, прочными (износостойкими) и одновременно упругими (иметь амортизационную способность), достаточно крупными (обеспечивать стабильность положения рельсошпальной решетки) и одновременно мелкими (создавать ровную опорную поверхность под шпалами); иметь зерна формы, близкой к кубической (улучшается износостойкость зерен и распределяющая способность призмы, но одновременно снижается ее общая несущая способность: призма «расползается» под нагрузкой), содержать зерна вытянутой формы (лещадные или игловатые), прошивающие и раскли-

нивающие балластный слой (повышается устойчивость призмы), но одновременно имеющие повышенную ломкость под нагрузкой (растут осадки). К балластным материалам относятся: 1) щебень, получаемый при дроблении горных пород; 2) отходы асбестового производства, представляющие собой мелкие фракции раздробленных пород с небольшим содержанием свободных волокон несортного хризотил-асбеста; 3) галечно-гравийно-песчаная смесь, образующаяся в результате естественного разрушения горных пород; 4) крупно- или среднезернистый песок.

На *щебеночный и асбестовый балласт* укладываются главные пути, стрелочные горловины и отдельные стрелочные переводы, приёмо-отправочные пути, по которым предусмотрен безостановочный пропуск поездов, пути на горбах горок и горочные стрелочные переводы, а также некоторые деповские пути. Щебеночный балласт при эксплуатации засоряется и требует периодической очистки. *Асбестовый балласт* хорошо стабилизируется при движении поездов, сохраняя форму балластной призмы. При смачивании дождём на поверхности этого балласта образуется корочка, препятствующая проникновению засорителей и способствующая стеканию воды. Поэтому такой балласт находит всё более широкое применение, прежде всего на сильно засоряемых участках. *Гравийный и песчано-гравийный балласт* используется на малодеятельных участках (грузонапряжённость до 25 млн тонно-километров в год). В качестве балласта иногда применяют различные местные материалы, например ракушечник или металлургический шлак (главным образом на подъездных путях заводов).

*Шпалы* – опоры для рельсов в виде брусьев. В железнодорожном пути обычно укладываются на балластный слой верхнего строения пути и обеспечивают неизменность взаимного расположения рельсовых нитей, воспринимают давление непосредственно от рельсов или от промежуточных креплений и передают его на балластный слой. Шпалы характеризуются:

– по длине, которая зависит от ширины колеи. В СНГ применяют железобетонные шпалы длиной 270 см и деревянные длиной 275, 280 или 300 см.



Рисунок 5.32 – Рельсы, уложенные на плиты

Под стрелочными переводами укладывают длинные разновидности шпал – стрелочные брусья, длина которых доходит до длины *двух* шпал;

– материалу изготовления: деревянные, железобетонные, металлические.

В некоторых случаях взамен шпал применяются сплошные блочные основания в виде плит или рам, выполненных из железобетона или металла (рисунок 5.32). Количество шпал на

один километр железнодорожного пути называется *эпюрой укладки шпал*. Его значение в разных странах изменяется от 1000 до 2200 шпал. Стандартные значения – 2000, 1840, 1600 либо 1440 шпал на 1 километр. В основном применяется эпюра 1840 шт./км (46 шпал на 25 метров, на длину стандартного рельса) на прямых участках и 2000 шт./км – в кривых.

*Рельсы* – стальные балки специального профиля, укладываемые на шпалах или других опорах для образования, как правило, двухниточного пути, по которому перемещается подвижной состав железнодорожного транспорта, городских железных дорог. Они служат для направления колёс железнодорожного подвижного состава при их движении, непосредственно воспринимают и упруго передают давление от колёс на нижележащие элементы верхнего строения пути. На участках с электрической тягой рельсы служат проводниками обратного силового тока, а на участках с автоблокировкой – проводниками сигнального тока. Рельсы для железнодорожного транспорта изготавливаются из углеродистой стали. Длина стандартного железнодорожного рельса, производимого рельсопрокатными заводами в России, составляет 12,5; 25,0 и 50,0 м. Для укладки на внутренних нитях кривых участков пути выпускаются укороченные рельсы. Типовая длина бесстыковых плетей («бархатный путь») – 800 м. Использование более длинных рельсов и сварных рельсовых плетей снижает сопротивление движению поездов, уменьшает износ подвижного состава и расходы на содержание пути. При переходе на бесстыковую путь сопротивление движению поездов уменьшается на 5–7 %, экономится около четырёх тонн металла на километре пути за счёт отсутствия стыковых скреплений.

Основной характеристикой рельса, дающей представление о его мощности, является масса одного метра рельса в килограммах. При выборе типа рельса учитываются грузонапряженность линии, осевая нагрузка, скорость движения поездов. Более тяжелый рельс распределяет давление колёс подвижного состава на большее число шпал, в результате чего замедляется их механический износ, уменьшается истирание и измельчение частиц балласта. При увеличении массы рельсов уменьшается расход металла на единицу пропускаемого тоннажа, сокращаются расходы по замене рельсов из-за увеличения срока их службы. Железнодорожные рельсы классифицируются: 1) по типам (весу 1 м) – Р50, Р65, Р65К (для наружных нитей кривых участков пути), Р75; 2) категориям качества: В – рельсы термоупрочненные высшего качества; Т1, Т2 – рельсы термоупрочненные; Н – рельсы нетермоупрочненные; 3) наличию болтовых отверстий: с отверстиями на обоих концах, без отверстий; 4) способу выплавки стали: М – из мартиеновской стали, К – из конвертерной стали; Э – из электростали; 5) виду исходных заготовок: из слитков, из непрерывно-литых заготовок (НЛЗ); 6) способу противоблоксной обработки: из вакуумированной стали, прошедшие контролируемое охлаждение, прошедшие изотермическую выдержку.

*Стрелочный перевод* – инженерное устройство пути, предназначенное для перевода подвижного состава с одного пути на другой, которое состоит из элементов: 1) стрелки (2 рамных рельса, 2 остряка, соединительные тяги с переводным механизмом); 2) соединительных путей; 3) крестовинной части (сердечник крестовины, 2 усовика, 2 контррельса). Общий вид стрелочного перевода показан на рисунке 5.33.

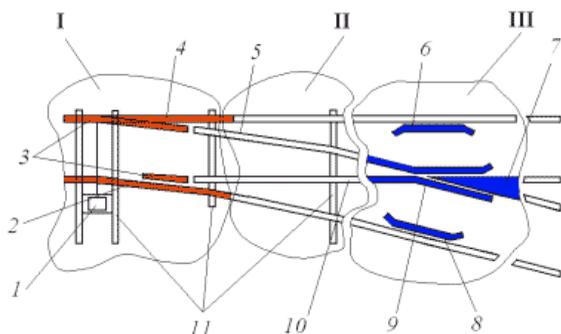


Рисунок 5.33 – Схема стрелочного перевода:

I – стрелка: 1 – переводной механизм; 2, 4 – рамные рельсы; 3 – остряки; II – соединительные пути (5, 10 – соединительные пути); III – крестовинная часть: 6, 8 – контррельсы; 7 – крестовина; 9 – усовики; 11 – переводные брусья

Стрелочные переводы классифицируются:

– на одиночные, в которых один путь разделяется на два: *обыкновенные* (прямолинейные), у которых одно из направлений полностью прямолинейно. Они подразделяются: 1) на *симметричные*, в которых оба направления отклоняются одинаковыми радиусами на одинаковый угол в разные стороны, за счёт чего длина стрелочного перевода минимальна при заданном минимальном радиусе кривой, такие стрелочные переводы часто применяются в стеснённых условиях; 2) *несимметричные* одно- и разносторонние. *Одиночный* перевод имеет два комплекта остряков, управляемых двумя механизмами, и позволяет проходить с любого из четырёх направлений прямо и между двумя направлениями из этих четырёх – на отклонение;

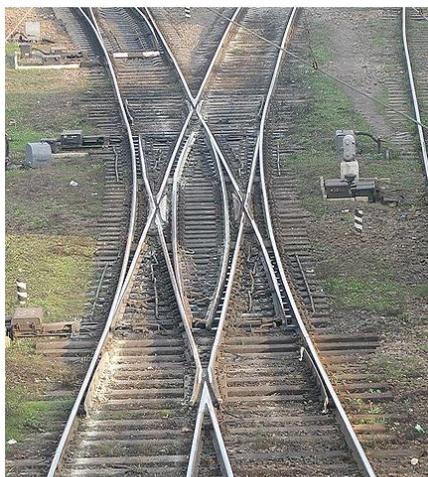


Рисунок 5.34 – Перекрестный стрелочный перевод

– *перекрёстные*, которые располагаются в месте пересечения под углом двух путей (рисунок 5.34);

– *двойные*, в которых тесно со-

седствуют две стрелки, и один путь разветвляется на три. Они подразделяются: 1) на *симметричные*, в которых два направления отклоняются одинаковыми радиусами на одинаковый угол в разные стороны, а третье направление прямолинейно. Такие стрелочные переводы называются тройниками; 2) *несимметричные* одно- и разносторонние. Стрелочные переводы этого типа позволяют проходить как по каждому из пересекающихся путей прямо, так и с одного пути на другой. В такой конструкции присутствует четыре комплекта остряков, управляемых двумя механизмами; две тупые и две остроугольные крестовины. Такие стрелочные переводы часто называют «американскими» («американками») или «крокодилами»;

– сбрасывающая стрелка в нормальном положении (то есть по умолчанию) направлена на сброс («в никуда»), чтобы остановить случайно ушедший подвижной состав (вагон, локомотив). Только когда диспетчер готовит маршрут отправления (прибытия) поезда, сбрасывающая стрелка переводится, замыкая путь. Разновидность «сбрасывающей стрелки» – «сбрасывающий остряк» – установленный на пути один остряк.

В последние годы на линиях движения скоростных пассажирских поездов используют стрелочные переводы с подвижным сердечником (рисунок 5.35).

Содержание железнодорожного пути и путевых устройств в постоянной исправности, чтобы обеспечивать безопасное и плавное движение поездов с наибольшими скоростями, установленными для данного участка, выполняется структурными подразделениями путевого хозяйства. Они включают: 1) *административно-инженерные*



Рисунок 5.35 – Стрелочный перевод с подвижным сердечником

подразделения – службы пути в управлениях дорог, отделы пути – в отделениях железных дорог; 2) *линейные* – путевые машинные станции ПМС, выполняющие усиленный капитальный, капитальный, средний, частично подъемочный ремонты и реконструкцию балластной призмы, а также *дистанции пути (ПЧ)*, осуществляющие комплексное текущее содержание

пути. Они в своем составе имеют участки, возглавляемые начальниками участков, которые делятся на *околотки* (линейные участки), возглавляемые *дорожными мастерами*. Околотки разделяются на *линейные (рабочие) отделения* во главе с бригадирами пути; 3) *обеспечивающие предприятия* – шпалопропиточные заводы, на которых сушат и пропитывают антисептиками деревянные шпалы и брусья; шпалоремонтные мастерские (устраиваемые при ПМС) – для ремонта старогодных деревянных шпал; балластные карьеры, где добывают и отгружают балласт для нужд путевого хозяйства; щебеночные заводы, изготавливающие путевой щебень; рельсосварочные поезда, производящие сварку новых и старогодных рельсов; путевые дорожные мастерские, производящие ремонт путевых машин, механизмов, передвижных электростанций, изготавливающие необходимый путевой инструмент, приспособления и запасные части к машинам и механизмам; передвижные электростанции; путеобследовательские станции; дистанции лесозащитных насаждений, выполняющие работы по посадке, содержанию и ремонту «живых» защит вдоль железнодорожных линий; путевые ремонтно-механические заводы, предназначенные для изготовления и ремонта путевых машин тяжелого типа, механизмов и запасных частей к ним; заводы по изготовлению железобетонных шпал и брусьев; предприятия лесной промышленности, поставляющие деревянные шпалы и брусья; заводы, изготавливающие стрелочные переводы и части к ним; заводы, поставляющие рельсы и скрепления.

Устройства сигнализации и связи подразделяются на перегонные и станционные. *Перегонные* устройства включают автоматическую, полуавтоматическую, электрожелезную блокировки, устройства переездной и автоматической локомотивной сигнализации, диспетчерского контроля и диспетчерской централизации, комплекс технических средств контроля нагрева букс, *станционные* – системы централизации и блокировки стрелок и сигналов на станциях (СЦБ), устройства горочной автоматизации (ГАЦ).

В *автоматической блокировке (АБ)* межстанционные перегоны делятся на более короткие перегоны – *блок-участки* (длиной 1000–3000 м) и на их границах устанавливают автоматически действующие проходные светофоры, служащие для регулирования движением поездов на перегоне. Для отправления поезда со станции разрешение машинисту занять блок-участок подается светофором, открываемым дежурным по станции. Поезда, находящиеся на перегоне, движутся по сигналам проходных светофоров. Нормально проходной светофор открыт, разрешая поезду занять блок-участок. Как только поезд вступает на ограждаемый участок, светофор автоматически показывает запрещающее значение для следующего поезда на этот участок пути до полного его освобождения. Автоблокировка бывает с 2-значной (метро), 3-, 4-значной

(скоростные магистрали и пригородные участки) сигнализацией. Автоблокировка позволяет применять пакетные графики движения поездов.

*Релейная полуавтоматическая блокировка (ПАБ)* называется так потому, что часть действий по изменению показаний сигналов производится автоматически (от воздействия поездов), а часть – работниками, занятыми приемом, отправлением и пропуском поездов. Каждый межстанционный перегон со стороны станции огражден выходными светофорами. Нормально выходные светофоры закрыты. При ПАБ на перегоне (однопутном) может находиться только один поезд.

*Электрожелезнодорожная система* применяется на малоделятельных участках. Разрешением машинисту на занятие перегона является жезл этого перегона. Станции, ограничивающие перегон, оборудуются аппаратами для хранения жезлов, которые связаны между собой электрической зависимостью. Жезл из аппарата можно вынуть только при наличии в аппаратах в сумме четного числа жезлов и подачи с соседней станции с помощью индуктора тока, открывающего специальную блокировочную защелку на аппарате.

*Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС)* предназначена для передачи показаний путевого светофора, к которому следует поезд, на локомотивный светофор, установленный в кабине машиниста. При плохой видимости из-за тумана, снегопада, дождя и др. машинист не всегда может своевременно различать показания светофора и может проехать запрещающий сигнал.

*Диспетчерский контроль за движением поездов* используется на линиях, оборудованных автоблокировкой, и предназначен для дачи поезвному диспетчеру информации об установленном направлении движения на участках однопутной блокировки, занятости блок-участков, главных и приемо-отправочных путей промежуточных станций, показаниях входных и выходных светофоров, а также автоматических переездных устройств. Принцип работы: с перегонов информация о состоянии контролируемых объектов по специально выделенным проводам сначала передается на промежуточные станции, а затем по цепи диспетчерского контроля поступает на центральный диспетчерский пункт.

*Диспетчерская централизация (ДЦ)* даёт возможность управлять движением поездов из одного пункта одним лицом (поездным участковым диспетчером – ДНЦ). ДЦ позволяет обеспечить: управление из одного пункта стрелками и сигналами ряда станций и перегонов; контроль за положением и занятостью перегонов, путей на станциях и прилегающих к ним блок-участков, повторение показаний сигналов и т. д. При ДЦ все промежуточные станции оборудуются электрической централизацией (ЭЦ), а перегоны – автоблокировкой. Протяженность диспетчерского участка составляет 100–150 км с числом промежуточных станций 10–15.

*Автоматическая переездная сигнализация* устраивается на переездах в местах пересечения железной дороги автомобильными дорогами. Переезды бывают *регулируемые* (рисунок 5.36), на которых движение автотранспортных средств через переезд регулируется устройствами переездной сигнализации, а также дежурным работником, и *нерегулируемые*, на которых возможность безопасного переезда определяется водителями транспортных средств. В некоторых случаях переездная сигнализация обслуживается дежурным работником. Такие переезды называются *охраняемыми*, а не обслуживаемые – *неохраняемыми*.



**Рисунок 5.36 – Регулируемый железнодорожный переезд**

К переездным ограждающим устройствам относятся: переездная автоматическая светофорная сигнализация, автоматические шлагбаумы, электрошлагбаумы и механические шлагбаумы. Нормальное положение автоматических шлагбаумов откры-

тое, а электрошлагбаумов и механизированных шлагбаумов, как правило, – закрытое.

К станционным устройствам автоматики и телемеханики относят те из них, которые служат для управления стрелками и сигналами на станциях и обеспечения взаимных зависимостей между ними, при которых исключается открытие сигнала в случае неправильно установленных и незапертых стрелок, а при открытом сигнале не допускается перевод тех стрелок, по которым предусмотрен пропуск поезда, маневры и т. д. Основными техническими средствами СЦБ на станциях служат ЭЦ стрелок и сигналов, горочная автоматическая централизация (ГАЦ).

*Горочная автоматическая централизация (ГАЦ)* обеспечивает автоматический перевод стрелок для каждого отцепа, скатывающегося с сортировочной горки по заданному маршруту на подгорочный путь. Устройства ГАЦ состоят из стрелочных электроприводов, электрических рельсовых цепей и другого оборудования.

*Электрическая централизация стрелок и сигналов на станциях (ЭЦ)*, предназначена для управления стрелками и сигналами станций с использованием электрической энергии. При ЭЦ дальность управления стрелками и сигналами практически не ограничена, поэтому с одного поста можно управлять большим числом объектов.

Согласно правилам технической эксплуатации железных дорог устройства ЭЦ не должны допускать открытия входного светофора при маршруте, уста-

новленном на занятой путь, перевода стрелки под подвижным составом, открытия светофоров, соответствующих данному маршруту, если стрелки не поставлены в надлежащее положение, а светофоры враждебных маршрутов не закрыты. *Светофоры* делятся на входные, выходные, проходные, расположенные на перегоне, маршрутные, разрешающие или запрещающие проезд из одного района станции в другой, прикрытия для ограждения от пересечения в одном уровне железной дороги с другими дорогами.

Основными сигнальными цветами на железнодорожном транспорте являются: красный, запрещающий движение; желтый – разрешает движение и требует снижения скорости; зеленый, разрешающий движение с установленной скоростью; синий – используется как запрещающий на маневровых светофорах; лунно-белый – применяется как разрешающий маневровый и как пригласительный на входных, выходных и маршрутных светофорах, прозрачно-белый – используется в ручных фонарях, поездных сигналах, указателях гидроколонок; молочно-белый – применяется в стрелочных указателях и указателях путевого заграждения.

Для руководства движением поездов и работой линейных подразделений железные дороги имеют различные виды связи: телефонную, телеграфную и радиосвязь. Связь на объектах железнодорожной инфраструктуры включает:

- *магистральную* (телефонная и телеграфная), которая предназначена для связи министерства и управления дороги с отделениями дорог и крупными станциями, а также последних между собой;

- *дорожную* (телефонная и телеграфная) – для связи работников управления дороги с отделениями дорог и крупными станциями, а также последних между собой;

- *местную* (телефонная) – для служебных переговоров работников различных служб, находящихся в одном пункте;

- *станционную* – для связи работников станций участка между собой. Её организуют в пределах одного участка с выходом через коммутатор в дорожную связь для переговоров с отделениями и управлением дороги;

- *поездную диспетчерскую* – для служебных переговоров поездного диспетчера со станциями своего участка;

- *поездную межстанционную* – для служебных переговоров дежурных смежных станций по вопросам движения поездов;

- *перегонную* – для служебных переговоров руководителей путевых работ, электромехаников СЦБ и контактной сети, находящихся на перегоне, с дежурными по станциям, ограничивающим данный перегон.

Кроме того используются виды связи: линейно-путевая, энерго-, вагонно-, билетно-диспетчерская, стрелочная, станционная распорядительная, связь электромехаников, дорожная распорядительная, билетно-диспетчерская, информационная, связь передачи данных в ВЦ, связь совещаний.

Устройства электроснабжения предусматривают электроснабжение тяги поездов и других потребителей. При обеспечении тяги поездов используются тяговые подстанции и контактная сеть.

*Тяговые подстанции.* В систему тягового электроснабжения входят многочисленные и разнообразные установки: тяговые подстанции, посты секционирования, пункты параллельного соединения контактных сетей двух путей, установки для компенсации реактивной мощности при переменном токе, устройства для повышения напряжения при постоянном токе и др. Наиболее сложными из них являются тяговые подстанции. В соответствии с родом тока, подаваемого в контактную сеть, различают подстанции постоянного и переменного тока. В местах стыкования участков, электрифицированных на различных системах тока, располагают подстанции постоянно-переменного тока – стыковые подстанции. Тяговые подстанции подклю-



Рисунок 5.37 – Тяговая подстанция

ют к ЛЭП системы внешнего электроснабжения, имеющим различное напряжение (от 6 до 220 кВ). Они могут быть опорными, промежуточными (транзитными и отпаечными) и тупиковыми. Как правило, тяговые подстанции строят стационарными с открытыми и закрытыми распределительными устройствами (РУ), однако бывают и передвижные подстанции, которые можно перемещать с одного места работы на другое (рисунок 5.37).

*Контактную сеть* выполняют в виде воздушных подвесок (рисунок 5.38). Высота подвески контактного



Рисунок 5.38 – Контактная сеть

провода над уровнем верха головки рельса должна быть на перегонах и станциях не ниже 5750 мм и не должна превышать 6800 мм. В горизонтальной плоскости контактный провод закреплен фиксаторами так, что относительно оси пути он подвешен зигзагообразно с отклонением у каждой опоры на  $\pm 300$  мм. Благодаря этому контактный провод достаточно устойчив против ветра и не перетирает контактные пластины токоприемников. В контактной сети на линиях,

электрифицированных на постоянном токе, используется напряжение 3000 В. Тяговые подстанции требуется располагать относительно часто – на расстоянии 20–25 км друг от друга, что создает высокую стоимость системы электроснабжения на постоянном токе. Тяговые подстанции на электрифицированных дорогах постоянного тока выполняют две основные функции: понижают напряжение подводимого трехфазного тока и преобразуют его в постоянный ток. Для этой цели используют трансформаторы, выпрямители и другое оборудование. Широко применяют полупроводниковые выпрямители, которые обладают высокой надежностью, простотой устройства, обслуживания и управления, компактностью.

Переменный ток, в отличие от постоянного, обладает следующим важным свойством: его напряжение можно изменять достаточно просто. Для этого необходим трансформатор, т. е. устройство, не имеющее подвижных частей и содержащее две обмотки – первичную и вторичную с заранее рассчитанными числами витков. На первичную обмотку подается имеющееся напряжение, с вторичной обмотки снимается требуемое. Возможность использования высокого напряжения в контактной сети дорог переменного тока ведет к уменьшению потерь электроэнергии в процессе передачи ее на электроподвижной состав, и последующего понижения его до значения, приемлемого для тяговых двигателей, позволяет существенно снизить стоимость электрификации железных дорог.

Для снабжения электроэнергией линейных железнодорожных и районных потребителей на опорах контактной сети дорог постоянного тока подвешивают специальную трехфазную линию электропередачи напряжением 10 кВ. В необходимых случаях на этих опорах размещают провода телеуправления тяговыми подстанциями и постами секционирования, низковольтных осветительных и силовых линий и др.

Оборудование электроснабжения нетяговых потребителей включает: 1) станционные и линейные электроустановки, принадлежащие всем отраслевым службам дороги, освещение станций, переездов и других объектов, а также механизмы и инструменты, для работы которых на линии необходима электроэнергия; 2) аппаратуру автоблокировки; 3) сеть различных районных потребителей, расположенных по обе стороны от железной дороги. Питание нетяговых потребителей производится непосредственно от тяговых подстанций и по специальным воздушным линиям, обычно подвешенным на опорах контактной сети. Напряжение, при котором осуществляется передача электроэнергии, определяется наличием шин того или иного напряжения на подстанции. Чаще всего это 10 или 25 кВ. Вдоль железной дороги, электрифицированной на постоянном токе, для питания нетяговых потребителей монтируют трехфазную воздушную линию напряжением обычно 10 кВ.

### 5.3 Водные пути сообщения

**Инфраструктура водного транспорта** представляет собой технологический комплекс, включающий технические устройства, обеспечивающие безопасное и эффективное выполнение грузовых и пассажирских перевозок на водном транспорте: путь, путепроводы судоходных каналов, пристани и порты, вокзалы, судоремонтные заводы.

Путь – водоток или водоем в естественном или искусственном состоянии, приспособленный для судоходства.

Путепроводы – инженерные сооружения водных путей сообщения, предназначенные для пересечения водных коммуникаций в разных уровнях.

Пристани и порты – технологические объекты водного транспорта с соответствующими устройствами для выполнения грузовых и пассажирских операций и технического обслуживания флота и водных путей.

Вокзалы – технологические объекты водного транспорта, предназначенные для посадки и высадки пассажиров на речные и морские суда с полным комплексом услуг пассажирского сервиса.

Судоремонтные заводы – предприятия, находящиеся, как правило, вблизи крупных морских портов и осуществляющие случайный, периодический и капитальный ремонты, а также реконструкцию судов.

*Краткая характеристика водных путей.* Начало реки называется *исток*ом, место впадения ее в море, озеро или другую реку – *устьем*. Счет километров ведется от устья, как более определенной точки, чем исток. Совокупность рек, сливающихся вместе и выносящих свои воды к месту впадения в другой водоем в виде общего потока, называется речной системой. Река, впадающая в море или озеро, считается главной рекой, остальные реки системы – ее притоками. Различают притоки первого порядка – это реки, впадающие в главную реку, второго порядка – реки, впадающие в приток первого порядка.

Река отличается от ручья наличием долины, которая представляет собой вытянутое, извилистое углубление земной поверхности, образованное многолетней деятельностью реки и имеющее наклон от истока к устью. Наиболее пониженная часть долины, заполненная водой в течение всего года, является руслом реки; та часть долины, которая заливается водой только в паводок, называется поймой.

За редким исключением все судоходные реки стран СНГ, Балтии и Дунайского бассейна зимой покрываются льдом. Замерзание реки начинается после того как температура воды понизится до 0°. Осенний ледоход продолжается до тех пор, пока под влиянием каких-либо причин на каком-нибудь участке не прекратится движение льда и не произойдет быстрое его смерзание и образование ледяного покрова. Момент полного очищения ре-

ки от льда считается началом физической навигации, момент появления осенью сала – ее окончанием. Длительность физической навигации как на одной реке, так и на отдельных реках, в зависимости от геодезических, гидрологических и других условий, изменяется в значительных пределах, например, для водных путей Украины и Республики Беларусь эта величина составляет от 200 до 215 суток, для реки Кубани – в среднем 270 суток.

Все водные пути подразделяются на внутренние и внешние. *Внешние* водные пути – это моря и океаны, которые из-за глубин несравнимо больших величины осадки морского флота, используемого на перевозках по ним, эксплуатируются, практически, в естественных условиях.

Внутренние водные пути делятся на естественные и искусственные. К *естественным* водным путям относятся озера и реки в свободном состоянии, к *искусственным* – судоходные каналы, шлюзованные реки и водохранилища. Данная группа водных путей является наиболее благоустроенной для судоходства, поэтому их удельный вес в общей протяженности водных путей региона является важной качественной характеристикой.

Внутренние водные пути разделяются также на пути с судоходной обстановкой (освещаемой или неосвещаемой) и без нее, с гарантированными и негарантированными габаритами судовых ходов.

По условиям ветро-волнового режима внутренние водные пути разделены на разряды: «М» – морской, «О» – озерный, «Р» – речной и «Л» – легкий. Главным фактором при установлении разряда водоема является обеспеченность менее 4 % навигационного периода волн тех размеров, на которых рассчитана прочность судов соответствующих классов: если высота волны достигает 4 м, а длина – 40 м, то водный путь относится к разряду «М», соответственно 2 и 20 м – к разряду «О», 1,2 и 12 м – «Р». К разряду «Л» относятся водные пути, не вошедшие в указанные разряды.

Общая классификация водных путей приведена на рисунке 5.39 [17].

Правильный выбор курса относительно оси и кромок судового хода на внутреннем судовом ходу обеспечивает безопасность движения судов в соответствии с судовой обстановкой. Она предназначена для беспрепятственного движения судов, судовых и плотовых составов. Знаки судовой обстановки бывают береговые и плавучие. Они указывают направление, границы и габариты судового хода, границы акваторий портов, пристаней и рейдов, места свальных течений, начало и конец однопутных участков и возможность движения по ним в каждом из направлений, судоходные пролеты мостов, подводные и надводные переходы и места, где суда должны подавать сигналы. Специальными знаками судоходной обстановки регулируется движение судов, судовых и плотовых составов через судопропускные сооружения (каналы, шлюзы и др.).

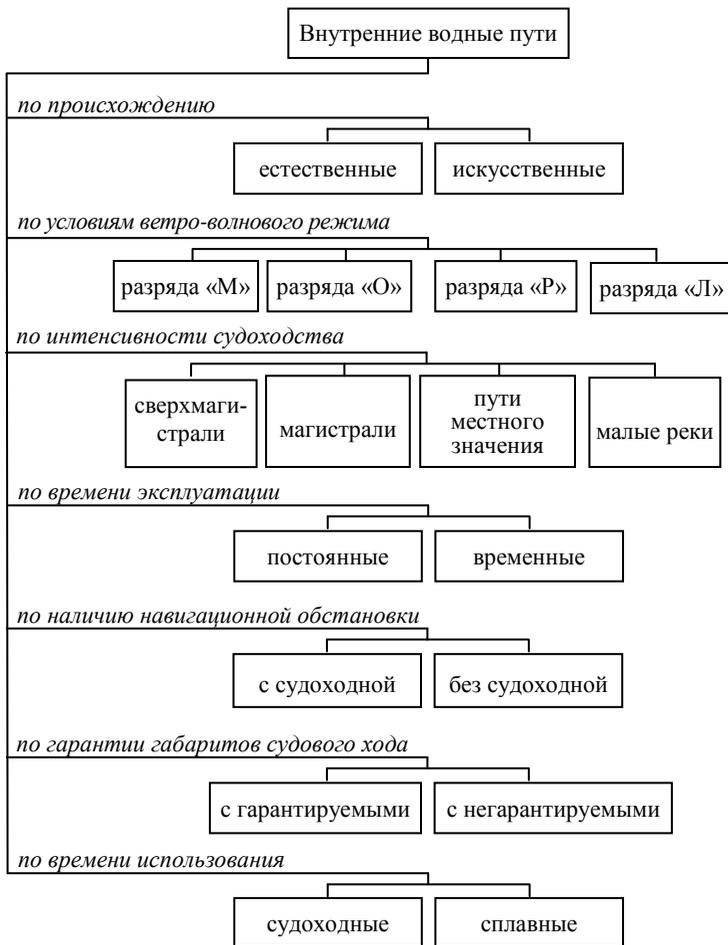


Рисунок 5.39 – Классификация внутренних водных путей

Судоходная обстановка – совокупность разных береговых и плавучих знаков навигационного ограждения судовых ходов, предназначенных для обеспечения безопасного, бесперебойного движения по внутренним водным путям судов, судовых и плотовых составов. Знаки навигационного ограждения служат: для указания направления судового хода и ограждения его кромок, а также судовых пролетов мостов; ограждения отдельных подводных препятствий и различных сооружений на водных путях, подходов к судопропускным сооружениям, пристаням и затонам; регулирования движения в узких местах судового хода; информации судоводителей о габаритах пути.

В зависимости от требований судоходная обстановка может быть различной и подразделяется на освещаемую, светоотражающую и неосвещаемую.

Положение судового хода на водной поверхности обозначают береговыми и плавучими навигационными знаками. Комплекс береговых и плавучих навигационных знаков, указывающий судоводителям положение (состояние) судового хода, называется навигационным оборудованием водного пути. *Береговые знаки* устанавливаются на берегах рек, водохранилищ и озёр, *плавучие* – на воде и удерживаются на нужном (штатном) месте с помощью якорей. Используются две группы береговых знаков: 1) обозначающие положение судового хода; 2) необходимые для информирования судоводителей об особенностях водного пути (например, об одностороннем движении судов на данном участке, об ограничении скорости хода и др.). Береговые знаки надёжны, поэтому в составе навигационного оборудования их считают основными. Плавучие знаки менее надёжны (могут быть повреждены судами и плотами или снесены с мест установки плавающими льдинами, остатками растительности и отдельными деревьями, которыми засоряется поверхность реки в половодье и при прохождении паводковых вод), поэтому их считают вспомогательными.

В целях видимости навигационных знаков в дневное время они оборудованы сигнальными щитами или объемными фигурами определенной формы и окраски. На водных участках, где движение судов выполняется не только в дневное время суток, на знаках зажигают *сигнальные огни*. Такие знаки называют светящими. Каждому типу знаков присваивается определенный цвет сигнального огня и характер (режим) горения, определяющий последовательность и длительность его вспышек и затемнений. Применяют также знаки со светоотражающим покрытием. Они хорошо видны в тёмное время суток при освещении их судовым прожектором.

Форма и размеры, окраска сигнальных щитов, цвет и характер сигнальных огней едины для всех водных путей и соответствуют международным регламентам. Насыщенность водного пути навигационными знаками зависит от интенсивности движения судов (чем больше интенсивность, тем больше на данном участке пути установлено навигационных знаков).

Для выбора соответствующего курса движения судна в пределах границ судового хода и на безопасном расстоянии от препятствий судоводителю необходимо знать место нахождения своего судна в процессе всего маршрута движения. Определение местонахождения своего судна по навигационным знакам, естественным и искусственным приметам, расположенным по берегам или вблизи судового хода, называется ориентировкой. Обнаружение различных ориентиров и выбор курса движения судна относительно них осуществляется глазомерно (визуально) или с помощью навигационных, а также электрорадионавигационных приборов.

Для движения судна или состава несамоходных судов по водному пути выделяется пространство, называемое судовым ходом и ограниченное ми-

нимальными глубиной  $T$ , шириной  $B$ , радиусом кривизны  $R$  и надводным габаритом коммуникаций  $H_{\text{нр}}$  (рисунок 5.40). Перечисленные параметры называются габаритами судового хода.

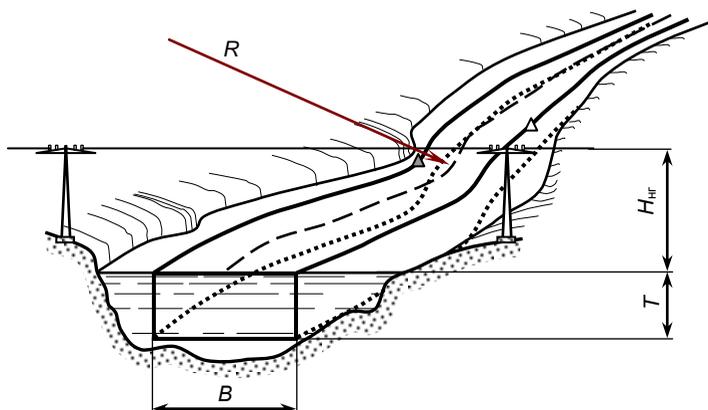


Рисунок 5.40 – Схема водного пути и судового хода

На свободных реках гарантированные габариты судовых ходов обеспечиваются с помощью комплекса путевых работ: обслуживание навигационного оборудования водного пути, траление, руслоочистительные работы, землечерпание, скалоуборочные, выправительные, берегоукрепительные работы.

Для информирования судоводителя о границах судового хода используется судоходная обстановка, предназначенная для обеспечения безопасного и беспрепятственного плавания судов, судовых и плотовых составов.

Для повышения гарантированной глубины судового хода ( $H_r$ ) на реках и судоходных каналах возводят гидроузлы с судоходными сооружениями. Река или трасса судового канала в этом случае делится напорными сооружениями на отдельные, соприкасающиеся между собой, участки – бьефы (рисунок 5.41).

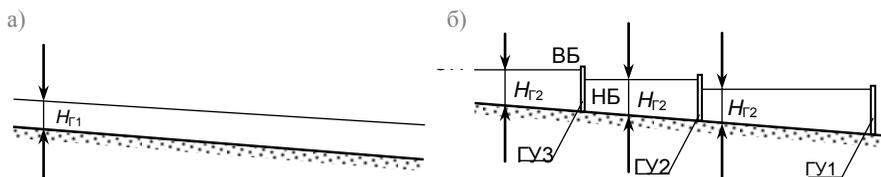


Рисунок 5.41 – Схемы продольного профиля водного пути:  
а – в естественных условиях ( $H_{r1}$ ); б – зарегулированного гидроузлами ( $H_{r2}$ )

Напор воды от одного гидроузла (ГУ1) распространяется до следующего, выше расположенного (ГУ2). У гидроузла, таким образом, создается верхний (ВБ) и нижний (НБ) бьефы. Пропуск судов и составов из верхнего в нижний бьефы гидроузла и наоборот осуществляется через судоходный шлюз.

Технологию шлюзования, укрупнено, можно представить как вход судна, состава или группы судов в камеру, выравнивания уровней воды в камере с другим бьефом или со смежной камерой (для многокамерных шлюзов), выходе шлюзуемого судна, состава или группы судов в другой бьеф или переходе в смежную камеру (рисунок 5.42).

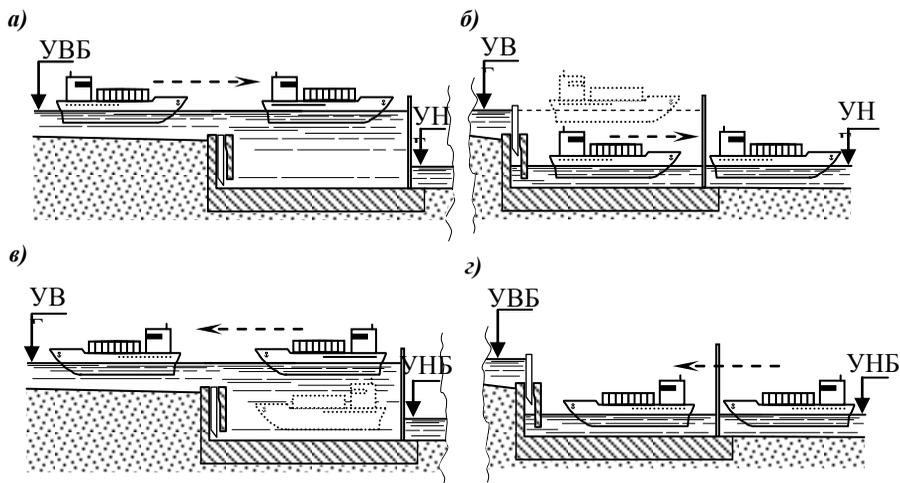


Рисунок 5.42 – Схема пропуска судов через шлюз:

*а, б* – из верхнего бьефа в нижний; *г, в* – из нижнего бьефа в верхний;  
УВБ, УНБ – уровни воды верхнего и нижнего бьефов

К водным путям относят также шлюзы и путепроводные развязки водного транспорта, которые используются для движения как грузового (рисунок 5.43, *а*), так и туристического (рисунок 5.43, *б*) флота. Подходы к таким развязкам устраивают в виде специализированного водного моста (рисунок 5.43, *в*).

Характеристики водных путей, такие как скорость течения, извилистость русла, разряд пути, габаритные размеры судового хода и судопропускных сооружений, продолжительность навигационного периода являются важнейшими исходными данными для эффективной организации перевозочного процесса речным транспортом и оказывают влияние на все основные аспекты его функционирования.



Рисунок 5.43 – Путепроводные развязки водного транспорта:

*a* – для грузового и технологического транспорта;  
*б* – для туристического транспорта;  
*в* – специализированный водный мост

*Характеристика речных портов и других прибрежных пунктов.* Прием грузов, погрузка их на суда и посадка пассажиров для перевозки водным транспортом, выгрузка грузов из судов, выдача их грузовладельцам и высадка пассажиров, а также передача груза, доставленного по водному пути на смежные виды транспорта и наоборот, производятся в прибрежных пунктах. В зависимости от характера и рода деятельности эти пункты подразделяются на порты, пристани и остановочные пункты.

*Порт* – прибрежный пункт в установленных границах, связанный с транспортными магистралями и оборудованный причальными устройствами, береговыми сооружениями и техническими средствами, необходимыми для осуществления грузовых работ, хранения и перевалки грузов, комплексного обслуживания флота, а также обслуживания пассажиров.

*Пристань* – прибрежный пункт, принимающий и выдающий грузы, багаж, производящий посадку и высадку пассажиров, оборудованный соответствующими техническими средствами для выполнения своих функций.

*Остановочный пункт* – прибрежный пункт, производящий посадку и высадку пассажиров, а также прием и выдачу багажа. Остановочные пункты оборудуются простейшими средствами для причала судов.

Основное назначение порта заключается в передаче грузов с водного транспорта на сухопутный (рисунок 5.44).

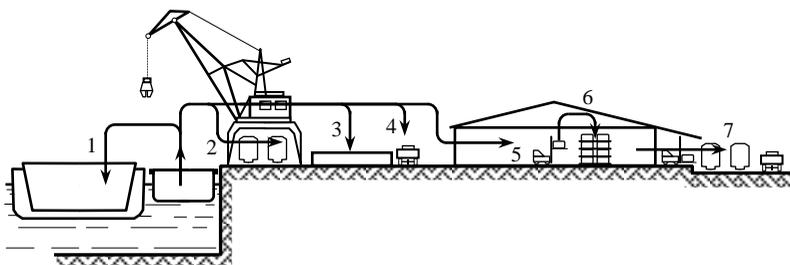


Рисунок 5.44 – Схема проведения грузовых операций в порту

Прибывающие на судах грузы или перегружаются непосредственно на железнодорожный 2 и автомобильный 4 транспорт (прямой вариант перегрузки по схемам, соответственно, «судно–вагон», «судно–автомобиль») или на открытые площадки 3 и в крытые склады 5, где грузы сортируют и укладывают в штабеля 6, а в последующем передают на сухопутный транспорт 7.

В порту производится широкая номенклатура операций по передаче грузов на сухопутные виды транспорта и наоборот. Различают следующие виды портовых операций: грузовые, пассажирские, технические и коммерческие.

*Грузовые операции:* выполнение перегрузочных и внутрискладских работ по подготовке помещений для приема, хранения и отправления грузов.

*Пассажирские операции:* оформление билетов; прием, выдача, хранение багажа; посадка и высадка пассажиров.

*Технические операции:* прием, отправление судов и обрабатываемых портом железнодорожных составов и средств автотранспорта; расстановка транспортные средств для выполнения погрузочно-выгрузочных операций; экипировка судов; мелкий ремонт транспортного флота; отстой судов.

*Коммерческие операции:* информация о прибытии груза, оформление документов по приему, выдаче, хранению, перевозке, выгрузке грузов; подготовка договоров, актово-розыскная работа, рассмотрение претензий.

По назначению порты можно подразделить на транспортные, военные, промысловые и порты-убежища.

По значению для экономики страны основным классификационным признаком порта являются размеры выполняемой портом работы.

По географическому положению различают порты:

- русловые, вся акватория которых и причальный фронт находятся непосредственно в русле реки;
- внерусловые или затонные, в которых акватория и причальный фронт находятся в естественном затоне или в искусственном ковше.

Водохранилищные порты располагаются в верхних бьефах водохранилищ. Волны во время шторма могут достигать на этих участках значитель-



Акватория порта состоит из рейдов – площадей водной поверхности, отведенных для выполнения судами определенных операций.

Площадь акватории, ограниченная окружностью, служащая для разворота судов, носит название навигационного рейда.

В портах, в некоторых случаях, суда перегружаются на акватории, для чего на ней выделяется особый участок, называемый перегрузочным рейдом. Здесь при помощи плавучих перегрузочных машин грузы из крупных судов перегружаются в малые суда или наоборот.

Полоса водной площади у причалов, где стоят суда при производстве перегрузочных операций, называется причальным рейдом.

Состав акватории порта на внутренних водных путях сложнее, чем у морского порта, что объясняется спецификой перевозок, осуществляемых как самоходными, так и несамоходными судами. Составы несамоходных судов, как правило, не могут быть поданы сразу к причалам, поэтому для размещения прибывающих составов на акватории выделяют сортировочный рейд.

В портах, расположенных на стыке участков реки с разными гарантированными глубинами, часть судов может перегружаться на акватории – на перегрузочном (оперативном) рейде. В некоторых случаях крупные суда выгружаются не полностью, а лишь паузятся, то есть частично освобождаются от груза для того, чтобы их осадка уменьшилась до величины, позволяющей дальнейшее движение судов по участку с малыми глубинами.

В портах с незначительными размерами грузооборота (например, в портах Республики Беларусь) деление акватории на рейды – условное.

Все устройства и сооружения в порту можно разделить на гидротехнические, перегрузочные, складские, транспортные, административно-бытовые и специальные.

Гидротехнические портовые устройства обеспечивают непосредственную связь причала и судов, эффективную и долговечную работу всех взаимодействующих узлов. В их состав входят причальные, отбойные, швартовые, оградительные и берегозащитные устройства.

Перегрузочные устройства обеспечивают выполнение грузовых операций на причале и на плаву (на оперативном рейде) и разделяются на береговые и плав-средства, которые обеспечивают соответственно грузовые операции по схемам «судно – вагон», «судно – склад» и «судно – судно».

Складские устройства можно разделить по назначению (открытые площадки, крытые склады), характеру и времени использования (временные, сезонные, постоянные), характеру складирования (одноэтажные и многоярусные), месту расположения (прикордонные и тыловые).

Транспортные устройства обеспечивают перемещение грузов в зоне порта (внутренний транспорт: автомобили, тележки, электрокары) и за пределами портовых сооружений (внешний транспорт: автомобильный, железнодорожный, речной, морской, трубопроводный, специальный).

Помимо перечисленных устройств немаловажное значение имеют административно-бытовые и специальные портовые устройства.

Под портовыми гидротехническими сооружениями понимаются устройства и оборудование, предназначенные для улучшения использования водных путей, безопасной организации портовых работ и обеспечения сохранности портово-пристанского хозяйства.

К гидротехническим устройствам порта относятся причальные, отбойные, швартовные, берегоукрепительные и оградительные сооружения.

Причальными сооружениями называются гидротехнические сооружения, являющиеся основным элементом причала и предназначенные для швартовки и стоянки судов при производстве перегрузочных операций, посадки-высадки пассажиров, снабжения флота.

Для выполнения перегрузочных работ в речных портах применяются различные типы перегрузочных машин. Их многообразие определяется широкой номенклатурой грузов и направлением грузопотоков (отправление или прибытие), различными типами обрабатываемых судов, вагонов и автомобилей, местом выполнения перегрузочных работ – у береговых или плавучих причалов и другими факторами.

Портовые перегрузочные машины можно классифицировать по двум основным признакам: принципу действия и назначению. По принципу действия применяемые в портах перегрузочные машины делятся на две группы: периодического (циклического) и непрерывного действия.

*Машины периодического действия* перемещают груз отдельными партиями, выполняя несколько последовательных операций: захват, подъем и перемещение груза; его опускание и освобождение от захватного устройства; подъем, перемещение и опускание захватного устройства для приема очередной партии груза. Работа такой машины состоит из повторяющихся циклов.

*Машины непрерывного действия* перемещают груз непрерывным потоком без остановок для захвата и освобождения. Они могут перемещать грузы на значительное расстояние в горизонтальном, наклонном и вертикальном направлениях. При этом скорости перемещения обычно выше, чем у машин периодического действия, разгрузка производится в заданной точке.

По назначению и условиям выполнения перегрузочных работ портовые перегрузочные машины подразделяются на основные и вспомогательные.

*Основные* машины устанавливаются на кордоне причала. С их помощью перемещают грузы непосредственно из судов на берег или в обратном направлении. В качестве основных машин периодического действия в речных портах используют стреловые поворотные краны (портальные, полупортальные, плавучие, башенные). К этой группе относят также самоходные краны на гусеничном, железнодорожном ходу и на автомобильном шасси. В качестве основных перегрузочных машин непрерывного действия в речных портах применяют землесосные и черпаковые снаряды для русловой добычи и погрузки в суда, гидрперегрузжатели для выгрузки этих грузов на

берег; пневматические перегружатели для перегрузки зерна и пылевидных грузов; конвейерные машины для погрузки навалочных грузов в суда; роторно-конвейерные и другие перегружатели для выгрузки из судов навалочных грузов.

*Вспомогательные машины* используют для выполнения трюмных, складских и вагонных операций. При перегрузке тарно-штучных грузов в качестве вспомогательных машин используют электро- и автопогрузчики с комплектами сменных захватных устройств. При выгрузке навалочных грузов из судов вспомогательные машины используют для подгребания и зачистки трюма от остатков груза, для образования штабелей груза на тыловых площадках, погрузки его в вагоны и автомобили. В качестве трюмных вспомогательных машин используют малогабаритные бульдозеры, в качестве складских – различные типы кранов, бульдозеры, отвалообразователи, экскаваторы.

Портовые склады классифицируют по признакам (рисунок 5.46):

– назначению – на универсальные и специализированные. *Универсальный* склад предназначен для хранения различных грузов, *специализированный* – для хранения определенного груза (зерна, лесоматериалов, цемента, угля и т. д).

– условиям хранения грузов – *закрытые, открытые и навесы*;

– срокам хранения грузов – оперативные (транзитные) и длительного хранения – базисные. *Оперативные* (транзитные) склады обеспечивают краткосрочное хранение груза. Сроки хранения грузов в транзитных складах ограничиваются двумя–тремя сутками в зависимости от рода груза. Эти склады располагаются в непосредственной близости от причалов рядом с прикордонными железнодорожными путями. *Базисные* склады обеспечивают накопление и длительное хранение грузов. Сроки хранения грузов в базисных складах могут достигать двух и более месяцев.

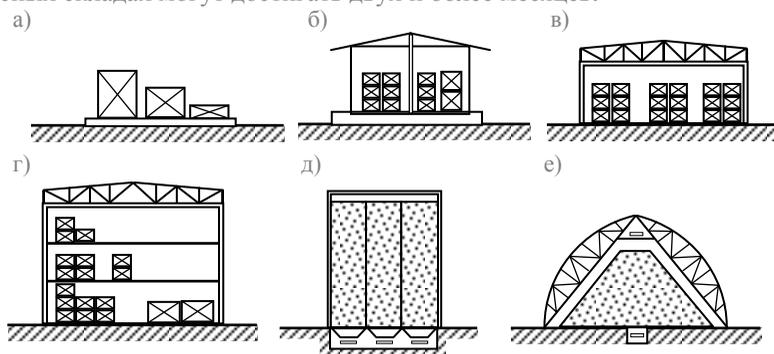


Рисунок 5.46 – Схемы портовых складов:

а – открытая площадка; б – навес; в–е – крытые склады:

в – одноэтажный; з – многоэтажный; д – силосный; е – шатровый

Помимо грузовых складов порты располагают вспомогательными складами материально-технического снабжения, горюче-смазочных материалов, топливными и др.

*Ремонт и модернизацию флота* осуществляют судостроительно-судоремонтные, судоремонтно-механические и судоремонтные заводы; судоремонтные мастерские; ремонтно-эксплуатационные базы флота; отстойно-ремонтные пункты; подсобные предприятия (мастерские портов, агентств и пристаней, технических участков пути или районов гидросооружений).

*Производственные процессы* на судостроительных и судоремонтных предприятиях (ССРЗ) весьма многочисленны и разнообразны, однако их можно классифицировать по различным признакам. По отношению к производству конечной профильной предприятию продукции (суда, их элементы, прочая продукция) все производственные процессы можно разделить на три группы (рисунок 5.47):

- основные (изготовление или ремонт конечной продукции);
- вспомогательные (изготовление инструмента, приспособлений и оснастки, ремонт технологического оборудования);
- обслуживающие (транспортные, грузоподъемные и складские операции, обеспечение всеми видами энергии).

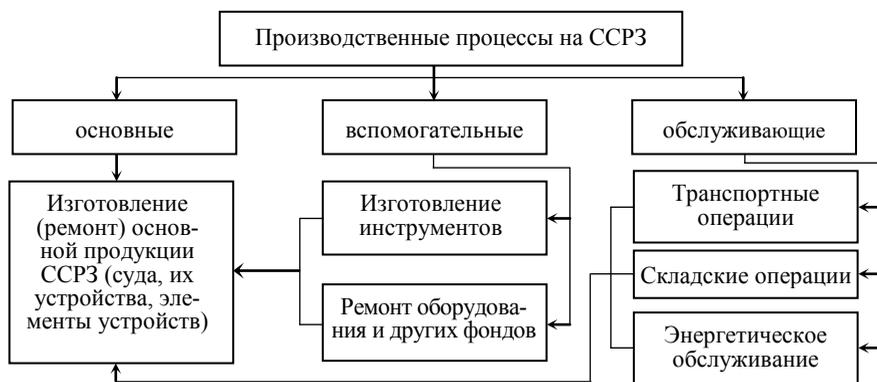


Рисунок 5.47 – Классификация производственных процессов на ССРЗ

Основные производственные процессы по стадиям изготовления продукции подразделяются также на три группы (рисунок 5.48):

- заготовительные (первичная обработка сырья и материалов для получения различных заготовок);

- обрабатывающие – непосредственная обработка материала для получения деталей согласно рабочим чертежам на изготовление или ремонт продукции;
- сборочно-монтажные – сборка узлов, конструкций, готовых изделий, их отделка и испытания.

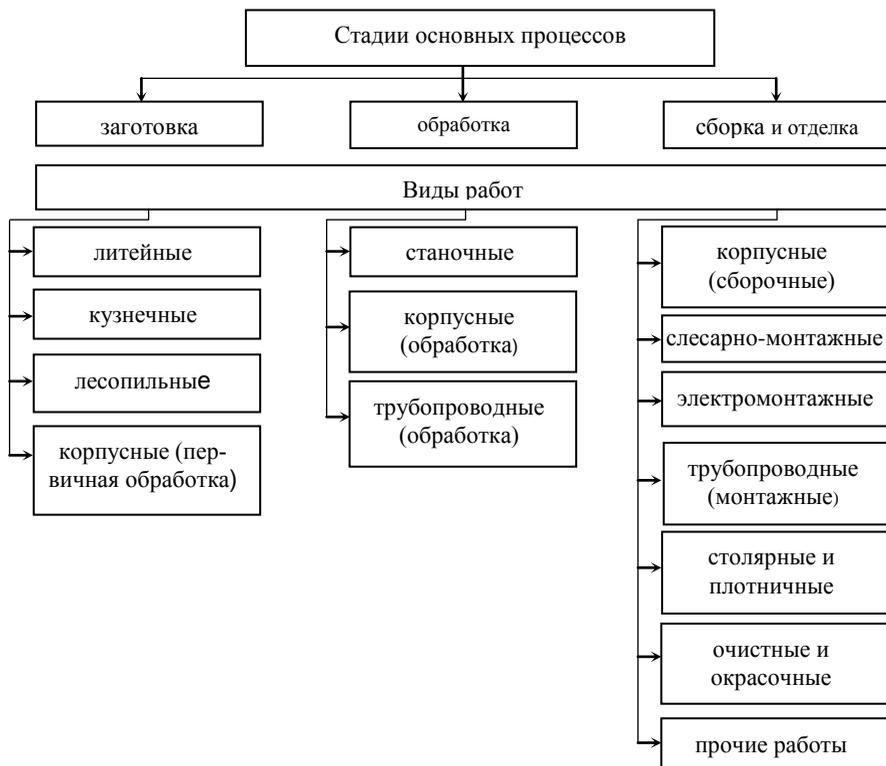


Рисунок 5.48 – Структура основных процессов и видов работ судоремонтных и судостроительных предприятий

Наличие в структуре конкретного ССРЗ цехов или участков определяется масштабом предприятия и уровнем развития технологической специализации.

## 5.4 Воздушные пути сообщения

Инфраструктура воздушного транспорта включает совокупность всех отраслей и предприятий воздушного транспорта, выполняющих перевозки и обеспечивающих их выполнение и обслуживание транспортных средств и пассажиров. Она представлена воздушными линиями и воздушными трассами, аэропортами и аэродромами, подразделениями пассажирского сервиса, предприятиями по технической эксплуатации воздушных судов.

**Воздушной линией** называется утвержденный постоянный маршрут регулярных полетов транспортных воздушных судов (самолетов и вертолетов) между двумя или несколькими населенными пунктами с аэродромами, аэропортами и необходимым наземным оборудованием. Земная поверхность, над которой проходит воздушная линия, является *трассой* этой линии. Ширина трассы воздушной линии – 30 км (по 15 км на каждую сторону от линии пути). Воздушные линии и их трассы делятся на отдельные участки, называемые *перегонами*. Раздельными пунктами воздушной линии являются аэродромы и аэропорты. Воздушные линии делятся на международные и местные.

Международные воздушные линии – авиалинии, связывающие международные аэропорты друг с другом. Управление полётами авиации на международных воздушных линиях осуществляется международными диспетчерскими центрами управления на воздушном транспорте.

Местные воздушные линии – региональные авиалинии, связывающие областные центры друг с другом, а также с районными центрами и отдалёнными населенными пунктами в радиусе до 500–1000 км. Управление полётами авиации на региональных воздушных линиях осуществляет местный диспетчерский пункт. С точки зрения управления воздушным движением местные воздушные линии делятся на две категории:

1) предназначенные для полётов самолётов 3-го класса (взлётная масса от 10 до 30 т – Ан-24, Ан-26, Ан-72, Ан-140, Як-40 и т. п.) в диапазоне высот 1500–6000 м со скоростями 300–600 км/ч по правилам полёта по приборам (ППП), с радиолокационным контролем; линии 1-й категории оборудованы радиомаяками и соединяют аэродромы 3-го класса (длина ВПП 1200–1800 м);

2) предназначенные для полётов самолётов 4-го класса (взлётная масса менее 10 т – Ан-2, Ан-3Т, Ан-28, Ан-38, Л-410, М-101Т и т. п.) в диапазоне высот 100–1500 м со скоростями 150–300 км/ч по правилам визуального полёта (ПВП), без радиолокационного контроля; МВЛ 2-й категории соединяют аэродромы 4-го класса (длина ВПП 600–1200 м), а в ряде случаев и посадочные площадки (длина ВПП 200–500 м).

**Аэродром** – комплекс сооружений, оборудования и земельный участок с воздушным пространством, предназначенный для взлёта, посадки, размещения и обслуживания самолётов. По своему назначению они классифицируются на две основные группы – гражданские и военные, по эксплуатационному назначению – обеспечивающие размещение и регулярные полёты транспортной авиации по воздушным трассам; специальному назначению – заводские, учебные, клубно-спортивные, сельскохозяйственной, лесной, санитарной авиации, комбинированные и др.; характеру использования – постоянные (оборудованные для регулярной эксплуатации) и временные.

В зависимости от типа эксплуатируемых самолётов, размеров территории, несущей способности аэродромных покрытий и других характеристик аэродромы делятся на классы с искусственными покрытиями, грунтовые, гидроаэродромы, снежные и ледовые.

Инфраструктура аэродромов включает две основные части: 1) собственно территорию аэродрома (лётную зону); 2) примыкающее к ней воздушное пространство – аэроторию.

Лётная зона – главная часть аэродрома. Она включает лётное поле, боковые и концевые полосы безопасности и воздушные подходы. *Лётное поле* представляет собой участок аэродрома, на котором расположены одна или несколько лётных полос, рулёжные дорожки, места стоянки самолётов. *Лётная полоса* – специально подготовленный и оборудованный участок земли, обеспечивающий взлёт и посадку самолётов в двух взаимно противоположных направлениях. Схема однополосного летного поля показана на рисунке 5.49. При территориальных ограничениях взлетно-посадочные полосы устраивают на насыпном грунте в море (рисунок 5.50).



Рисунок 5.49 – Однополосный аэродром



Рисунок 5.50 – Размещение взлетно-посадочной полосы на намывном грунте

Длина лётных полос в зависимости от класса аэродрома бывает от 1000 до 5000 м, ширина – от 200 до 360 м. Лётные полосы наибольшей длины, как правило, располагаются в направлении преобладающих ветров и эксплуатируются более интенсивно; они называются главными, остальные – вспомогательными. На лётной полосе выделяется рабочая площадь, в пределах которой устраивается взлётно-посадочная полоса с искусственным покрытием, радио- и светосигнальным оборудованием, обеспечивающими круглосуточную и круглогодичную работу авиации. К лётным полосам примыкают *концевые полосы безопасности* – спланированные участки земли, используемые для предотвращения опасности аварии в случаях выкатывания самолёта за пределы лётной полосы при преждевременной посадке или прерванном взлёте. Вдоль лётных полос предусматриваются *боковые полосы безопасности* для движения самолётов по грунту в случае возможных их отклонений за пределы рабочей площади при пробеге. *Рулёжные дорожки* – пути для руления и буксировки самолётов, соединяющие между собой отдельные элементы аэродромов и служебную зону. Рулёжные дорожки подразделяются на основные (магистральные и соединительные) и вспомогательные.

Важнейший элемент аэродрома – *воздушные подходы* – воздушное пространство, примыкающее к концам лётной полосы в направлении взлётов и посадок самолётов. Для обеспечения самолётам точности захода на посадку по приборам используют системы радиомаяков (курсовых, глиссадных, маркерных и др.). Конечный этап посадки самолётов осуществляется с помощью системы огней высокой интенсивности. Огни приближения устанавливают на продолжении оси взлётно-посадочных полос на расстоянии около 1000 м от её торца. Поперёк линии огней приближения располагают 5 или 6 световых горизонтов (на расстоянии 150 м друг от друга). Вдоль взлётно-посадочных полос размещают осевые огни. Для посадки самолётов в особо сложных метеорологических условиях на крайних участках взлётно-посадочных полос устанавливают огни зоны приземления (т. н. световой ковёр). Управление воздушным движением осуществляется при помощи средств радиолокационного контроля, воздушной и наземной связи.

Международная классификация аэродромов. В соответствии с руководящими документами ИКАО классификация аэродромов осуществляется по кодовому обозначению. Кодовое обозначение состоит из двух элементов. Элемент 1 является номером, основанным на длине лётной полосы, а элемент 2 является буквой, соответствующей размаху крыла самолёта и расстоянию между внешними колесами основного шасси в соответствии с таблицей 5.2.

Таблица 5.2 – Международная классификация аэродромов по кодовым элементам

Кодовый элемент 1		Кодовый элемент 2		
Кодовый номер	Длина ВВП, м	Кодовая буква	Размах крыла, м	Колея основного шасси
1	< 800	A	< 15	< 4,5
2	800–1200	B	15–24	4,5–6,0
3	1200–1800	C	24–36	6,0–9,0
4	> 1800	D	36–52	9,0–14,0
		E	52–60	9,0–14,0

Например, самолет Ил-62М с расчетной длиной взлета при стандартных атмосферных условиях 3 280 м, размахом крыла 43,2 м и расстоянием между внешними колесами основного шасси 8,0 м по международной классификации соответствует аэродрому 4D.

**Аэропорт** – комплекс сооружений, предназначенный для приёма, отправки, базирования воздушных судов и обслуживания воздушных перевозок, имеющий для этих целей аэродром, аэровокзал, один или несколько грузовых терминалов и другие наземные сооружения и необходимое оборудование. По своему назначению различают аэропорты международные, местных авиалиний, узловые.

*Международный* аэропорт открыт для приёма и отправки воздушных судов, выполняющих международные воздушные перевозки. В нём осуществляется пограничный и таможенный контроль. Современные международные аэропорты имеют многофункциональный характер и в основном интегрированы в международную сеть авиаперевозок.

Аэропорты *местных воздушных линий* располагаются на аэродромах 3-го или 4-го класса с искусственными или грунтовыми взлетно-посадочными полосами. Помимо обслуживания пассажирских и грузовых рейсов важной задачей аэропортов данной категории является координация авиационных работ в своём районе: базирование или ночёвки воздушных судов; заправка воздушных судов; передача экипажам воздушных судов метеорологической информации и указаний органов управления воздушным движением; обмен радиogramмами и телеграммами с соседними аэропортами.

*Узловые* аэропорты предназначены для комплексного обслуживания авиапассажиров, прилетающих из периферийных аэропортов и собирающихся в узловом аэропорте приблизительно в одно и то же время для дальнейшего продолжения полетов на самолетах более высокого класса. В течение небольшого промежутка времени (около полутора часов) самолеты находятся на стоянках и обслуживаются, а пассажиры пересаживаются на те

лайнеры, которые доставят их в конечные пункты путешествий. После отправления этих самолетов по своим маршрутам начинается следующий цикл приема и отправки пассажиров. Так, до создания системы узловых аэропортов в США на внутренних маршрутах протяженностью от 4000 до 5000 км использовались дальние магистральные самолеты, вмещавшие от 250 до 400 пассажиров и выполнявшие один или два рейса в день. После внедрения системы узловых аэропортов эти беспосадочные маршруты стали неконкурентоспособными, и их заменили рейсы среднемагистральных самолетов, вмещавших от 150 до 200 пассажиров, которые совершали от восьми до двенадцати вылетов в день в соответствии с согласованным расписанием полетов. Сегодня узловыми аэропортами пользуются граждане Европы при выполнении межконтинентальных авиаперелетов.

Аэропорты различают также по следующим признакам: 1) *ведомственной принадлежности* – военные, гражданские; 2) *специализации* – коммерческие, некоммерческие; 3) *формам собственности* – государственные, частные; 4) *типам обслуживаемых самолетов*; 5) *регулярности авиаперевозок* – по расписанию или чартеры; 6) *наличию таможни*, служб иммиграции и других видов инспекции, необходимых для обслуживания международных авиаперевозок; 7) *наличию средств и сооружений* для обработки, хранения и отправки грузов.

Важным классификационным признаком является также *объем пассажирских перевозок* в аэропорту. За основу классификации принимается годовой объем пассажирских перевозок (годовая интенсивность движения пассажиров), т. е. суммарное количество всех прилетающих и вылетающих в течение года пассажиров, включая пассажиров транзитных рейсов. В зависимости от годового объема пассажирских перевозок аэропорты делятся на пять классов (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Классификация аэропортов

Класс аэропорта	Годовой объем пассажирских перевозок, тыс. чел.	Доля интенсивности движения, %, в годовой интенсивности самолетов групп				Годовая интенсивность движения самолетов, тыс. взлетов и посадок
		I	II	III	IV	
I	7000–10000	10–15	60–65	30–20	–	70–87
II	4000–7000	5–10	60–75	35–15	–	45–70
III	2000–4000	–	30–45	45–40	25–15	36–57
IV	500–2000	–	0–15	50–55	50–30	20–50
V	100–500	–	–	45–50	55–50	5–20

Аэропорты с годовым объемом пассажирских перевозок более 10 млн человек относят к внеклассным аэропортам, а с годовым объемом перевозок менее 100 тысяч человек – к неклассифицированным.

Управление полетами воздушных судов в зоне действия аэропорта выполняется из местного диспетчерского центра (рисунок 5.51), который устраивается всегда в районе прямой видимости взлетно-посадочных полос.

**Аэровокзал** – здание для обслуживания пассажиров воздушного транспорта и операций с багажом, обычно в аэропортах. Современные аэровокзалы имеют хороший внешний дизайн (рисунок 5.52). Это место, где базируются большинство служб, обслуживающих пассажиров от момента входа на территорию аэропорта до вылета и от момента подачи трапа к самолёту до покидания аэропорта: 1) представительства авиакомпаний; 2) служба организации пассажирских перевозок; 3) службы безопасности; 4) багажная служба; службы пограничного, иммиграционного и таможенного контроля; 5) различные организации и предприятия, обеспечивающие отдых, развлечения пассажиров и т. п.: рестораны и кафе, точки торговли периодически изданиями и сувенирами, магазины (в т. ч. *Duty Free*), и т. д. Внутренний интерьер аэровокзала показан на рисунке 5.53.



Рисунок 5.51 – Диспетчерский центр управления полетами в зоне аэропорта



Рисунок 5.52 – Современный аэровокзал



Рисунок 5.53 – Внутренний дизайн аэровокзала

Традиционно при проектировании аэровокзала предусматривают разделение пассажиропотоков на зоны отлета и прилета. Причем обе зоны имеют разное функциональное назначение и, естественно, они по-разному оборудованы. Так, в зонах прилета предусматривается минимальная продолжительность нахождения пассажиров в аэровокзале. В зонах вылета предусматривается максимум удобств, рассчитанных на длительное пребывание пассажиров в здании аэровокзала, что связано с метеусловиями, периодичностью полетов воздушных судов. Все зоны для удобства пассажиров крупнейших аэровокзалов мира разбиты на *секторы* (рисунок 5.54). Организуются также зоны стационарного *быстрого питания* пассажиров, оборудованные с учетом современных требований (рисунок 5.55).



Рисунок 5.54 – Зоны оформления пассажиров на отправление



Рисунок 5.55 – Зоны питания пассажиров в аэропорту

Каждый аэропорт характеризуется пропускной способностью. При её расчете определяется максимальное число обслуживаемых самолетов в течение одного часа, используются методы теории очередей и исследуется последовательность очередей, движение которых определяется числом обслуживающих центров (ВПП) и характеристиками предоставляемых услуг. Простой аналогией этой модели является очередь за авиабилетами, в которой каждая сделка занимает конечный промежуток времени. Количество билетов, продаваемых за фиксированное время, можно увеличить, либо создавая больше очередей (количества кассиров), либо сокращая время обслуживания клиента. Точно так же пропускную способность аэропорта можно повысить, увеличивая число ВПП или сокращая время, необходимое для взлета или посадки одного самолета, путем улучшения работы службы управления воздушным движением. Для определения пропускной способности аэропорта используются методы математического моделирования на ЭВМ. В математической модели работы аэропорта каждый самолет движется в очереди в соответствии с некоторым сводом правил предоставления стандартных услуг, определяющих скорость движения очереди. Подобно продаже билетов, число самолетов, ожидающих своей очереди, зависит как от запланированных операций, так и от случайных обстоятельств. Правила обслуживания (и, следовательно, время обслуживания) каждого самолета

сложным образом зависят также от правил управления воздушным движением, относящихся как к устройству аэропорта, так и к самолетам. Расчет пропускной способности аэропорта выполняется на компьютерах с помощью специальных математических моделей, которые могут отражать взаимодействия закономерных и случайных влияний, существующих в реальной работе аэропорта. Используя эти модели, аналитик может оценить с высокой точностью пропускную способность аэропорта. При недостаточной пропускной способности аэропорта возникают задержки в обслуживании самолетов. Анализ задержек с помощью математических моделей осложняется тем обстоятельством, что время задержки является нелинейной функцией ряда параметров, и малые изменения (например, вследствие ошибок или погрешностей) параметров могут вызвать большие (и, возможно, ошибочные) изменения вычисленных значений времени задержки. Соблюдение правил технической эксплуатации ВПП обеспечивает безопасный интервал между самолетами при неблагоприятных метеорологических условиях и уменьшает опасность попадания самолета в зону сильной турбулентности в следе за пролетевшим ранее более тяжелым самолетом. Эти правила устанавливают предельно допустимые интервалы между последовательными взлетами и посадками, осуществляемыми на одной и той же ВПП, и регулируют движение самолетов на пересекающихся ВПП, а также содержат другие требования, гарантирующие безопасность полетов. Так как с ухудшением видимости допустимые нормы становятся все более жесткими, пропускные способности аэропортов с использованием автоматизированных систем взлета и посадки или только визуальных ориентиров могут сильно различаться. Например, пропускная способность большинства аэропортов США составляет 120 операций взлета и посадки в час при ясной погоде и снижается до 42 операций в час в условиях плохой видимости (в расчете на одну ВПП). Аэропорты в других странах имеют более низкую пропускную способность (50 и 30 операций соответственно) вследствие более жестких норм и правил управления воздушным движением.

В целях обеспечения безопасности авиапассажиров устанавливаются полномочия и ответственность в аэропортах. Во всем мире в большинстве аэропортов эти функции осуществляются с помощью согласованных мероприятий, проводимых различными службами. Руководство аэропорта несет ответственность за территорию и помещения аэропорта. Оно создает условия для безопасного взлета и посадки самолетов (это, например, расчистка ВПП от снега или других помех, содержание аварийных команд и команд скорой помощи, освещение), обеспечивает содержание самолетов на стоянках, контролирует проход пассажиров и других лиц на территорию аэродрома, занимается обслуживанием зданий и автодорог, освещением и разметкой ВПП, рулежных дорожек и улаживает проблемы с клиентами и общественностью. В зданиях аэровокзалов работники авиакомпаний осуществляют регистрацию авиабилетов, прием и выдачу багажа, обслуживают пассажиров в залах ожидания и контролируют их перемещение. Авиаком-

пании отвечают также за техническое соответствие своих самолетов нормам безопасности, соблюдение норм технического обслуживания и эксплуатации самолетов, оплату расходов, квалификацию инженерного персонала и экипажей самолетов и взаимодействие с диспетчерскими службами страны. Такие службы обеспечивают также работу навигационных устройств (в том числе автоматизированных систем посадки, используемых в условиях плохой видимости), систем управления воздушным движением, радиосвязь с самолетами и метеорологическое обслуживание авиарейсов. В современных условиях всё больше внимания уделяется безопасности полетов, связанной с поведением пассажиров, проявлением фактов терроризма. Для этого во всех аэропортах проводится предполетный контроль авиапассажиров, для которого используются современные технические устройства (рисунки 5.56 и 5.57).



Рисунок 5.56 – Установки ускоренно-предполетного контроля авиапассажиров



Рисунок 5.57 – Предполетный углубленный контроль авиапассажиров

Одним из элементов транспортной инфраструктуры являются **транспортные коммуникации**, обеспечивающие доставку авиапассажиров в аэропорт и обратно. Они включают пригородные поезда на специальных линиях, поезда дальнего сообщения, автобусы, такси.

Пригородные поезда имеют специализацию доставки пассажиров от центрального железнодорожного или автобусного вокзалов в аэропорт. Продолжительность их следования из аэропорта в центр города и на вокзал – около 30 мин, частота следования поездов – 4 до 15 мин. Поезда ходят с 5:00 до полуночи. Стоимость поездки в любой пункт центра города равняется обычно 0,3 величины стоимости проезда на такси.

Поезда производят посадку и высадку пассажиров только на начальной и конечной станциях. В частности, в России используются *поезда-аэроэкспрессы*, связывающие Москву с аэропортами московского авиаузла. Оператором аэроэкспресса и владельцем товарного знака является ООО «Аэроэкспресс» (рисунок 5.58). Такие поезда внутри вагонов оборудованы специальными полками для багажа авиапассажиров (рисунок 5.59). На линиях аэроэкспресса во Внуково и Шереметьево используются специальные *электропоезда*

да. Для вывоза пассажиров в Национальный аэропорт Минск используется также специальный поезд.



Рисунок 5.58 – Аэроэкспресс Московского узла



Рисунок 5.59 – Специально оборудованные полки для багажа

В большинстве стран мира для обеспечения подвоза авиапассажиров на расстояние более 250 км используются поезда дальнего сообщения. Для такого варианта также подходит и Республика Беларусь, имеющая отдаленность международного аэропорта от основных авиа- и пассажирообразующих населенных пунктов страны 250–350 км и прямое железнодорожное сообщение между областными центрами и аэропортом. В международных аэропортах Парижа станция магистральных поездов *Aéroport Charles de Gaulle 2-TGV* расположена между корпусами терминала 2. Доступ осуществляется с помощью автобусов-шаттлов, работающих между поездами и бортами воздушных судов. С аэровокзала отправляются высокоскоростные поезда *TGV* ( $v = 345 \dots 400$  км/ч) во все крупнейшие города Франции, а также в Брюссель, Гамбург, Мюнхен. Частота движения поездов по основным направлениям – один рейс в 1–2 ч.

Автобусы из аэропорта следуют по специально выделенным линиям. Используются как *обычные городские* (повышенной вместимости), так и *специальные* (рисунок 5.60) автобусы. Движение осуществляется круглосуточно: в дневное время с интервалом 20–30 мин, в ночное – 1–2 ч. Продолжительность такой поездки в среднем не превышает 1 ч. При этом стоимость проезда такая же, как и у пригородных ускоренных поездов.



Рисунок 5.60 – Специализированный автобус по доставке авиапассажиров

## 5.5 Коммуникации городского общественного пассажирского транспорта

Инфраструктура городского общественного пассажирского транспорта включает совокупность всех отраслей и предприятий транспорта, как выполняющих перевозки, так и обеспечивающих их выполнение и обслуживание:

- линейные транспортные коммуникации: транспортно-уличная сеть (для автобусного и троллейбусного сообщения); линии рельсовых путей (трамвай и метро), контактной сети (трамвай, троллейбус), монорельсовой дороги, разворотные эстакады пересадочных узлов на разных видах транспорта;

- остановочные посадочные пункты: для автобусного и троллейбусного сообщения, метро, монорельса, скоростного трамвая.

**Линейные транспортные коммуникации для городского общественного пассажирского транспорта** предусматривают наличие уличной сети,



Рисунок 5.60 – Специальные полосы для движения общественного транспорта

соответствующей по параметрам габарита подвижного состава и требованиям безопасности движения автобусов и троллейбусов. В целях исключения пробок (автобусов и трамваев) выделяются при интенсивности их движения более 50 в час специальные полосы на автодороге (рисунок 5.60). Для других видов транспорта движение по данным полосам запрещено. Для троллейбусного транспорта предусматривается контактная сеть. Сложным элементом троллейбусной контактной сети

являются *воздушные стрелки*. В троллейбусных системах стран бывшего СССР применяется управление по току. Если троллейбусу необходимо проследовать направо, то водитель проходит стрелку с выключенной силовой цепью. При этом через катушки стрелки течёт небольшой ток, перья стрелки остаются в исходном положении. При левом повороте водителю следует проходить стрелку с включённой силовой цепью (рисунок 5.61). В результате создаётся электрическая цепь: контактный провод (положительный) – левая катушка стрелки – левая штанга – активное сопротивление – правая штанга – правая катушка стрелки – контактный провод (отрицательный). При этом срабатывают обе электромагнитные электромагнитные катушки и переводят перья стрелки для направления движения. В таком положении они удерживаются до тех пор, пока башмаки обеих штанг не пройдут стрелку. Цепь раз-

рывается, катушки обесточиваются, и перья стрелки под действием пружин возвращаются в положение для движения в правом направлении.

На *трамвайных путях* также используются стрелки с целью изменения направления следования трамвайных поездов. Достигается это благодаря действию специальных парных клиньев – перьев стрелки, которые отжимают реборды колес и направляют их в нужном направлении. Ручное регулирование стрелочного перевода – тяжелый, малопроизводительный и при интенсивном уличном движении до некоторой степени опасный труд. В настоящее время на трамвайных путях перевод направления движения трамвайных поездов выполняется автоматически. Стрелка имеет электрифицированную систему управления с электромагнитным приводом (рисунок 5.62). В стрелочной коробке находятся два соленоида. Они имеют фактически двойной сердечник, соединённый с тягой, которая, в свою очередь, соединена с перьями стрелки. Работает система управления стрелкой от контактной сети трамвая напряжением 600 В.

В пересадочных узлах с использованием нескольких видов транспорта делают разворотные эстакады (рисунок 5.63). Функционально встречаются разворотные эстакады, используемые для разворота городского транспорта у терминалов других видов транспорта, а также для разворота общественного пассажирского и частного транспорта при его выезде на автомагистралу. Они часто являются элементами других транспортных сооружений: рампы, речных мостов, многоуровневых подъездных путей к

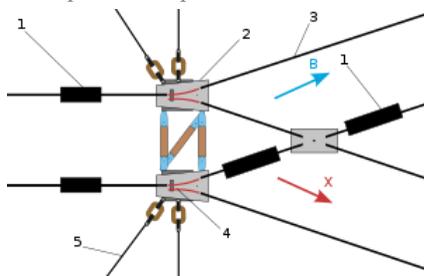


Рисунок 5.61 – Схема троллейбусной стрелки:

1 – секционный изолятор; 2 – плита; 3 – контактный провод; 4 – подвижные перья; 5 – анкерный трос; Х – направление движения с включённым двигателем; В – направление при



Рисунок 5.62 – Стрелки на трамвайных путях



Рисунок 5.63 – Разворотная эстакада

зданиям (к терминалу железнодорожного вокзала или международного аэропорта, многоуровневой парковке) и т. п.

Более сложным инженерным сооружением является переводной механизм на монорельсовой городской железной дороге (рисунок 5.64, а). Это связано с подвесным характером конструкции монорельсовой дороги и высокими скоростями движения на ней транспортных средств. Сложную конструкцию представляет также путевое полотно монорельсовой дороги (рисунок 5.64, б), которое при его строительстве требует высоких затрат. Монорельсовый транспорт используется в крупнейших городах мира с населением, превышающим 12–14 млн жителей.

а)



б)



Рисунок 5.64 – Дорожное полотно монорельсовой дороги:  
а – с ездой понизу; б – с ездой поверху

Вторым сложным элементов общественного городского транспорта является **пункт посадки и высадки пассажиров**. Городской транспорт имеет небольшой интервал движения (4–6 мин). Это создает условия для концентрации транспортных единиц на небольшом участке магистралей, а также имеет место большая концентрация пассажиров на небольшом участке местности.

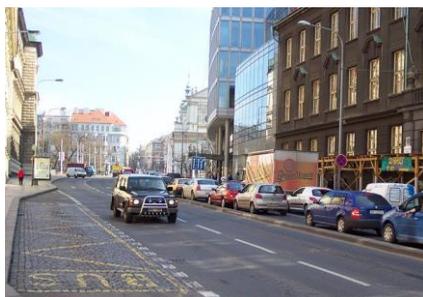


Рисунок 5.65 – Выделение специальной площадки для остановки автобусов

Рассматриваются варианты устройства остановочных пунктов:

- остановки для каждого вида транспорта *раздельно* (в ряде случаев с турникетами для организации и проверки оплаты проезда). Для автобусов на проезжей части наносится специальная разметка (рисунок 5.65). Остановка и стоянка других видов транспорта на таких площадках запрещены;

– *совмещение* остановки для двух (обычно троллейбусного и автобусного) видов транспорта;

– остановки для *рельсового транспорта*, отличающиеся от других: для трамваев – на конечных пунктах устраиваются пересадочные узлы; фуникулеров – это промежуточные станции, совмещенные с разъездами; в метро – это станции, находящиеся под землей; для монорельсовых дорог – станции, размещенные высоко над землей (рисунок 5.66).



Рисунок 5.66 – Схемы размещения посадочных пунктов на линиях общественного городского транспорта: а – трамвай; б – фуникулер; в – метро; г – монорельсовая дорога

Пропускная способность коммуникаций инфраструктуры городского общественного пассажирского транспорта оценивается по двум параметрам: линейные участки – по количеству пропускаемых транспортных единиц в час; станционные сооружения – по количеству пассажиров, воспользовавшихся данной станцией или остановкой (суммарно вошедших и вышедших из подвижного состава).

Крупнейшие системы общественного пассажирского транспорта в городах мира, опыт которых может быть использован в городах Республики Беларусь:

– Шанхай. Передвижение по городу, несмотря на его большую площадь, облегчено для его жителей по ряду причин. Во-первых, в Шанхае достаточно продуманная система общественного транспорта, предусматривающая более тысячи различных автобусных маршрутов, тринадцать линий метро. Во-вторых, отправляясь в Шанхай, очень просто продумать маршрут благодаря стабильной работе сразу двух аэропортов, местного и международного, трех железнодорожных линий и скоростных автомагистралей. В городе действует первая в мире железнодорожная линия на магнитной подвеске: скоростные поезда перевозят пассажиров из города в международный аэропорт Пудун с рекордной скоростью, достигающей 430 км/ч;

– Токио. Система общественного транспорта весьма развита и эффективна. Главный транспорт в Токио – метро. Формально метро здесь называют только 12 линий, проходящих в самом центре города. Однако, во-первых, не все они целиком находятся под землей, во-вторых, многие железнодорожные линии метро, формально не называющиеся так (это городская электричка), проходят также через центр города по подземным туннелям и с подземными станциями, иногда используя те же самые станции и туннели, что и метро. Используются также и автобусы, и троллейбусы (США). Они принадлежат разным компаниям и обычно ходят только на очень локальные расстояния, буквально от одной станции метро до другой. При этом цена билета в них обычно фиксированная, равная 2,2 \$ независимо от длины пути (в метро 10 \$). В общем, после метро этот транспорт чисто «факультативный» и не получил широкого распространения;

– Париж. Парижский метрополитен состоит из 16 линий (14 полных и 2 дополняющих) общей протяжённостью 212,5 км, что делает его одним из самых протяженных в мире. Пять линий обслуживают городские электрички RER. Развитие трамвая имеет интересный опыт: в начале XX века в Париже действовало примерно сто двадцать маршрутов, а общая протяжённость сети достигала более тысячи километров. Но в 1920-х годах началось уничтожение трамвая, и в 1937 г. трамвай из Парижа исчез. Потом, конечно, поняли, что без трамвая пробки стали больше. В настоящее время идёт активное возрождение трамвайной сети, а в ближайшие годы планируется создание десятка новых трамвайных линий вокруг Парижа под лозунгом борьбы с пробками.

Инфраструктура городского общественного пассажирского транспорта требует значительных капиталовложений в ее техническое обслуживание и ремонт, непрерывное совершенствование ее функционирования и своевременную корректировку в соответствии с потребностями пользователей. В последние годы важными компонентами инфраструктуры общественного пассажирского транспорта являются его оборудование устройствами для людей с ограниченными возможностями, едущими с детскими колясками, или велосипедистов.

## 5.6 Трубопроводы

Инфраструктура трубопроводного транспорта включает совокупность всех отраслевых организаций данного вида транспорта, искусственные сооружения, предназначенные для транспортировки газообразных и жидких веществ, а также твёрдого топлива и иных твёрдых веществ в виде раствора под воздействием разницы давлений в поперечных сечениях трубы. Все трубопроводы имеют следующую классификацию: 1) в зависимости от транспортируемой среды; 2) в зависимости от назначения и территориального расположения 3) технологические трубопроводы; 4) по материалу изготовления; 5) по способу соединения.

**В зависимости от транспортируемой среды** трубопроводы подразделяют на следующие виды:

- нефтепроводы – для транспортировки сырой нефти. Нефть при этом подвергается подогреву, препятствующему затвердеванию входящих в ее состав парафинов;

- нефтепродуктопроводы – для транспортировки нефтепродуктов, в том числе моторного топлива, бензина и керосина, полученных в результате крекинга. Перекачка выполняется до предприятий, предназначенных для производства нефтепродуктов более высокого октанового числа;

- аммиакопроводы – для транспортировки аммиака. В России и на Украине функционирует экспортный магистральный аммиакопровод Тольятти – Одесса;

- водопроводы – для обеспечения водой населения и промышленных предприятий;

- газопроводы – для транспортировки попутного нефтяного и природного газа. Стратегические газопроводы предназначаются для передачи на дальние расстояния больших объёмов газа – на экспорт и предприятиям, осуществляющим газовый синтез;

- гидротранспорт – для перекачки на большие расстояния полезных ископаемых, обогащенных водой до уровня суспензий;

- пневматическая почта – использование воздуха под давлением для перемещения по трубам физических объектов, чаще всего – стандартизированных капсул с объектами небольшой массы и объёма;

- продуктопроводы – для транспортировки искусственно синтезированных веществ (в том числе перечисленных выше), чаще всего – продуктов нефтяного синтеза.

**В зависимости от назначения и территориального расположения** различают магистральный и промышленный (технологический) трубопроводный

транспорт. К магистральному трубопроводному транспорту относятся газо- и нефтепроводы, по которым транспортируются продукты от мест добычи к местам переработки и потребления – на заводы или в морские порты для перегрузки в танкеры и дальнейшей перевозки. По магистральным продуктовым перемещаются готовые нефтепродукты с заводов в районы потребления. Общая протяженность магистральных трубопроводов по территории России составляет около 200 тыс. км. На пути следования они более 5 тыс. раз пересекают различные водные преграды.

Технологические трубопроводы составляют свыше одной трети трубопроводов промышленных предприятий. По ним транспортируются газ, пар, жидкость, являющиеся сырьем, полуфабрикатами, готовой продукцией, отходами производства или продуктами, необходимыми для нормального течения технологического процесса. По технологическим трубопроводам транспортируются также вредные для здоровья и опасные в пожарном отношении продукты, причем при разных давлениях и температурах.

Технологические трубопроводы классифицируются: по *месторасположению* – внутрицеховые, межцеховые; *способу прокладки* – надземные, наземные, подземные; *величине внутреннего давления* – безнапорные (самотечные), вакуумные, низкого, среднего и высокого давления; *температуре транспортируемого вещества* – криогенные, холодные, нормальные, теплые, горячие, перегретые; *агрессивности транспортируемого вещества* – неагрессивные, слабоагрессивные (малоагрессивные), среднеагрессивные, агрессивные.

**По материалу изготовления** – трубопроводы стальные, стальные с внутренним или наружным покрытием, из цветных металлов, чугунные, из неметаллических материалов.

**По способу соединения** – неразъемные, разъемные.

В трубопроводном транспорте наибольшее распространение получили газопроводы и нефтепроводы, от использования которых достигается максимальная экономическая эффективность.

**Газопроводы** подразделяются:

– на магистральные, предназначенные для транспортировки газа на большие расстояния. Они могут как прокладываться на поверхности земли, так и находиться на определенной глубине (рисунок 5.68). Они относятся: к первой категории при давлении до 10 МПа, ко второй – до 2,5 МПа. Через определенные интервалы магистрального газопровода расположены газораспределительные станции, на которых давление понижается до уровня,

необходимого для снабжения потребителей. Газораспределительные станции представляют собой сложное инженерное сооружение (рисунок 5.69). Управление работой газораспределительной станции выполняется из специализированных пунктов (центров) управления (рисунок 5.70);



Рисунок 5.68 – Схемы размещения газопроводов:  
*а* – на поверхности земли; *б* – заглубленные



Рисунок 5.69 – Газораспределительная станция



Рисунок 5.70 – Пункт управления газораспределительной станцией

– распределительные, предназначенные для доставки газа от газораспределительных станций к конечному потребителю (рисунок 5.71). Отнесены к категории: низкого давления – до 0,005 МПа; среднего – от 0,005 до 0,3 МПа; высокого – второй категории от 0,3 до 0,6 МПа и первой категории – от 0,6 до 1,2 МПа (для СУГ до 1,6 МПа); категории 1а – свыше 1,2 МПа;

– резервные, сооружаемые по стратегическим целям для обеспечения гибкости в погрузке транспортных средств при перевозке газа и для сни-



259 Рисунок 5.71 – Газораспределительная сеть

жения длины маршрута его транспортировки.

По **типу прокладки** различают наземные, надземные, подземные, подводные газопроводы.

**Нефтепровод** – комплекс сооружений для транспортировки нефти и продуктов её переработки от места добычи или производства к пунктам потребления или перевалки (железнодорожный либо водный транспорт). В состав нефтепровода входят подземные и подводные трубопроводы, линейная арматура, головные и промежуточные нефтеперекачечные насосные станции, нефтехранилища, линейные и вспомогательные сооружения. Нефтепроводы подразделяются на магистральные, подводящие, промысловые, заводские и нефтебазовые. По магистральным нефтепроводам нефть и нефтепродукты транспортируются на значительные расстояния. Диаметр магистрального нефтепровода составляет 200–1220 мм, давление, как правило, 5–6 МН/см<sup>2</sup> (50–60 кгс/см<sup>2</sup>). Подводящие нефтепроводы предназначены для транспортировки нефти с промыслов на головные сооружения магистральных нефтепроводов. Для транспортировки нефтепродуктопроводов с нефтеперерабатывающих заводов на головные сооружения используются магистральные нефтепродуктопроводы. Они имеют протяжённость до нескольких десятков километров. Промысловые, заводские и нефтебазовые трубопроводы предназначены для внутренних перекачек.

Основные параметры магистрального нефтепровода: протяжённость, производительность, диаметр, давление и число перекачивающих станций. Первые два параметра задаются, остальные определяются расчётным путем. Для сооружения нефтепровода применяются трубы из углеродистой и низколегированной стали, в основном сварные, с продольным и спиральным швами. При расчёте мощности и параметров магистрального нефтепровода



Рисунок 5.72 – Наземная прокладка нефтепровода

большое значение имеют вязкость и плотность перекачиваемых нефти и нефтепродуктов. Для предохранения труб от почвенной коррозии и блуждающих токов применяют антикоррозийную изоляцию и электрохимические методы защиты: катодную защиту, электрополяризованные протекторы, электродренаж или прокладывают нефтепровод по поверхности земли (рисунок 5.72).

Магистральные нефтепроводы состоят из нескольких элементов, каждый из которых имеет важное для их функционирования значение:

– *начальная станция* (материнская) – место, где нефть закачивается в нефтепровод (рисунок 5.73). На станции расположены места для хранения нефти, а также компрессоры и насосы, придающие нефти начальное ускорение;

– *насосная (перекачивающая) станция* – такие станции располагаются вдоль всего нефтепровода и обеспечивают движение нефти по трубе за счет поддержания соответствующего давления (рисунок 5.74);



Рисунок 5.73 – Начальная станция нефтепровода



Рисунок 5.74 – Перекачивающая станция нефтепровода

– *клиновые задвижки* – изолируют любой сегмент нефтепровода, например для проведения ремонта;

– *регулирующая станция* – на этой станции операторы могут изменять давление внутри трубопровода;

– *принимающая станция* – из этого места нефть выходит из трубы и отправляется конечному потребителю. В качестве принимающей станции может служить станция, размещенная в порту для перекачки нефти в танкер (рисунок 5.75).

По всей длине нефтепровода устанавливаются линейные секционные задвижки. Расстояние между задвижками определяется в зависимости от рельефа местности, но составляет не более 20 км. При перекачке высоковязкой и высокозастывающей нефти применяют её подогрев на перекачивающих станциях и промежуточных пунктах подогрева. Стоимость строительства магистральных нефтепроводов окупается в относительно короткие сроки (обычно 2–3 года).



Рисунок 5.75 – Принимающая станция нефтепровода

---

# 6 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА

---

## 6.1 Автомобильные перевозки

Технология работы автомобильного транспорта предусматривает: 1) непосредственную перевозку грузов и пассажиров; 2) организацию технической эксплуатации автотранспортных средств; 3) транспортно-экспедиционные и складские работы; 4) организацию технических осмотров и ремонтов транспортных средств.

На автомобильном транспорте различают две **формы организации грузовых перевозок** – децентрализованную и централизованную. При децентрализованных перевозках грузополучатели вывозят груз от грузоотправителя своим транспортом или транспортом, заказанным у перевозчика, без согласования очередности перевозок и работы транспорта других грузополучателей. При этом они используют штат собственных грузчиков, экспедиторов, агентов по снабжению и др. Централизованная перевозка грузов предусматривает её выполнение в соответствии с договором, заключенным с грузоотправителем или грузополучателем, своим подвижным составом или осуществляя единое оперативное руководство работой подвижного состава нескольких автотранспортных организаций с транспортно-экспедиционным обслуживанием по согласованным графикам. При этом перевозчик доставляет грузы данного грузоотправителя всем грузополучателям или завозит их данному грузополучателю от всех грузоотправителей.

При использовании централизованной формы организации перевозки грузов на автомобильном транспорте возникают большие непроизводительные затраты, и эта форма не способствует развитию перевозок транспортом общего пользования.

Основным признаком централизованной формы организации перевозок грузов является строгое распределение обязанностей между клиентурой и автомобильным транспортным органом, осуществление всех расчетов за перевозки со стороны, заключившей договор. При централизованных перевозках погрузка грузов, их маркировка, затаривание, закрепление на подвижном составе выполняются грузоотправителями, перевозка грузов и их экспедирование – транспортной организацией, выгрузка – грузополучателями. Экспедирование включает прием грузов, сопровождение их в пути, сдачу и оформление товарно-транспортных документов.

Сосредоточение всех перевозок грузов одного поставщика в одной транспортной организации, доставка их по заранее установленным графикам позволяют улучшить использование подвижного состава, повысить производительность труда на всех стадиях процесса перемещения и освободить грузоотправителей и грузополучателей от решения вопросов транспортирования грузов. При централизованной форме перевозок грузов достигается: 1) заинтересованность грузоотправителей и грузополучателей в своевременном выполнении погрузочно-разгрузочных работ; 2) сокращение числа грузчиков и экспедиторов, что позволяет повысить производительность труда на производстве вне автомобильного транспорта; 3) повышение эффективности и возможности выполнения контейнерных и пакетных перевозок, так как ускоряется оборачиваемость и сохранность контейнеров и средств пакетирования и имеется возможность их механизированной погрузки-выгрузки; 4) рост эффективности перевозок за счёт механизации погрузочно-разгрузочных работ и производительности использования подвижного состава за счёт сокращения простоев под погрузкой-разгрузкой.

Юридическим основанием для выполнения перевозок грузов автомобильным транспортом является *срочный договор* (контракт) или согласованный разовый заказ. При наличии договора перевозка выполняется по предъявляемым заявкам. Договор на конкретную перевозку оформляется *товарно-транспортной накладной*. Выполнение услуг автомобильного транспорта фиксируется соответствующими записями в документах.

Грузы могут перевозиться навалом, с использованием контейнеров и пакетами. При этом организация перевозок грузов в контейнерах предусматривает использование грузовых контейнеров, съемных кузовов-контейнеров, автомобилей-контейнеровозов-самопогрузчиков, прицепов-контейнеровозов, полуприцепов-контейнеровозов, платформ полуприцепов-контейнеровозов, автопоездов-контейнеровозов, контейнерных кранов, козловых 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, предназначенные для широкой номенклатуры грузов, и специализированные – для ограниченной номенклатуры 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, *отопляемые* –

изотермические с отопительной установкой, *рефрижераторные* – с расходуемым теплоносителем и др.;

– *конструктивным признакам* – закрытые, открытые, контейнеры-платформы, контейнеры-цистерны, разборные, складные и мягкие.

Перевозка контейнеров между пунктами отправления и назначения может быть прямой, осуществляемая 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* заключается в следующем: 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; обеспечивается сохранность грузов; более низкие затраты на перегрузку за счет более эффективного использования механизмов и укрупнения партий грузов; можно использовать более дешевый открытый подвижной состав и применять контейнеры для кратковременного хранения грузов; имеется возможность расширить перевозки грузов в смешанном сообщении.

Вместе с тем требуются значительные единовременные затраты на приобретение, а затем и содержание контейнеров, снижается грузоподъемность и вместимость подвижного состава за счет массы и объема стенок контейнеров, возникает необходимость организовывать возврат порожних контей-

неров в пункты погрузки, увеличивается время доставки на автомобильном транспорте в случае непрямой 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, сохраняющая 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 осуществить 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; двухзаходный, имеет конструкцию, обеспечивающую ввод вилочного захвата с двух противоположных сторон; четырехзаходный – с четырех сторон; поддон-платформа, предназначен для крупногабаритных грузов или нескольких пакетов тарно-штучных грузов; поддон с выступами – с настилом или настилами, выступающими за опорные элементы; плоский поддон без надстроек; стоечный – 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; 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 вилок 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 простой подвижного состава, сократить экспедиционные затраты. Стоимость, обслуживание и ремонт поддонов ниже аналогичных затрат в случае применения контейнеров, однако возникают дополнительные расходы на процесс пакетирования грузов и приобретение пакетирующих устройств.

Перевозки грузов выполняются в междугороднем и международном видах сообщений. Внутри городов и районных центров используются развозочные маршруты.

К междугородным автомобильным перевозкам грузов относятся перевозки за пределы города (другого населенного пункта) на расстояние более 50 км. Регулярные междугородные перевозки осуществляются по графикам движения автомобильных транспортных средств, согласованным между транспортно-экспедиционными предприятиями (ТЭП), а также ТЭП и грузоотправителями (грузополучателями), нерегулярные – по разовым заказам грузоотправителей (грузополучателей). 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 физическими лицами – субъектами хозяйствования Республики Беларусь, которые получили лицензию на определенный вид деятельности. Перевозчики (экспедиторы) принимают грузы к перевозке на основании срочных договоров (контрактов) и по разовым заказам. 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 (АЕТР).

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): 1) сдельные, на условиях платных автотонно-часов; 2) повременные; 3) фрахтовые за пользование автотранспортом на уровне такси; 4) за пользование грузовыми автомобилями из покилометрового расчета (покилометровые); 5) за перегон подвижного состава; 6) 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 от продолжительности простоя и 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, предусматриваются сборы: за хранение грузов транспортными предприятиями; экспедиционные операции; пользование контейнерами и съемными кузовами и обменными полуприцепами, принадлежащими перевозчику. Таким образом, плата за перевозку груза зависит в основном от следующих факторов: разновидности применяемого тарифа; класса, рода, срочности, цены и размера партии груза; расстояния и вида перевозок; типа и грузоподъемности 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.

**Транспортно-экспедиционные и складские работы** включают: 1) транспортно-экспедиционное обслуживание предприятий, организаций и населения; 2) работы по транспортной логистике. Технология выполнения транспортно-экспедиционного обслуживания предприятий и организа-

ций предусматривает прием груза к перевозке, сопровождение, охрану в пути и сдачу. При выполнении *междугородных* перевозок грузов дополнительно с основными выполняются операции по оформлению товарно-транспортных накладных; завозу-вывозу мелких партий грузов и контейнеров; информированию 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 предъявленному грузоотправителем накладным;
- составление товарно-транспортных документов;
- приём груза у грузоотправителя в соответствии с завизированными накладными;
- сопровождение и охрана груза;
- передача груза станции железной дороги (порту, аэропорту) и получение от них документов, удостоверяющих прием груза к отправлению;
- доставка грузоотправителю квитанции на сданные к отправлению грузы и денежных документов;
- 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;
- выполнение расчетных операций со станциями (портами, аэропортами) на перевозку грузов, по дополнительным сборам и штрафам за задержку контейнеров и в случаях, указанных клиентом в доверенности;
- приём 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;
- сдача груза грузополучателю и вручение транспортных документов;
- требование от органов транспорта составления коммерческого акта, передачи его грузополучателю и в случае отказа обжаловать действия 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 автомобильным транспортом принимаются грузы по железнодорожным станциям, за исключением опасных и наливных грузов, в портах, на пристанях – тяжеловесных (массой свыше 20 т) и негабаритных, если иное не предусмотрено договорами.

Транспортно-экспедиционное обслуживание населения предусматривает выполнение следующих видов услуг: 1) *доставку* мебели, хозяйственных и других товаров из торговой сети на дом, предметов домашнего обихода из пунктов проката на дом, в ремонтные мастерские, радиотелье и обратно и др.; 2) перевозку домашних вещей при переездах с одной квартиры на другую, на дачи и с дач, мебели, хозяйственных и других товаров в сельскую местность, домашних вещей в контейнерах, мелкими отправлениями, багажа на станции железных дорог, грузов на автомобильные станции, в порты (на пристани) и обратно на дом гражданам; 3) упаковку и отправку домашних вещей всеми видами транспорта в междугородном сообщении, а также за пределы страны, распаковку, разборку и сборку мебели и других предметов, связанных с перевозкой; 4) справочно-информационные услуги гражданам по транспортно-экспедиционному обслуживанию. Автомобильные перевозки грузов физических лиц осуществляются на основании договора об автомобильной перевозке, заключение которого подтверждаются составлением и выдачей заказчику в форме заказа-поручения.

Работы по транспортной логистике включают организацию работы складов, связанную с необходимостью накопления и комплектации партий грузов для перемещения на транспорте и приема их 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 различают 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, полукрытые (навесы), закрытые, одноэтажные и многоэтажные склады, бункеры и силосные склады для сыпучих грузов, резервуары наземные или подземные для жидких грузов, холодильники для скоропортящихся грузов.

**Пассажирские автомобильные перевозки** подразделяются:

– по территориальному признаку – на городские, пригородные, междугородные (внутриобластные, межобластные и межреспубликанские) и международные;

– виду транспортных средств – на автобусные и перевозки легковыми автомобилями (такси);

– 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 (иногда букв) в 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 обслуживают 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, 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 работы автобусов, можно разделить на основные, на которых автобусы работают в течение двух смен; ночные, на которых они работают только в ночное время; дневные с укороченным рабочим днем (до 19–20 ч) или с работой только в часы пик, по обслуживанию участков транспортной сети со значительным пассажиропотоком; дополнительные, работающие только 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 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 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 количество 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 пассажиров и периода суток, дням недели, в течение года. Неравномерность по дням недели характеризуется пиками поездок пассажиров в определенных направлениях в дни отдыха, праздничные и предпраздничные; неравномерность по часам суток – резким увеличением числа пассажиров в часы пик, предшествующие началу и окончанию работы, а также 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 соотношением количества перевезенных пассажиров и среднего числа использованных мест в автобусе и численно равен отношению среднего производительного пробега за рейс к средней дальности поездок пассажиров.

*Вместимость автобуса* называется способность перевозить одновременно определенное число пассажиров с удобствами, предусмотренными конструкцией. Число мест в автобусе, установленное технической характеристикой, является номинальной вместимостью. Степень использования вместимости пассажирских транспортных средств определяется коэффициентом использования вместимости (*коэффициент наполнения*).

При организации и планировании работы пассажирского подвижного состава автомобильного транспорта различают техническую, эксплуатационную скорость 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*, а продолжительность времени, затрачиваемая автобусом на движение по маршруту от начальной до конечной станции и обратно, включая время простоя на всех промежуточных остановках, перекрестках и на конечной станции, временем *оборота автобуса*. Частоту движения характеризует число автобусов, проходящих в одном направлении в единицу времени. Эта величина, обратная интервалу движения.

Движение автобусов на маршрутах выполняется 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 и оперативное. *Жесткое* расписание 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* расписание может изменяться в течение суток для группы автобусов, работающих на маршруте, или для всех автобусов. Оно обеспечивает движение автобусов на городских маршрутах второй и третьей категорий (интервал до 15 мин). Информация о плановом интервале движения по каждому периоду суток доводится до пассажиров на всех остановочных пунктах маршрута.

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 выполняются 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.

Система оплаты пассажирских перевозок называется тарифом. На автомобильном транспорте применяются следующие тарифы: на перевозки пассажиров (в автобусах городских и пригородных сообщений); поясные на междугородные автобусные перевозки; на автобусные перевозки по отдельным заказам; за пользование служебными легковыми автомобилями. Тарифы за пользование автомобилями-такси включают денежный сбор за пробег, продолжительность простоя у клиента и за посадку.

В практике работы автобусного транспорта существуют системы единого тарифа и тарифа по расстоянию за каждый километр пути или в зависимости

от дальности поездки (поясные тарифы). При *едином* тарифе стоимость проезда не зависит от расстояния поездки в пределах одного маршрута и оплачивается по единой ставке. Единый тариф применяется на городских и некоторых пригородных перевозках. Тарифы за каждый километр пути установлены за проезд в автобусах пригородных сообщений. По *поясным* тарифам взимается плата за проезд в автобусах междугородных сообщений. Плата за проезд в автобусах общего типа и с откидными мягкими сиденьями различна. Плата за пользование автобусами по *отдельным заказам* взимается в зависимости от типа, общей вместимости, продолжительности пользования и пробега. Пассажирами тарифами предусматриваются: льготная плата за проезд детей, инвалидов и граждан других категорий; размеры плат за провоз багажа; различные штрафы, комиссионные сборы, взимаемые с пассажиров; плата за пользование автобусами по отдельным заказам. Плата за проезд в маршрутных такси в городских, пригородных и междугородных сообщениях взимается по поясным тарифам в зависимости от длины и вида маршрута.

Техническая эксплуатация автотранспортных средств предусматривает **технологические операции по техосмотру и ремонту**, выполняемых на станциях технического обслуживания автомобилей (СТО). Основой организации 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 чистой 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 по ТО легковых автомобилей подразделяются на следующие виды: ежедневное (ЕО), периодическое (ТО), сезонное (СО).

*Ежедневное обслуживание* включает заправочные работы и контроль, направленный на каждодневное обеспечение безопасности и поддержание надлежащего внешнего вида автомобиля. Большой частью ЕО выполняется владельцем автомобиля перед выездом, в пути или по возвращении на место стоянки.

*Периодическое обслуживание* предусматривает выполнение определенного объема работ через установленный эксплуатационный пробег автомобиля. В соответствии с нормативами ТО легковых автомобилей по периодичности ЕО

– 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.

*Сезонное обслуживание* предусматривает выполнение ТО и 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, жестяничные, окрасочные, электротехнические работы. Для качественного выполнения ТО и ТР каждая СТО оснащается необходимыми постами, устройствами, приборами, приспособлениями, инструментом и оснасткой, технической документацией.

## 6.2 Железнодорожные перевозки

Технология работы железнодорожного транспорта предусматривает: выполнение перевозок грузов и пассажиров, производство начально-конечных операций с грузами и пассажирами. Перевозки грузов и пассажиров на железнодорожном транспорте выполняются в поездах, движение которых осуществляется по графику и в соответствии с планом формирования.

**График движения поездов** является основой организации перевозок на железнодорожном транспорте. Он должен обеспечивать выполнение плана перевозок пассажиров и грузов, безопасность движения поездов, эффективное использование провозной и пропускной способности участков и перерабатывающей способности станций. В соответствии с графиком движения поездов устанавливается время хода поездов по перегонам, их отправления со станций и прибытия на станции, продолжительность остановок и стоянок.

Исходные данные для составления графика включают: объем перевозок пассажиров и грузов; план формирования поездов; техническое оснащение железнодорожной инфраструктуры; технология работы станций, депо, дистанций и других подразделений, связанных с движением поездов; времена хода, стоянок, станционные интервалы, дополнительное время на разгоны, замедления поездов.

Движение поезда на графике условно изображается прямой наклонной линией. Фактически же поезд следует по перегону не с одинаковой, а с изменяющейся в зависимости от профиля пути скоростью. При составлении

графика движение по перегону обозначается прямой наклонной линией, которая называется линией хода поезда или ниткой графика. Линии хода *нечетных поездов* принято прокладывать на графике движения сверху вниз, а *четных* – снизу вверх (рисунок 6.1). Проекция линии хода на горизонтальную ось равна действительному времени хода поезда по перегону. Точки пересечения наклонной линии хода поезда с горизонтальными линиями, обозначающими станции, соответствуют моменту времени отправления, проследования или прибытия поезда.

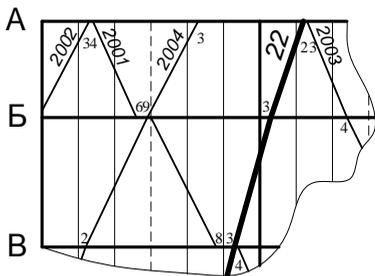


Рисунок 6.1 – Линии хода поездов на однопутных перегонах

Около этих точек ставится цифра, показывающая время прибытия, отправления или проследования поезда через данный раздельный пункт. Цифры записываются в тупых углах, образуемых пересечением линии хода поезда с осью раздельного пункта в том десятке минут, к которому они относятся. Записывается только число минут свыше ближайшего десятка. Время прибытия поезда на данный пункт ставится со стороны перегона, с которого прибыл поезд. Время отправления или проследования поезда ставится на перегоне, на который отправился или проследовал поезд.

На графике движения каждому поезду, в зависимости от его категории, присваивают определенный номер. Номер поезда наносят над линией хода в ее начале и в конце на перегонах, примыкающих к конечным станциям участка. Нумерацию начинают с первого поезда, отправленного после 00 ч. На графике движения выделяются станционные интервалы и интервалы в пакете при автоблокировке. Станционный интервал – это минимальный промежуток времени, необходимый для выполнения на станции операций по приему, отправлению и пропуску поездов, обеспечивающий безопасность движения. Основные станционные интервалы: одновременного прибытия  $\tau_n$  (рисунок 6.2, а) и скрещения  $\tau_c$  (рисунок 6.2, б). Интервал между поездами в пакете  $J$  (рисунок 6.2, в).

*Интервалом между поездами в пакете* называется минимальный расчетный интервал времени между попутно следующими поездами при автоматической блокировке. Эти поезда составляют пакет. Они разграничиваются проходными светофорами. Величина интервала между поездами зависит от расстановки проходных светофоров и предусмотренного разграничения поездов тремя или двумя блок-участками. Согласно заданию станционные интервалы следует принять:  $\tau_n \geq 3$  мин;  $\tau_c = 1$  мин; интервал в

пакете –  $J = 8$  мин. Интервал в пакете по отправлению грузового поезда за пассажирским разрешается уменьшить до 6 мин.

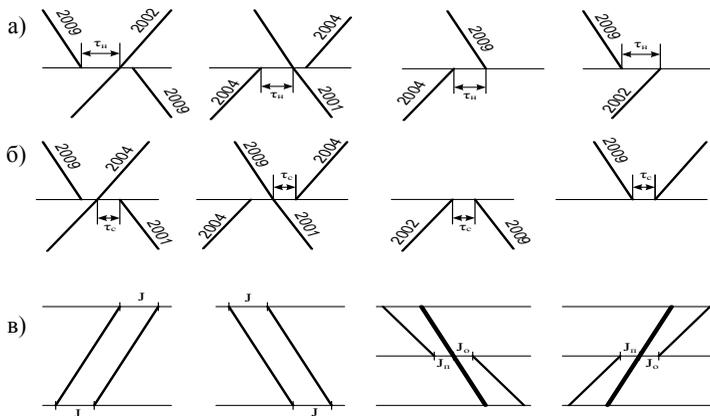


Рисунок 6.2 – Схемы интервалов:

а – неодновременного прибытия; б – скрещения; в – между поездами в пакете

При обгоне одного поезда (грузового) другим (пассажирским) различают интервалы в пакете по прибытию  $J_n$  и отправлению  $J_o$ . Продолжительность интервала неодновременного прибытия  $\tau_n$  складывается из времени на выполнение операций по проверке прибытия поезда в полном составе, переговоров дежурных по станции между собой, приготовлению маршрута для встречного поезда и времени проследования им расстояния от предупредительного (входного) сигнала. Величина *интервала скрещения* определяется временем, необходимым для проверки прибытия (проследования) встречного поезда в полном составе, получения с соседнего раздельного пункта согласия на отправление стоящего на станции поезда, приготовления маршрута и выполнения операций по его отправлению.

На рисунке 6.3 приведен пример параллельного графика движения поездов для участка, а на рисунке 6.4 – непараллельного.

Показатели графика движения поездов: скорости движения поездов, пропускная способность участка. Скорости движения поездов:

– *ходовая* – средняя скорость движения поездов по участку без учета затрат времени на разгоны, замедления и стоянки на промежуточных станциях:

$$v_x = (\sum NL) / (\sum NT_x), \tag{6.1}$$

где  $\sum NL$  – поездо-километры на участке;

$\sum NT_x$  – продолжительность нахождения поезда на участке без учета затрат времени на разгоны, замедления и стоянки на промежуточных станциях (поездо·ч);

Время хода грузовых поездов, мин	Длина перетона, км	Раздельный пункт	
		нечет.	чет.
9	6	8	6
8	5	6	5
13	11	12	11
11	10	10	10
10	8	9	8

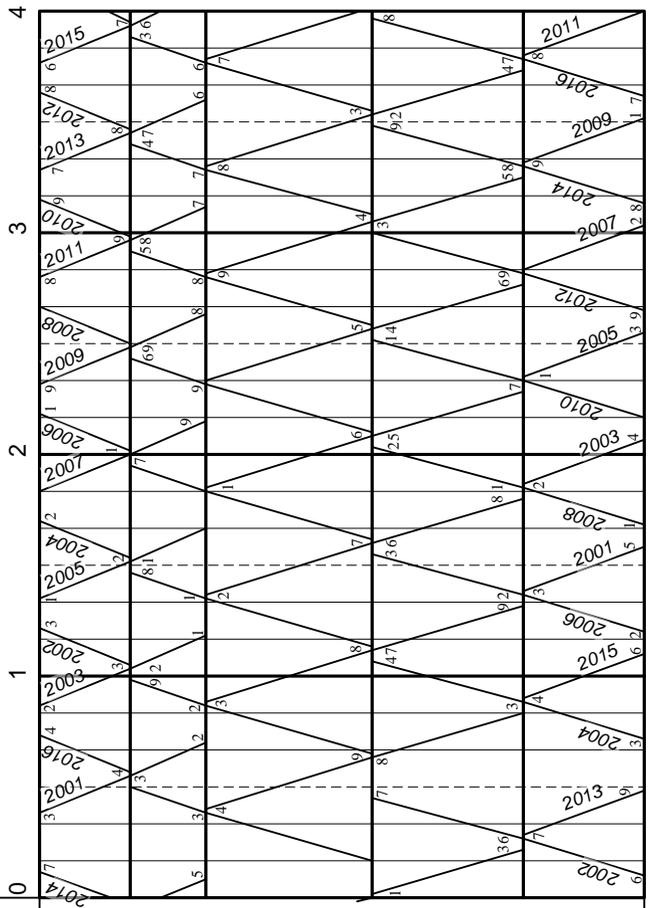


Рисунок 6.3 – Однопутный парный параллельный график движения поездов

Время хода поездов, мин	Раздельный пункт		Длина перегона, км	А	Б	В	Г	Д	Е
	пас.	груз.							
6 5 9 8	чет.	нечет.	6						
8 7 13 12	чет.	нечет.	11						
6 5 8 6	чет.	нечет.	5						
7 6 11 10	чет.	нечет.	10						
6 6 10 9	чет.	нечет.	8						

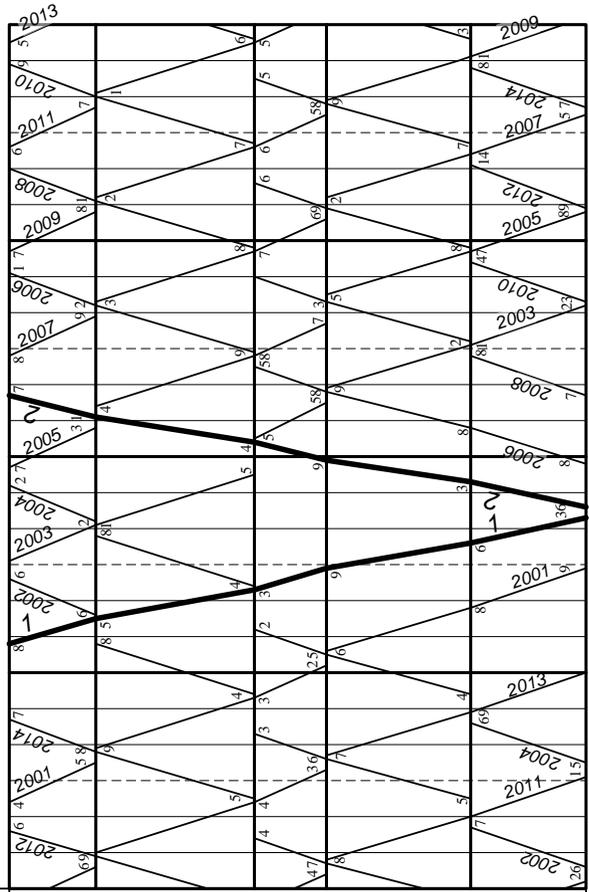


Рисунок 6.4 – Однопутный парный непараллельный график движения поездов

– *техническая* – средняя скорость движения поездов по участку с учетом затрат времени на разгон и замедление и без учета затрат времени на стоянки на промежуточных станциях:

$$v_{\text{тех}} = (\sum NL) / (\sum NT_{\text{д}}) = (\sum NL) / ((\sum NT_x) + \tau_{\text{рз}}), \quad (6.2)$$

где  $(\sum NT_{\text{д}})$  –поездо-часы в движении на участке;

– *участковая* – средняя скорость движения поездов по участку с учетом затрат времени на разгон, замедление и стоянки на промежуточных станциях:

$$v_y = (\sum NL) / (\sum NT_{\text{пути}}), \quad (6.3)$$

где  $(\sum NT_{\text{пути}})$  – суммарные поездо-часы нахождения поездов на участке.

Качество графика движения поездов оценивается с помощью коэффициентов отношения скоростей:

$$\beta_T = v_y / v_T \quad \text{и} \quad \beta_x = v_y / v_x. \quad (6.4)$$

**Пропускная способность** железнодорожной линии определяет количество поездов или пар поездов установленной массы, которое может быть пропущено в единицу времени (сутки) в зависимости от имеющихся технических средств, типа и мощности подвижного состава и принятых методов организации движения поездов (типа графика). Различают пропускную способность наличную и потребную. *Наличная* – пропускная способность, которой обладает железнодорожная линия в настоящее время, *потребная* – необходимая для заданных размеров движения грузовых и пассажирских поездов.

Наличная пропускная способность участка

$$N_{\text{н}} = (1440 - t_{\text{техн}}) \alpha_{\text{н}} k / T_{\text{пер}}, \quad (6.5)$$

где 1440 – количество минут в сутках;

$t_{\text{техн}}$  – технологическое время, необходимое на содержание пути, мин;

$\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент надежности технических средств (вагонов, локомотивов и т. д.);

$k$  – количество поездов или пар поездов в периоде;

$T_{\text{пер}}$  – период графика, мин. *Периодом графика* движения поездов называется время занятия перегона группой поездов, расположение которых на графике периодически повторяется. *Перегон*, у которого самая большая сумма времени хода четных и нечетных поездов на участке, называется *максимальным*, у которого максимальный период графика – *ограничивающим*.

Потребная пропускная способность участка

$$N_{\text{потр}} = N_{\text{гр}} \alpha_{\text{р}} + N_{\text{пас}} \epsilon_{\text{пас}} + N_{\text{сб}} \epsilon_{\text{сб}}, \quad (6.6)$$

где  $N_{\text{гр}}$ ,  $N_{\text{пас}}$ ,  $N_{\text{сб}}$  – количество пар соответственно грузовых, пассажирских и сборных поездов, которые необходимо пропустить по

железнодорожному участку;

$\alpha_p$  – коэффициент резерва пропускной способности;

$\epsilon_{\text{пас}}$  и  $\epsilon_{\text{сб}}$  – коэффициенты съема, показывающие, сколько пар грузовых поездов параллельного графика снимается с графика соответственно парой пассажирских и сборных поездов.

Система организации и продвижения груженых и порожних вагонов в пункты назначения определяется **планом формирования грузовых поездов**. Разрабатывается он на основе плана перевозок, который устанавливает корреспонденцию вагонов между районами погрузки и выгрузки. Правильная организация этих вагонов в поезда обеспечивает ускорение их оборота, наименьшую затрату маневровых средств и экономию эксплуатационных расходов. План формирования поездов устанавливает, какие поезда, из вагонов какого назначения и в адрес каких станций формирует каждая сортировочная, участковая, грузовая или другая станция.

Основным технологическим элементом на железнодорожном транспорте является **поезд** – сформированный и сцепленный состав вагонов с одним или несколькими действующими локомотивами или моторными вагонами, имеющий установленные сигналы. Поезда подразделяются на пассажирские, грузовые, специальные (восстановительные, пожарные и др.) и общего назначения.

Пассажирские поезда делятся на категории:

– *международных линий* – следующие с пересечением государственной границы;

– *межрегиональных линий* – следующие по территории нескольких регионов внутри государства;

– *региональных линий* – следующие по территории одного региона.

Вид обслуживания пассажиров в поездах: *эконом-класс; бизнес-класс*.

Грузовые поезда делятся на категории:

– *сквозные*, проходящие без переработки не менее чем через одну техническую (сортировочную или участковую) станцию;

– *участковые*, следующие без переработки от одной технической станции до другой;

– *сборные*, состоящие из вагонов назначением на промежуточные станции прилегающего участка;

– *передаточные* – для доставки вагонов с одной станции узла на другую;

– *вывозные*, служащие для вывоза групп вагонов с узла на ближайшие станции участка.

В зависимости от числа групп вагонов разных назначений поезда могут быть *однотипные* и *групповые*.

Каждому поезду в зависимости от его категории на станциях формирования присваивают номер:

– в *пассажирском движении*: международных линий – 1–450 (поезда формируются из пассажирских вагонов), 801–860 (использование электро- и дизельных поездов); межрегиональных линий эконом-класса – 601–700, бизнес-класса – 701–730; региональных линий эконом-класса – 6001–6999, бизнес-класса – 731–790;

– в *грузовым движении*: сквозные – 2001–2998, участковые – 3001–3398, сборные – 3401–3498 и т. д.

Кроме номера, каждому грузовому поезду на станции его формирования присваивается индекс, который не изменяется до станции расформирования. Индекс грузового поезда – специальный код, состоящий из 10 цифр: первые четыре являются единой сетевой разметкой (ЕСР) станции формирования, следующие две – порядковым номером состава, сформированного на этой станции, а последние четыре – ЕСР станции назначения поезда.

Организация движения поездов, операции по приему, отправлению и сквозному пропуску поездов на станциях осуществляются согласно Правилам технической эксплуатации, Инструкции по движению поездов и маневровой работе и Инструкции по сигнализации.

С поездными и маневровыми локомотивами в структурных подразделениях локомотивного хозяйства выполняются работы по технической эксплуатации, которая предусматривает: экипировку, текущий ремонт по программе ТР-1, ТР-2, ТР-3; техническое обслуживание по программе ТО-2, ТО-3, ТО-4, ТО-5; капитальный ремонт КР-1, КР-2. При этом ТО-2, КР-1 и все ТР выполняются в зависимости от норматива пробега, а остальные – от норматива продолжительности эксплуатации.

**Система технического обслуживания вагонов** предусматривает:

– техническое обслуживание (ТО) грузовых вагонов, находящихся в составах или транзитных поездах, а также порожних при подготовке к погрузке;

– текущий ремонт (ТР-1) порожних вагонов на специализированных ремонтных путях;

– текущий ремонт (ТР-2) вагонов с отцепкой от поездов для ликвидации неисправностей, которые невозможно устранить за время стоянки поезда на станции;

– деповской ремонт (ДР) в вагонном депо;

– капитальный ремонт (КР-1) и (КР-2), выполняемый на вагоноремонтном заводе.

Значительная часть технологического процесса при перевозке грузов и пассажиров выполняется на железнодорожных станциях и узлах. При этом поезда, следующие транзитом без переработки через станции, принимаются в транзитный или приемо-отправочный парк. Производятся технический и коммерческий осмотры вагонов, в большинстве случаев смена локомотивов и локомотивных бригад. После пробы тормозов поезда отправляются со станции в рейс. Поезда, прибывающие в расформирование, принимаются в парк приема, где также производятся технический и коммерческий осмотры вагонов. Поездной локомотив отцепляется и следует в депо. Поездные документы передаются в станционный технологический центр. Здесь производится сверка документов с фактическим составом поезда и готовится сортировочный листок, на основании которого производится расформирование состава.

После накопления состава производится окончание его формирования и перестановка в парк отправления, в котором выполняются технический и коммерческий осмотры вагонов. Поездной локомотив прицепляется к составу, а машинисту под роспись вручаются документы, производится проба тормозов – и поезд отправляется со станции в рейс.

**Техническая эксплуатация устройств инфраструктуры** включает:

- устройств пути: проведение среднего и подъемочного ремонтов подъездных путей; текущее содержание сооружений пассажирского хозяйства (посадочных платформ), пути и путевых устройств; одиночная смена материалов верхнего строения пути, пополнение и замена балласта, все виды ремонта земляного полотна, искусственных сооружений, верхнего строения пути и защитных лесонасаждений;

- зданий и сооружений – текущий и капитальный ремонты производственных зданий и сооружений хозяйств грузовой работы и внешнеэкономической деятельности, пассажирского, перевозок, сигнализации и связи, др.;

- сигнализации и связи – техническое обслуживание и капитальный ремонт устройств: механизированных и автоматизированных горок; по обслуживанию пассажиров; железнодорожной автоматики, телемеханики и связи; сети подвижной связи; аппаратуры телеграфной, телефонной, оперативно-технологической и внутрипроизводственной связи; сети аудио- и видеоселекторных совещаний; автоблокировки и диспетчерской централизации; электрической централизации; аппаратуры воздушных и кабельных линий связи; ПОНАБ, ДИСК, КТСМ; периферийных устройств вычислительных комплексов на базе персональных ЭВМ, локальных сетей;

- контактной сети и электроснабжения – техническое обслуживание и капитальный ремонт: линий электропередачи районами электроснабжения; контактной сети и линий электропередачи районами контактной сети; тяговых подстанций, пунктов параллельного соединения и постов секционирования, автотрансформаторных пунктов питания; устройств наружного освещения; трансформаторных подстанций, электростанций и электросетей; оборудования трансформаторных подстанций и электростанций.

### 6.3 Перевозки водным транспортом

**Технология работы водного транспорта** предусматривает: выполнение перевозок и производство начально-конечных операций с грузами и пассажирами. По структуре перевозки классифицируются на грузовые и пассажирские. *Пассажирские перевозки* осуществляются в специализированных самоходных пассажирских и грузопассажирских судах, *грузовые перевозки* – в грузовых самоходных, несамоходных судах или в плотках, определяя следующий признак классификации – по технике движения.

Классификация перевозок грузов и пассажиров по направлениям является весьма условной, однако, как правило, за прямое направление принимается наиболее загруженное, поэтому данное направление иногда называют *груженым направлением перевозок*.

Особое значение для организации перевозочного процесса имеет род перевозимого груза. По роду перевозимого груза перевозки разделяются на наливные и сухие. К *наливным* относятся перевозки жидких грузов в специализированном подвижном составе – танкерах, к *сухим* – все остальные грузовые перевозки.

Сухие грузы (*сухогрузы*), в свою очередь, разделяются на насыпные и штучные. Последняя группа грузов включает в себя широкую их номенклатуру. Каждый вид такого груза обладает характеристиками, оказывающими непосредственное влияние на технологию работы речного транспорта и на эффективность организации работы транспортного флота: размер места, масса и форма отдельных грузовых единиц, вид тары, упаковка и т. д.

Широкое распространение на водном транспорте получили *перевозки грузов в контейнерах и в пакетах*. Пакетный способ транспортировки применяется для перевозок различных штучных грузов: лесоматериалов, пиломатериалов, асбестоцементных и металлических труб, металлов, мешковых и ящичных грузов и пр. Главные составляющие эффективности таких перевозок – сокращение затрат времени и финансовых ресурсов вследствие укрупнения грузовых мест и использования унифицированной тары, а также повышение сохранности грузов.

При осуществлении судоходства выделяют два способа вождения несамоходных судов: буксировка и толкание. При *буксировке* самоходное судно перемещает за собой на тросе состав из одного или нескольких несамоходных судов, сцепленных определенным образом. При *толкании* несамоходные суда формируют в жесткий или изгибаемый состав, который размещается перед самоходным судном, приводящим его в движение.

Классификация перевозок по району плавания требуется для правильного соотношения разряда водных путей и класса судов, используемых для судоходства. В соответствии с данным признаком, по аналогии с классификацией судов по классу, выделяют перевозки: речные, озерные, морские и прибрежно-морские.

По району обслуживания грузовые перевозки классифицируют на местные и транзитные. *Транзитными* называются перевозки на значительные расстояния внутри одного пароходства или в пределах нескольких смежных пароходств, *местными* – перевозки в зоне деятельности одного порта и выполняются флотом, приписанным к данному порту, или арендованным у других судовладельцев.

Пассажирские транспортные перевозки по данному признаку, помимо местных и транзитных, классифицируются на *пригородные* (перевозки пассажиров между крупными населенными пунктами) и *внутригородские* (в границах крупных воднотранспортных узлов).

Особенность выполнения пассажирских перевозок накладывает специфику и на их классификацию. Помимо перечисленных признаков пассажирские перевозки по виду обслуживания делятся на транспортные, туристские и экскурсионные, а по скорости движения флота – экспрессные, скорые, скоростные и пассажирские. Экспрессные и скорые перевозки предполагают высокую скорость перевозки и высококомфортабельные условия поездки, скоростные перевозки обслуживаются судами со средней скоростью движения свыше 30 км/ч, к пассажирским относятся прочие перевозки.

Эксплуатационная работа судоходных компаний включает их основную деятельность по перевозкам грузов, пассажиров и по эффективному использованию различных транспортных средств. Она характеризуется целым комплексом показателей, посредством которых представители эксплуатационного аппарата могут осуществлять анализ качества ее выполнения, контролировать и регулировать отдельные ее аспекты, планировать и организовывать мероприятия по ее совершенствованию.

Основными **показателями перевозок пассажиров и грузов речным транспортом** являются:

– объем перевозок

$$P = \sum_{i=1}^m P_i, \quad (6.7)$$

где  $P_i$  – размер  $i$ -го грузового потока, т.е. масса однородного груза (груза одного наименования), характеризуемая одним пунктом отправления и одним пунктом назначения, т;

– количество перевезенных пассажиров

$$A = \sum_{i=1}^m A_i, \quad (6.8)$$

где  $A_i$  –  $i$ -й пассажирский поток – численность пассажиров, перевозимых из одного пункта отправления в другой пункт (пункт назначения) в течение определенного периода навигации, пас.;

– грузооборот

$$W = \sum_{i=1}^m P_i l_{ri}, \quad (6.9)$$

где  $l_{ri}$  – средняя дальность перевозки  $i$ -го груза, км;  
 – пассажирооборот

$$(AI)_{\text{пас}} = \sum_{i=1}^m A_i l_{\text{пас} i}, \quad (6.10)$$

где  $l_{\text{пас} i}$  – средняя дальность поездки пассажира, км;  
 – средняя дальность перевозки грузов

$$\bar{l}_r = \frac{W}{P}, \quad (6.11)$$

– средняя дальность перевозки пассажиров

$$\bar{l}_{\text{пас}} = \frac{(AI)_{\text{пас}}}{A}, \quad (6.12)$$

– средняя густота или интенсивность перевозок на участке

$$G = \frac{W}{l_{\text{уч}}}, \quad (6.13)$$

где  $l_{\text{уч}}$  – протяженность участка водного пути, км.

Густота перевозок характеризует напряженность грузовых перевозок на данном участке и интенсивность использования водного пути по транспортной деятельности, показывая, какое в среднем количество транспортной работы (грузооборота) приходится на 1 км водного пути.

Перевозки водным транспортом осуществляются в течение навигационного периода. Однако их интенсивность по отдельным периодам навигации может варьироваться в широких пределах, что связано со спецификой эксплуатации водных путей (в паводок суда могут быть загружены более эффективно), предъявления грузов к перевозке (некоторые грузы предъявляются в определенные периоды навигации, например зерновые) и прочими причинами. Можно оценить неравномерность перевозок, используя коэффициенты, которые учитываются при организации работы флота с целью учета этой неравномерности и снижения ее негативных последствий. Коэффициент неравномерности перевозок грузов по времени показывает превышение их в наиболее напряженный месяц навигации над среднемесячным уровнем перевозок.

Рассмотренные показатели перевозок грузов и пассажиров дают количественную их характеристику, но не обеспечивают достаточной наглядности. Для наглядного представления грузовых и пассажирских потоков существуют различные формы их изображения:

- корреспонденция перевозок грузов;
- дислокация грузовых и пассажирских потоков;
- таблица грузопотоков;
- картограмма грузовых и пассажирских потоков;
- диаграмма календарного распределения перевозок;
- графики динамических кривых изменения показателей;
- круговые и секторные диаграммы структуры перевозок и др.

За основу технологии работы на водном транспорте принимаются технологические процессы работы транспортного судна – совокупность всех операций, последовательно выполняемых судном за время перевозки грузов или пассажиров. Грузовое судно в процессе эксплуатации выполняет следующие операции: *ходовые* (с грузом или в порожнем состоянии), *грузовые* (загрузка, разгрузка, догрузка, *паузка* – частичная отгрузка), технические и технологические операции в пунктах грузовой обработки и в пути следования. Пассажирское судно вместо грузовых операций выполняет *пассажирские* операции, например, посадка и высадка пассажиров, выдача и прием багажа. Соответственно, грузопассажирское судно выполняет все вышеперечисленные операции.

Содержание ходовых и грузовых операций определено их названием. *Технические операции грузового судна* – это переходы, совершаемые по акватории порта от рейда к причалу, между причалами, к топливной базе, швартовка, снабжение топливом, продовольствием, навигационными материалами, ремонт и осмотр, сдача подсланевых вод и отходов, зачистка трюмов, подбуксировка и отбуксировка барж-приставок, формирование и расформирование составов и др. Следовательно, техническими называют вспомогательные, непроизводительные операции, но которые являются необходимой составной частью технологии работы водного транспорта. Примерный перечень операций обработки грузовых судов и транспортных буксиров-толкачей приведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень технических и технологических операций транспортного флота

Место выполнения операции	Наименование операции, выполняемой с судном (с судами – для составов несамоходных судов)		
	грузовым самоходным	грузовым несамоходным	буксирным
<i>Технические операции</i>			
Рейды прибытия и отправления	Постановка на якорь, снятие с якоря	Постановка на якорь, снятие с якоря	Постановка состава на рейде
	Технический осмотр судна	Технический осмотр судна	Технический осмотр судна
	Коммерческий осмотр судна и груза	Коммерческий осмотр судна и груза	Получение и передача транспортных документов
	Проверка грузовых документов	–	Проверка грузовых документов
	Подготовка судна к грузовой обработке	Подготовка судна к грузовой обработке	Работа с несамоходным флотом
	Поход и ошвартовка судна у причала	Учалка	Подход судна с составом к причалу
	Снабжение экипажа судна	Расчалка, формирование и переформирование состава	Снабжение экипажа судна

Окончание таблицы 6.1

Место выполнения операции	Наименование операции, выполняемой с судном (с судами – для составов несамоходных судов)		
	грузовым самоходным	грузовым несамоходным	буксирным
Акватория порта	Переход с одного причала на другой	Переход с одного причала на другой	Переход с одного причала на другой
	Переход с одного рейда на другой	Переход с одного рейда на другой	Переход с одного рейда на другой
Причалы комплексного обслуживания флота	Снабжение судна и экипажа	–	Снабжение судна и экипажа
<i>Технологические операции</i>			
Рейды прибытия и отправления	Ожидание грузовой обработки	Ожидание грузовой обработки	Ожидание несамоходного грузового судна
	Ожидание отправления	Ожидание несамоходных грузовых судов для формирования состава	Ожидание состава несамоходных судов
	Ожидание обслуживания	Ожидание буксира-толкача	Ожидание плота
Причалы комплексного обслуживания флота	Ожидание обслуживания	–	Ожидание обслуживания

В работе транспортных судов различают три вида технологических процессов: рейс, круговой рейс и оборот (рисунок 6.5).

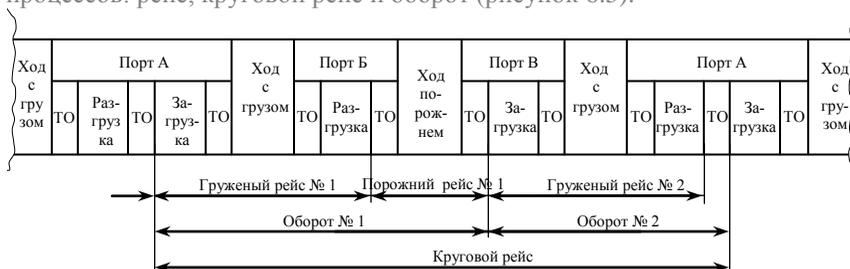


Рисунок 6.5 – Графическое изображение технологических процессов работы транспортного судна:  
ТО – технические и технологические операции

Грузовое судно совершает рейсы с грузом и в порожнем состоянии, буксирное – рейсы с грузным, порожним составом несамоходных судов или без состава.

Продолжительность рейса судна с грузом  $t'_{гр}$  представляет собой время, затрачиваемое на все операции, совершаемые грузовым судном с мо-

мента подачи его под загрузку в пункте отправления до окончания разгрузки в пункте назначения:

$$t_{\text{ip}} = \sum t_{\text{тхн}} + t_3 + t_{\text{хгр}} + \sum t_{\text{тхп}} + t_p + \sum t_{\text{тхк}}, \quad (6.14)$$

где  $\sum t_{\text{тхн}}$ ,  $\sum t_{\text{тхк}}$  – продолжительность технических и технологических операций в начальном и конечных пунктах;

$\sum t_{\text{тхп}}$  – продолжительность технологических операций в пути следования;

$t_3$  – продолжительность загрузки и разгрузки судна;

$t_{\text{хгр}}$  – продолжительность ходовых операций судна в грузе-ном состоянии.

Как видно из рисунка 6.5, в рассматриваемой в качестве примера технологии работы судна присутствуют два грузеных рейса: первый включает в себя загрузку в порту А, технические и технологические операции в данном порту, выполняемые после грузовой обработки, движение судна в грузеном состоянии, технические и технологические операции в порту Б, выполняемые до грузовой обработки, а также разгрузку судна; второй – загрузку судна в порту В, технические и технологические операции в данном порту, выполняемые после грузовой обработки, движение судна в порожнем состоянии, технические и технологические операции в порту А, выполняемые до грузовой обработки, разгрузку в порту А.

Время порожнего рейса грузового судна  $t_{\text{р пор}}$  исчисляется с момента окончания разгрузки до момента подачи под загрузку в другом пункте:

$$t_{\text{р пор}} = \sum t_{\text{тхн}} + t_{\text{хпор}} + \sum t_{\text{тхп}} + \sum t_{\text{тхк}}, \quad (6.15)$$

где  $t_{\text{х пор}}$  – продолжительность ходовых операций судна в порожнем состоянии.

Продолжительность рейса буксирного судна  $t_{\text{х пор}}$  (порожнего рейса) или  $t_{\text{х гр}}$  (грузеного рейса) – это совокупность операций между двумя последовательными подачами его к составу в различных пунктах. Специфика работы буксирного флота находит отражение в совокупности операций технологического процесса его работы. Так, продолжительность рейса буксира-толкача складывается из технических и технологических операций в начальном и конечном пунктах, в пути, времени хода с грузеным и порожним составом:

$$t_{\text{р гр(пор)}} = \sum t_{\text{тхн}} + t_{\text{х гр(х пор)}} + \sum t_{\text{тхп}} + \sum t_{\text{тхк}}, \quad (6.16)$$

где  $\sum t_{\text{тхн}}$ ,  $\sum t_{\text{тхп}}$ ,  $\sum t_{\text{тхк}}$  – суммарная продолжительность технических и технологических операций, соответственно, в начальном пункте, в пути и конечном пункте перевозки;

$t_{\text{х гр}}$ ,  $t_{\text{х пор}}$  – продолжительность движения буксира-толкача, соответственно, с грузеным составом и порожним составом или без состава.

*Круговым рейсом грузового судна* называется совокупность операций, совершаемых судном между двумя последовательными подачами его под загрузку в одном и том же пункте:

$$t_{\text{кр}} = \sum t_{\text{тх}} + t_{\text{х}} + t_{\text{з}} + t_{\text{р}}, \quad (6.17)$$

где  $t_{\text{тх}}$  – суммарная продолжительность всех технических и технологических операций судна.

Особое значение в эксплуатации транспортного флота имеет технологический процесс, называемый *оборотом*. В оборот входят все операции, совершаемые судном при выполнении грузовой перевозки. Таким образом, продолжительность оборота грузового судна включает в себя полные затраты времени на грузовую перевозку: загрузку и разгрузку, ход с грузом и в порожнем состоянии (если оборот включает порожний рейс, т.е.  $t_{\text{х пор}}$ ), технические и технологические операции в начальном, конечном пунктах, в пути:

$$t_{\text{об}} = \sum t_{\text{тхн}} + t_{\text{з}} + t_{\text{х об}} + \sum t_{\text{тхп}} + t_{\text{р}} + t_{\text{х пор}} + \sum t_{\text{тхк}}. \quad (6.18)$$

Технологические процессы работы транспортных судов принято изображать в виде схем, на которых сплошными линиями отмечают груженные рейсы, штриховыми – порожние. В качестве примера на схеме (рисунок 5.6, а) изображены два груженных рейса между пунктами АВ и ГБ и два порожних рейса между пунктами ВГ и БА. Эти четыре рейса составляют два оборота (АВГ и ГБА) и один круговой рейс (АВГБА). В некоторых случаях продолжительность оборота может быть равна продолжительности груженого (рисунок 6.6, б) или кругового (рисунок 6.6, в) рейса. Первый случай имеет место, когда грузовое судно загружается в пункте выгрузки и не совершает порожних рейсов, второй случай – когда судно совершает перевозку между двумя пунктами и в начальный пункт возвращается в порожнем состоянии.

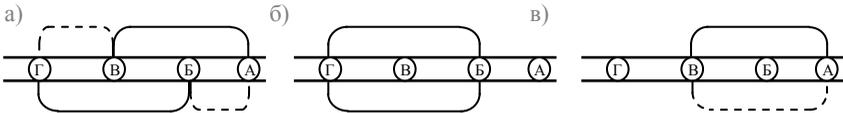


Рисунок 6.6 – Графическое изображение рейсов грузового судна

**Оперативное управление работой флота** осуществляется диспетчерским аппаратом, основными функциональными задачами которого являются:

- организация работы транспортного флота;
- обеспечение требований выполнения транспортным флотом установленных технических норм и нормативов;
- создания условий для повышения производительности персонала;
- выполнение оперативного контроля за движением, обработкой и обслуживанием флота в пути, портах, судоремонтных предприятиях в соответствии с установленными нормативами;
- информирование портов назначения и грузовладельцев об отправлении в их адрес груженных судов или подаче для загрузки порожних с указанием рода и количества груза, сроков их прибытия;
- разработка и организация выполнения оперативных планов отправления грузов, подача тоннажа и тяговых средств, комплексного обслуживания флота;

- принятие необходимых мер для обеспечения безопасности судоходства;
- составление и выдача на суда диспетчерских распоряжений на выполнение рейсовых заданий, информационное обеспечение экипажей судов;
- ведение отчетно-исполнительной диспетчерской документации;
- регулирование движением флота по участку.

В случае аварийной ситуации диспетчер обеспечивает оказание необходимой помощи аварийным судам и создает условия безопасного судоходства других судов.

В процессе оперативного управления разрабатывается *график движения и обработки транспортного судна* (рисунок 6.7), работающего по схеме, представленной на рисунке 6.6.

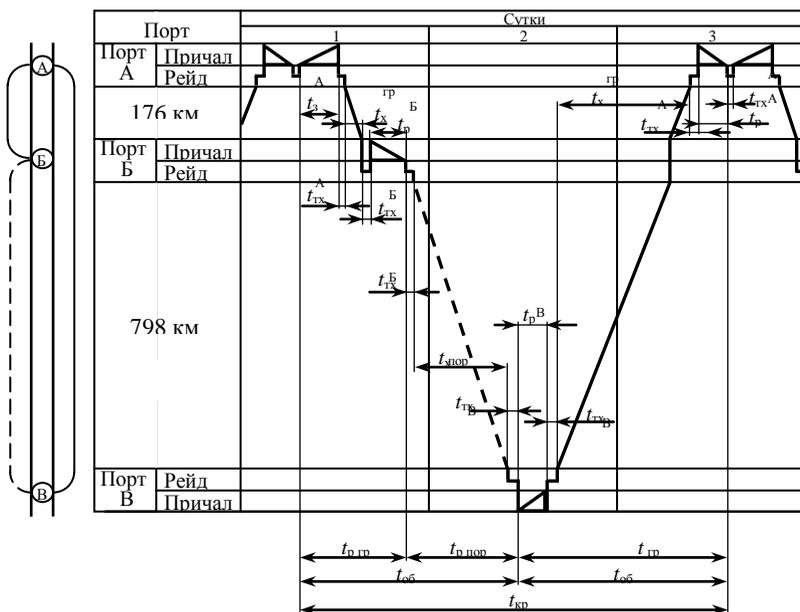


Рисунок 6.7 – График движения и обработки транспортного судна:

$t_A^A, t_B^B, t_B^B$  – продолжительность технических и технологических операций, соответственно, в портах А, Б и В;  $t_x^{гр}, t_x^{пор}$  – продолжительность хода судна в грузном и порожнем состояниях;  $t_p^A, t_p^B, t_p^B$  – продолжительность разгрузки судна в портах А, Б и В;  $t_3^A, t_3^B$  – продолжительность загрузки судна в портах А и Б;  $t_{р, гр}, t_{р, пор}$  – продолжительность грузного и порожнего рейсов;  $t_{об}$  – продолжительность оборота судна;  $t_{кр}$  – продолжительность кругового рейса;  $t_{р, гр}, t_{х, пор}$  – продолжительность хода судна в грузном и порожнем состояниях

Данный вид графика имеет широкое распространение в эксплуатационной деятельности речного транспорта. На оси абсцисс в принятом масштабе откладывается расстояние между портами и пунктами, где выполняются отдельные операции технологического процесса работы судна, а на оси ординат – время их выполнения. В этом случае горизонтальные линии графика

ка характеризуют операции, не связанные с движением, а диагональные – ходовые операции (на графике показана продолжительность выполнения отдельных операций, рейсов, оборотов и кругового рейса).

Технологией работы водного транспорта предусматриваются различные методы **судовождения**:

– глазомерный – является основным при движении судов на реках, каналах, озёрно-речной части водохранилищ. Сущность метода – определение местонахождения судна и выбор курса осуществляется судоводителем визуально по различным видимым ориентирам;

– навигационный – применяется при движении судов по крупным водохранилищам, озёрам, прибрежно-морским районам. Определение местонахождения судна и удержание его на заданном курсе в этом случае осуществляется с помощью навигационных приборов;

– радиолокационная проводка – осуществляется с помощью судовой радиолокационной станции и применяется, как правило, в условиях плохой или ограниченной видимости.

Для всех методов судовождения необходимым условием движения судов является наличие на них навигационных карт и информационно-справочных пособий. *Навигационная карта* необходима судоводителю для того, чтобы в процессе движения постоянно контролировать курс движения судна относительно ориентиров, расположенных на местности и нанесенных на карту. К *информационно-справочным пособиям* относятся лоции районов и участков судоходства, местные правила судоходства, извещения судоводителям (путевые, информационные листы), радиолокационные схемы и карты и др.

*Ориентирование по знакам судоходной обстановки* осуществляется преимущественно глазомерным способом без применения каких-либо навигационных приборов. Техника ориентирования и проводки судна по навигационным знакам включает следующие действия судоводителя: 1) обнаружение знака на местности с поста управления судном; 2) определение назначения данного знака; 3) оценка местоположения судна относительно данного знака или их группы; 4) выбор соответствующего курса для дальнейшего движения судна и осуществление его проводки в зоне действия данного навигационного знака или их группы.

Контроль за правильностью движения судна осуществляется судоводителем по взаимному расположению судна относительно навигационных знаков путем определения курсовых углов и траверзных расстояний до этих знаков. *Курсовой угол* – это угол между диаметральной плоскостью судна (вертикальной плоскостью, проходящей по середине длины корпуса) и направлением на предмет-ориентир. *Траверзное расстояние* – это расстояние до предмета-ориентира в направлении, перпендикулярном диаметральной плоскости судна. Размещение судов в составе и способы крепления (счалки) зависят от направления движения состава (вверх или вниз по течению), скорости течения, ширины русла и типа судов.

## 6.4 Перевозки воздушным транспортом

**Технологические основы работы воздушного транспорта** включают выполнение перевозок пассажиров, почты и грузов; производство начально-конечных операций с грузами и пассажирами на авиатерминалах и в аэропортах. Перевозки на воздушном транспорте выполняются на воздушных судах различного класса по расписанию в соответствии с действующими правилами авиаперевозок и аэронавигации.

В соответствии с правилами перевозки авиапассажиров воздушная перевозка пассажира включает в себя период с момента прохождения им предполетного досмотра для посадки на воздушное судно и до момента, когда пассажир воздушного судна под наблюдением уполномоченных лиц перевозчика покинул аэродром. *Внутренняя* воздушная перевозка – воздушная перевозка, при которой пункт отправления, пункт назначения и все пункты посадок расположены на территории одного государства. *Международная* воздушная перевозка – воздушная перевозка, при которой пункт отправления и пункт назначения расположены на территориях двух государств или на территории одного государства, если предусмотрен пункт (пункты) посадки на территории другого государства. Воздушная перевозка осуществляется на основе заключения договора перевозки пассажира, груза или почты с перевозчиком.

Каждый договор воздушной перевозки и его условия удостоверяются *перевозочными документами*, которые выдаются перевозчиком либо его агентами. К перевозочным документам относятся: *пассажирский билет* – представляет собой документ, удостоверяющий заключение договора воздушной перевозки пассажира и багажа и включающий багажную квитанцию; *багажная квитанция* – часть билета, на которой обозначено число мест и масса сданного багажа и которая выдается перевозчиком как расписка за багаж, сданный пассажиром; *квитанция платного багажа* – документ, подтверждающий оплату провоза багажа сверх нормы бесплатного провоза или предметов, провоз которых подлежит обязательной оплате, а также оплату сборов за объявленную ценность багажа; *авиагрузовая накладная* – документ, подтверждающий контракт между грузоотправителем и перевозчиком на перевозку груза по маршрутам перевозчика. Она оформляется грузоотправителем или его доверенным лицом. На воздушном транспорте время отправления, указанное в расписании и билете, не является обязательным условием договора и перевозчиком не гарантируется.

В целях обеспечения безопасности полета рейс может быть отменен, перенесен или задержан. Причиной этих изменений могут служить плохие условия погоды в аэропортах вылета, прилета или остановочных пунктах, стихийные бедствия, нарушение состояния взлетно-посадочной полосы и т. п.

При этом перевозчик оставляет за собой право произвести замену воздушного судна, изменить маршрут перевозки и пункты посадки, указанные в расписании и билете. Это право перевозчика также обосновано обеспечением безопасности пассажиров в случае поломки воздушного судна или возникновения форс-мажорных ситуаций по маршруту следования.

Авиаперевозки пассажиров и грузов осуществляются в международном и внутригосударственном видах сообщения. **Правовое положение авиаперевозчика** имеет отличия от правового положения перевозчиков наземных видов транспорта. Перевозчиком в данном случае является эксплуатант, который имеет *лицензию* на осуществление воздушной перевозки пассажиров, багажа, грузов или почты на основании договоров воздушной перевозки. Это гражданин или юридическое лицо, имеющее воздушное судно на праве собственности, на условиях аренды или на ином законном основании, использующее указанное воздушное судно для полетов и имеющее *сертификат (свидетельство) эксплуатанта*.

Для получения статуса эксплуатанта необходимо соответствовать трём квалификационным признакам, каждый из которых необходим, а все вместе достаточны для того, чтобы гражданин или юридическое лицо могли признаваться эксплуатантом:

1) принадлежность воздушного судна физическому или юридическому лицу на любом имущественном праве, то есть как на праве вещном (право собственности, право хозяйственного ведения, право оперативного управления), так и на обязательственном праве (аренда, лизинг, доверительное управление и др.);

2) использование эксплуатантом воздушного судна для полетов. Под полетом подразумевают движение, передвижение по воздуху, хотя такого юридического значения не имеется. Однако в Конвенции о борьбе с незаконными актами, направленными против безопасности гражданской авиации, сказано, что воздушное судно считается находящимся в полете в любое время с момента закрытия всех его внешних дверей после погрузки (посадки пассажиров) до момента открытия любой из таких дверей для выгрузки (высадки). В случае вынужденной посадки считается, что полет происходит до тех пор, пока компетентные власти не примут на себя ответственность за воздушное судно, за лиц и имущество, находящееся на борту;

3) наличие сертификата (свидетельства) эксплуатанта. Указанный сертификат выдается гражданину (юридическому лицу), который будет соответствовать требованиям, предъявляемым к эксплуатанту авиационными правилами. Сертификат эксплуатанта – документ, удостоверяющий, что эксплуатант отвечает требованиям законодательства и способен осуществлять разрешенные виды воздушных перевозок и авиационных работ в соответствии с условиями и ограничениями, содержащимися в эксплуатацион-

ных спецификациях, являющихся неотъемлемой частью сертификата эксплуатанта. Из приведенного определения нетрудно заметить, что эксплуатант должен быть способен осуществлять разрешенные виды воздушных перевозок и авиационных работ, то есть совершать именно те виды деятельности, которые осуществляет субъект гражданской авиации.

Все полеты воздушных судов классифицируются по критериям:

– по назначению: *транспортные* – для перевозки пассажиров, грузов, почты и багажа; *для выполнения авиационных работ* – при использовании гражданской авиации в отдельных отраслях народного хозяйства, а также для оказания медицинской помощи населению и проведения санитарных мероприятий; *учебные* – для обучения курсантов и слушателей учебных заведений; *тренировочные* – для выполнения тренировки и проверки квалификации летного состава; *методические* – для изыскания рациональных траекторий движения воздушных судов и методов управления воздушными судами, разработки и внедрения программ и методик обучения летного состава, проверки методической подготовки летного состава, допущенного к инструкторской работе; *научно-исследовательские* – для проведения научных исследований; *испытательные* – для испытания воздушных судов или установленных на них двигателей и оборудования; *облеты наземных систем и РТС (контрольные облеты наземных систем и РТС)* – для проверки, настройки радиотехнических средств, наземных посадочных систем навигации; *облеты воздушных судов (контрольные облеты воздушных судов)* – для проверки в полете работы систем и агрегатов воздушного судна, которые не могут быть проверены на земле; *перегоночные* – для перегонки воздушных судов в ремонт (из ремонта), к новому месту базирования или работы; *демонстрационные* – для показа авиационной техники, пропаганды достижений авиации, а также обеспечения массово-политических мероприятий; *поисково-спасательные и аварийно-спасательные* – для проведения поиска и оказания помощи экипажам, пассажирам, летательным аппаратам, морским и речным судам, терпящим бедствие, а также в случаях стихийных бедствий и в соответствии с планом взаимодействия с другими организациями и ведомствами;

– по условиям пилотирования и самолетовождения: *визуальные и полеты по приборам*;

– по району выполнения: *аэродромные* – в районе аэродрома (аэроузла); *трассовые* – по воздушным трассам страны и международным воздушным линиям; *площадные* – в зонах выполнения авиационных работ; *маршрутно-трассовые* – выполняются по установленному маршруту и воздушной трассе (МВЛ) в одном полете;

– по высоте исполнения: *на предельно малых высотах* – до 200 м (включительно) над рельефом местности или водной поверхностью; *на ма-*

*лых высотах* – выше 200 м и до 1000 м (включительно) над рельефом местности или водной поверхностью; *на средних высотах* – выше 1000 м и до 4000 м (включительно) от уровня моря; *на больших высотах* – выше 4000 м и до 12000 м (включительно) от уровня моря; *в стратосфере* – выше 12000 м от уровня моря;

– по физико-географическим условиям: над равнинной, холмистой, горной, пустынной местностью и над водным пространством, в поллярных районах Северного и Южного полушарий;

– по времени суток: *дневные* – в период между восходом и заходом солнца; *ночные* – в период между заходом и восходом солнца; *смешанные* – при выполнении которых в период от взлета до посадки воздушного судна происходит переход от дневного полета к ночному или наоборот.

**В зависимости от функциональной деятельности** авиация подразделяется на гражданскую, государственную и экспериментальную. Использование же воздушного судна в целях государственной авиации и (или) экспериментальной авиации не влечет за собой обязанность получения гражданином или юридическим лицом сертификата (свидетельства) или эквивалентного сертификату (свидетельству) документа.

Гражданская авиация используется для воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов, почты и авиационных работ, которые могут осуществляться как за плату, так и на безвозмездной основе.

Авиационное предприятие – юридическое лицо независимо от его организационно-правовой формы и формы собственности, имеющее основными целями своей деятельности осуществление за плату воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов, почты и (или) выполнение авиационных работ. Участие иностранных инвестиций при создании авиационного предприятия ограничено 49 % уставного капитала, его руководителем не может быть иностранный гражданин и количество иностранных граждан в руководящем органе акционерного авиационного предприятия не может превышать 1/3 всего состава руководящего органа. Авиационное предприятие может создаваться в одной из следующих организационно-правовых форм: хозяйственное товарищество или общество, производственный кооператив, государственное или муниципальное унитарное предприятие. Наряду с авиационным предприятием существуют авиакомпании.

Авиакомпания в отличие от авиационного предприятия может осуществлять деятельность не только за плату, но и безвозмездно, то есть осуществлять деятельность в области авиации общего назначения. Помимо авиационного предприятия она включает в себя также и физическое лицо, зарегистрированное в качестве индивидуального предпринимателя.

**Авиаперевозки** выполняются как регулярными рейсами, так и чартерными. Регулярные рейсы имеют постоянно действующее расписание, не зависящее от цели и количества поездов авиапассажиров. Чартерные рейсы выполняются на договорных началах и в основном используются для перевозки туристов. Особенности авиатуризма в том, что турист может воспользоваться услугами авиакомпании напрямую, заказав у нее билет по выбранному маршруту, или через посредника – турагентство, бюро путешествий и экскурсий и др., где данная услуга сформирована в пакете в виде тура. В последнем случае все претензии по данной услуге, как правило, предъявляются этому посреднику, с которым заключен прямой договор на приобретение путевки. Для таких целей используются обычно самолеты повышенной вместимости. Осуществление чартерного маршрута требует очень большой подготовительной работы: планирование маршрута, заполнение холостых пролетов, получение всех разрешений на воздушный коридор, обеспечение минимально допустимой стоянки в аэропорту прибытия и отправления и др.

Для массовых туристских перевозок, как правило, используется *авиачартер*, т.е. аренда фирмой, – тур или аренда организатором самолета конкретной авиакомпании на определенный срок: один рейс, месяц, сезон, круглогодично и др. В этом случае фирма предлагает компании удобный для туристов график перевозки, а также несет риск заполнения самолета туда и обратно.

Цена чартерной перевозки может быть значительно ниже рейсовой и зависит от арендной платы за самолет, коэффициента загрузки, количества рейсов и др. В цену чартерной перевозки для пассажира включаются также *два холостых перелета*: первый – когда самолет возвращается пустым после отправки первой группы и второй – когда пустой самолет отправляется за последней в сезоне группой. Чартерными перевозками пользуются обычно крупные фирмы-туроператоры, полностью выкупающие арендованные места; в ряде случаев они сдают в субаренду блок-места более мелким фирмам. Иногда арендатором выступают ассоциации туристских агентств, в которые входят небольшие туристские фирмы. Одной из выгодных чартерных перевозок являются *челночные перевозки в виде шоп-туров*. Чартерные рейсы организуются, если с туристским потоком в сезон не справляются плановые рейсовые самолеты или в случае перевозки туристов в места, где рейсовые маршруты отсутствуют или доставка туристов связана с пересадками. Во многих случаях чартерные перевозки туристов осуществляются совместно несколькими авиакомпаниями.

В мировой практике различают следующий *виды коммерческих чартеров*:

– *закрытый*, при котором за перевозку своих сотрудников полностью платит организация, покупающая чартер;

– *целевой* – перевозка специализированных групп пассажиров, объединенных какой-либо целью: футбольные болельщики, спортсмены, летящие на крупные международные соревнования; члены профессиональных ассоциаций, участники фестивалей, паломники и т. п. Заказчиком чартера является соответствующая организация, которая частично может оплатить своим членам перевозку;

– *инклюзив-тур* – перевозка туристов, организованная и оплаченная турфирмой. При этом стоимость билета включается в стоимость тура. Перелет в таком случае обходится туристам достаточно дешево, поскольку цена авиабилета при авиачартере на 30–50 % ниже по сравнению с самыми дешевыми льготными тарифами. Инклюзив-тур и целевой чартер являются наиболее распространенными видами авиаперевозок на чартерном рынке;

– *блок-чартер* – предполагает покупку заказчиком только части коммерческой емкости самолета (20–30 мест) на регулярном рейсе. При этом оплата осуществляется, как правило, за весь блок мест независимо от того, будут использованы все купленные места или нет. Блок-чартер используется обычно в том случае, если у турфирмы недостаточно туристов, чтобы арендовать самолет полностью;

– *нецелевой* – представляет собой перевозку, при которой группа авиапассажиров подбирается вне зависимости от цели путешествия. Организатором такого вида перелета может быть какая-либо транспортная компания, выступающая как посредник при пассажирских перевозках из одного пункта в другой;

– *сплит-чартер* – относится к наиболее сложному виду перевозки пассажиров, которая осуществляется регулярными и нерегулярными рейсами на разных участках маршрута. При этом в формируемую группу могут входить пассажиры, направляющиеся в разные конечные пункты.

При выборе авиационных перевозок используются основные критерии: скорость доставки до цели поездки, комфортабельность полета, тарифы и льготы, надежность и репутация авиакомпании и др. При выборе конкретного авиаперевозчика учитывают вид перевозок (индивидуальная, групповая, бизнес-тур и ТД); наличие туристов на день начала и окончания тура, наличие свободных мест на данный маршрут в требуемом классе, предоставление авиакомпанией льготных тарифов. Большинство авиакомпаний мира предоставляют услуги по перевозке туристов в режиме рейсовых перевозок, чартерных сообщений, обслуживания бизнес и конгресс туров по системе бизнес-офиса, индивидуального обслуживания туристов.

Важным элементом технологии авиаперевозок является система бронирования и продажи авиационных билетов. Значительная часть этой деятельности возложена на туристские фирмы. Крупные туристские фирмы предоставляют все виды туристских услуг, включая бронирование и прода-

жу авиабилетов. Для осуществления самостоятельной продажи авиабилетов или их бронирования требуется аккредитация туроператора со стороны Международной организации авиационного транспорта – IATA. Аккредитация фирмы со стороны IATA связана с выполнением целого ряда других условий: наличие банковской гарантии, наличие страховки, опыт работы в туристском бизнесе, высокая квалификация специалистов, специально оборудованные офисы и др. Технология бронирования и продажи авиабилетов значительно упрощает формирование пакетов туристских услуг (туров) и способствует снижению их себестоимости.

*Структура продажной цены* авиаперевозки формируется с учетом вида перевозки, типа используемых транспортных средств, дальности полета, коэффициента заполнения салона, базовых тарифов и льгот, себестоимости тура, нормативной прибыли, уровня конкурирующих цен, соотношения спроса и предложения и др. Плата за использование самолета называется фрахтом. *Фрахт* исчисляется либо за рейс, либо за почасовое использование воздушного судна. В обеспечение уплаты фрахта предусматривается залоговое право на груз. Передаваемый в чартер самолет обычно остается под командой его командира, распоряжения которого в пределах его компетенции являются обязательными.

Особенности **технологии обслуживания авиапассажиров** включают наличие ряда процедур, направленных на обеспечение гарантии перевозки, соблюдение условий безопасности полетов, а также выполнение требований различных государственных органов, предъявляемых к гражданам, пользующимся услугами авиаперевозчиков. Для прохождения этих процедур пассажир обязан прибыть в аэропорт заблаговременно. Как правило, на международных рейсах время прибытия пассажира в аэропорт составляет 2,5 ч до вылета воздушного судна, а на внутренних – 2 ч. Это время требуется для прохождения пассажиром предполетных административных формальностей и процедуры регистрации. Время начала регистрации билета, оформления багажа перед вылетом устанавливается перевозчиком и должно быть указано в билете или другом документе, вручаемом пассажиру при продаже билета.

Одновременно с регистрацией пассажира происходит *взвешивание* всех его вещей и оформление багажа, сдаваемого для перевозки в багажное отделение воздушного судна. Оператор на стойке регистрации принимает от приемосдатчика отрывные талоны багажных бирок, навешиваемых на зарегистрированный багаж, и вклеивает их на обложку авиабилета. С этого момента авиабилет пассажира становится и багажной квитанцией. Информация о количестве мест, массе зарегистрированного багажа и ручной клади вписывается в билет.

На международных рейсах при регистрации пассажиров проводится *таможенный досмотр* вещей, пограничный паспортный контроль граждан и пограничный досмотр воздушных судов. Таможенный досмотр вылетаю-

щих пассажиров может производиться до регистрации или одновременно с их регистрацией. С учетом того, что таможенная служба страны не должна пропускать ввоз в страну предметов, на которые наложен запрет, ограничения или пошлины, он производится и в аэропорту прилета. При этом также учитываются законодательные акты, действующие на территории того или иного государства. До начала таможенного досмотра авиапассажиру необходимо заполнить и предъявить таможенным органам таможенную декларацию установленной формы.

К особенностям авиаперевозок грузов следует отнести транспортировку автомобилей воздушным транспортом в присутствии сопровождающего лица, который несет ответственность за транспортируемые автомобили и



Рисунок 6.8 – Схема загрузки автомобилей в самолете

также расписывается в сопроводительной документации. Автомобили, транспортируемые воздушным транспортом, должны быть прикреплены креплением к специальным металлическим крючкам внутри самолета (рисунок 6.8). Крепление автомобилей, которые транспортируются грузовыми перевозками воздушным транспортом на длительные расстояния, проверяется специалистами несколько раз на прочность и грузоподъемность.

Технология перевозок грузов воздушным транспортом предусматривает ряд ограничивающих требований:

- к перевозке воздушным транспортом могут быть приняты различные категории грузов, характер упаковки и свойства которых позволяют обеспечить их безопасную авиаперевозку при условии: длительного пребывания при низком барометрическом давлении – до 193 ГПа (до 145 мм рт. ст.), и при температуре  $\pm 60$  °С; воздействия вибрационных перегрузок – до 2,9g; воздействия на ВС в продольном и поперечном направлениях эксплуатационных перегрузок – до 1,0g, в вертикальном направлении – вверх до 1,0g и вниз до 3,0g;

- при перечисленных условиях грузы не должны изменять свои химические, физические и иные свойства, которые могут привести их к порче или повышению степени опасности при воздушной перевозке;

- при перевозке грузов рейсовыми пассажирскими ВС в порядке их догрузки в багажно-грузовые отсеки предельные масса и габариты грузов строго ограничиваются;

- к перевозке воздушным транспортом принимаются также особые категории грузов, которые требуют особых условий транспортировки;

- при международных авиаперевозках грузоотправитель обязан урегулировать все формальности, связанные с вывозом грузов и их ввозом на территорию Республики Беларусь. Грузоотправитель обязан гарантировать вы-

полнение всех положений законодательной базы страны и требований государственных контрольных органов, связанных с такими перевозками. Сюда входит также соблюдение правил транспортирования грузов и их перегрузки на другие воздушные суда в странах, через которые проходит маршрут движения.

## 6.5 Перевозки пассажиров в городах

**Технология работы** городского пассажирского общественного транспорта имеет свои особенности: перевозки пассажиров выполняются по маршрутам, установленным заказчиком перевозки, – органом местного государственного управления; являются доступными и востребованными для широких слоёв населения; предоставляются за плату, утвержденную заказчиком перевозки. С учетом этого транспортные средства, относимые к городскому транспорту, предназначены для перевозки достаточно большого количества пассажиров одновременно и курсируют по определённым маршрутам в соответствии с расписанием.

Работа городского пассажирского общественного транспорта базируется на принципах:

- рационального использования наземного и подземного городского пространства для транспортных нужд граждан;
- регламентов финансирования транспортных благ и услуг общего доступа, а также компенсации: части расходов работы транспорта, не покрываемой за счет оплаты гражданами; негативного воздействия, порождаемого отдельными компонентами транспортной системы на систему транспортных коммуникаций населенных пунктов;
- методологии и технологии транспортного планирования, а также организации и управления городским движением.

Современный городской общественный пассажирский транспорт должен соответствовать базовым критериям: скорости, доступности, комфортабельности, удобства оплаты и навигации, наличия достоверной и актуальной информации о движении транспортных средств, безопасности перевозок, экономичности, экологической чистоты, привлекательности.

В соответствии с приведенными критериями для городского общественного пассажирского транспорта предусматривается организация совмещенных автомобильно-троллейбусных (трамвайных) полос движения в выделенные линии и посадочных площадок на них, выделение линий (по возможности), полностью предназначенных только для движения пассажирских транспортных средств, обеспечение безопасности ускоренного движения рельсового транспорта: лёгкие заграждения, шлагбаумы на малозначительных пересечениях и строительство развязок движения городского пассажирского транспорта в разных уровнях на оживленных пересечениях. Для

удобства пересадок пассажиров производится увязка работы всех видов городского пассажирского транспорта.

При управлении городским общественным пассажирским транспортом используются следующие системы: автоматизированного управления движением пассажирского транспорта на основе технологий АРКАН (значительно позволяет координировать маршруты перемещения транспортных единиц, обеспечивает безопасность, надежность функционирования и бесперебойность движения городского пассажирского транспорта в случае аварийной ситуации); спутниковых технологий ГЛОНАСС/GPS и профессиональной радиосвязи стандарта TETRA. Перед ними поставлены задачи контроля маршрутов передвижения, обеспечения автоматизации действий персонала и двухсторонней радиосвязи между диспетчерским пунктом управления и транспортными средствами, экстренной связи в случае возникновения нештатной ситуации, приема и передачи данных с бортовых компьютеров о состоянии и местонахождении транспортных средств и др.

Движение городского общественного пассажирского транспорта организуется по двум принципам – интервального регулирования и по расписаниям. Система интервального регулирования используется при интенсивном движении транспортных единиц (более 5-6 ед. в час на одном маршруте). При интервальном регулировании устанавливается интервал движения транспортных единиц по маршруту. Система расписаний используется в остальных случаях (расписание движения транспортных единиц с указанием конкретного времени проследования через остановочный пункт).

Частью технологии перевозочного процесса на городском общественном пассажирском транспорте является схема оплаты за проезд: 1) с использованием билетов; 2) электронная; 3) через налоговую систему; 4) с использованием банкоматов и инфо-киосков.

Формы оплаты за проезд с использованием билетов:

– *одноразовая* – приобретение пассажиром билета за одну поездку (продажа билета кондуктором, приобретение талона на одну поездку в киосках или у водителя);

– *за многократную поездку* – приобретение пассажиром проездного билета: по количеству видов транспорта – на один или несколько видов транспорта, по продолжительности поездки – на декаду, рабочую неделю, месяц.

Технология перевозок пассажиров общественным пассажирским транспортом предусматривает организацию маршрутной сети, нормирование времени движения транспортных средств на маршрутах, составление маршрутных расписаний и регулирования движения транспортных средств.

Организация маршрутной сети движения городского общественного пассажирского транспорта включает:

– разработку технико-экономических показателей: длины и протяженность трассы маршрута, количества остановочных пунктов на маршруте, средней протяженности перегонов, продолжительности рейса в одном направлении движения и обратного рейса, количества рейсов, количества транспортных средств на маршруте, интервала движения;

– выбор критерия оптимальности маршрута – определение минимума суммарных затрат времени пассажира, затрачиваемого на поездку;

– эффективное использование транспортных средств – равномерное их наполнение по всей протяженности маршрута, оценка системы светофорного регулирования и простоя подвижного состава;

– оценку улично-дорожной сети населенного пункта – поиск возможности выделения отдельных полос для движения общественного пассажирского транспорта, устройства остановочных пунктов, обеспечения безопасности перевозки пассажиров.

По результатам формирования маршрутной сети создается *транспортная схема и транспортные районы населенных пунктов*. При этом учитываются следующие факторы: планировочные особенности населенных пунктов, численность жителей, природно-климатические особенности, экономический потенциал населенного пункта, уровень развития транспортной системы; и принципы: построение сети по кратчайшим расстояниям, соединяющим все районы населенного пункта; протяженность транспортной сети должна быть минимальной при условии максимального транспортного обслуживания территории населенного пункта; основные транспортные районы должны быть связаны беспересадочными маршрутами; плотность транспортной сети в центральной части населенного пункта должна быть больше, чем на его периферии; расстояние от наиболее удаленной точки жилой застройки до магистральной улицы не должно превышать 500 м в центральной части, а в зонах многоэтажной застройки и периферийной части – 750 м.

Маршруты городского пассажирского транспорта подразделяют: на *диаметральные*, соединяющие окраины населенного пункта и проходящие через его центр; *радиальные*, соединяющие окраины населенного пункта с центральной его частью или узловыми пунктами; *полудиаметральные*, соединяющие два и более городских района и проходящие через центр; *кольцевые*, которые имеют начальный и конечный пункты в одной точке населенного пункта; *трансгенциальные* (хордовые), которые соединяют отдельные районы города и не проходят через его центр.

Для каждого маршрута выбирается *тип подвижного состава* с учетом следующих факторов:

– мощность пассажиропотока в одном из направлений на наиболее загруженной части маршрута;

- неравномерность распределения пассажиропотоков по участкам маршрута и часам суток;
- целесообразный интервал следования подвижного состава по часам суток;
- дорожные условия движения подвижного состава и пропускная способность улиц;
- провозная способность подвижного состава всех видов транспорта, следующих по маршруту;
- себестоимость перевозок на каждом виде транспорта.

В зависимости от организации работы транспортных средств на маршруте в течение суток в населенном пункте функционируют: основные, ночные, дневные, дополнительные и производственные маршруты. Поэтому при организации маршрутной сети учитывают, чтобы каждый квартал или микрорайон населенного пункта был связан с крупными пассажирообразующими пунктами (предприятия, вокзалы, автостанции, учебные заведения, спортивно-зрелищные учреждения). Маршрутная сеть постоянно совершенствуется, что связано с появлением новых предприятий, микрорайонов, развлекательных учреждений. К мерам по её совершенствованию относятся: оптимизация структуры маршрутов, введение укороченных скоростных и экспрессных маршрутов, сокращение пересадочности и непрямолинейности маршрутов, введение маршрутов по ценовому параметру: социальных (более дешевых), эконом-класса (обслуживаемых с меньшим количеством остановок и более комфортабельным составом), бизнес-класса (предназначенных для ускоренной перевозки пассажиров). Для каждого маршрута выполняется нормирование времени движения подвижного состава, скоростей движения, организация работы подвижного состава на городских маршрутах.

*Нормирование времени движения* транспортных средств на маршрутах – установление норм продолжительности движения подвижного состава между остановочными пунктами. Оно выполняется с учетом продолжительности движения подвижного состава на перегонах, величины пассажирообмена на остановочных пунктах, продолжительности межрейсовых отстояв на конечных пунктах маршрутов. Правильно установленное время рейса определяет минимально допустимые затраты времени пассажиров на поездки. Необоснованно принятое время приводит к неоправданно низким скоростям движения подвижного состава, продолжительным простоям на конечных и промежуточных остановках, несоблюдению правил дорожного движения, снижению уровня безопасности движения, нарушению правил посадки-высадки пассажиров из-за недостатка времени. Время движения нормируют при его открытии и для действующих маршрутов два раза в год – в начале осенне-зимнего и весенне-летнего сезонов. Норматив включается в паспорт маршрута.

*Нормирование скорости движения* транспортных средств на маршрутах и времени его простоев выполняется в целях обеспечения безопасного и эффек-

тивного использования подвижного состава, оценки производительности труда водителей, сокращения продолжительности поездки пассажиров.

На городском общественном пассажирском транспорте различают следующие скорости движения: *конструктивную* – допустимую конструкцией данного подвижного состава, которую устанавливает его изготовитель; *предельно допустимую* – разрешенную Правилами дорожного движения; *техническую* – скорость движения транспортного средства с учетом затрат на движение, включая задержки, вызванные знаками Правил дорожного движения; *сообщения* – скорость движения транспортного средства с учетом затрат на остановки; *эксплуатационную* – скорость движения транспортного средства с учетом затрат на остановки и продолжительность отстоя на конечных пунктах.

Организация работы подвижного состава на городских маршрутах производится для обеспечения оптимального наполнения транспортных средств пассажирами, минимизации продолжительности ожидания пассажиров на остановках, выполнения спроса на перевозки пассажиров. Основными характеристиками организации движения транспортных средств на городских маршрутах являются частота и интервал движения. *Частотой* движения называют количество транспортных средств, проходящих за час через остановочный пункт маршрута. Она зависит от количества транспортных единиц, работающих на маршруте. *Интервалом* движения называют продолжительность времени между проездом определенного пункта маршрута двумя следующими друг за другом транспортными единицами, работающими на маршруте. Интервал движения используется для оценки номинальной вместимости транспортных средств и выбора его марки.

С учетом того, что часы пик на различных городских маршрутах не всегда совпадают, то производится перераспределение транспортных единиц между маршрутами. Формирование возможных вариантов такого перераспределения происходит при следующих условиях: коэффициент наполнения транспортных средств на лимитирующем перегоне маршрута, на который предполагается перестановка, должен быть больше единицы; коэффициент наполнения транспортных средств на лимитирующем перегоне маршрута, с которого предполагается снятие единиц подвижного состава, должен быть меньше единицы. Целесообразное количество перемещаемых транспортных единиц определяется по минимуму суммарных затрат времени пассажиров на конкретных маршрутах по основным элементам поездки.

Итоги работы городского пассажирского общественного транспорта характеризует показатель качества, выраженный доступностью:

– транспортной – возможность получения транспортного обслуживания гражданами по условиям удаленности пассажира от места его постоянного проживания, работы или социума (здравоохранения, образования, культуры). Для условий Республики Беларусь предусматривается 500–750 м;

– информационной – выполнение комплекса требований по размещению табличек и указателей на транспортных средствах, остановочных пунктах и линейных сооружениях общественного транспорта, издание схем маршрутов движения;

– тарифной – удовлетворение транспортными услугами по ценовому параметру. Тарифы согласовываются органами государственной власти.

Результативность получения транспортной услуги включает: затраты времени пассажира на выполнение поездки, продолжительность ожидания посадки в транспортное средство; надёжность обслуживания – регулярность и безопасность совершения поездок пассажирами, гарантированность заявленного уровня обслуживания, регулярность и точность движения транспорта; удобство получения услуг пассажирами – определяется степенью наполнения салона транспортного средства (предельный норматив – 8 пас. на 1 кв. м, комфортный – 3 пас.), комфортабельностью транспортных средств и вежливостью служебного персонала.

## 6.6 Трубопроводный транспорт

Технология работы трубопроводного транспорта связана с перемещением как самих сред (воды, углеводородного сырья, продуктов нефтяных и газовых месторождений, продуктов переработки нефти и газа и т.д.), так и твёрдых материалов в несущих средах. В зависимости от несущей среды трубопроводный транспорт бывает *гидравлический* (напорный и безнапорный) и *пневматический* (нагнетательный и всасывающий). По технологическим признакам трубопроводный транспорт относят к следующим его разновидностям: *технологический*, связывающий технологические процессы внутри предприятия (длина 1–3 км), *промышленный* – транспортировка груза производится между предприятиями одной отрасли (до 10–15 км); *магистральный* – между предприятиями различных отраслей либо различными государствами (на десятки, сотни и даже тысячи километров).

В соответствии с функциональным назначением трубопроводного транспорта различают его виды: *магистральный* – трубопроводы, по которым нефть, нефтепродукты, природный газ, вода перекачиваются от места добычи, переработки или забора к месту потребления; *промышленный*, который обслуживает непосредственно отдельные предприятия – сельскохозяйственные, строительные и др., обеспечивает нормальное функционирование их производства. В состав промышленного транспорта включен внутри- и цеховой технологический, а также внешний промышленный транспорт (находится на стыке с транспортом общего пользования – ввозит сырьё от магистрального транспорта и передает ему готовую продукцию от цехов).

Технология работы трубопроводного транспорта характеризуется непрерывностью перекачки грузов. Для повышения производительности

сти трубопровода, а иногда для осуществления перекачки, например особо вязких сортов той же нефти, возникает технологическая необходимость изменения физико-химических свойств грузов, так как температурный режим, или вязкость, либо другие особенности при их добыче могут отрицательно влиять на производительность подвижного состава. Одним из прогрессивных технических решений повышения эффективности трубопроводного транспорта газа является его транспортировка в охлаждённом или сжиженном состоянии, что позволяет увеличить пропускную способность газопроводов и снизить капиталовложения от 15 до 80 % в зависимости от степени охлаждения. Низкотемпературные трубопроводы оснащены головными и промежуточными холодильными станциями, сам трубопровод теплоизолирован, перекачка сжиженного газа ведётся насосными агрегатами аналогично перекачке нефти. Поэтому в отдельных случаях осуществляют подогрев или понижение температуры, обезвоживание, смешение, дегазацию (разложение отравляющих веществ, выделяемых химическими соединениями, до нетоксичных продуктов) и другие действия.

В работе трубопроводного транспорта выделяют его преимущества и недостатки. *Преимущества*: самый дешёвый вид для транспортировки; малые потери продуктов перекачки из-за высокой герметичности труб (герметичность уменьшает потери в 2–3 раза по сравнению с железной и автомобильной дорогами); возможность быстрого строительства трубопроводов даже в сложных условиях (трубу можно проложить между любыми пунктами по более короткому направлению с преодолением водных преград); первоначальные удельные затраты на строительство одного километра трубопровода в два раза ниже, чем на строительство железной или автомобильной дороги с соответствующей провозной способностью; эксплуатация трубопроводного транспорта непрерывно надёжна, т.е. не зависит от климата и времени года; полная автоматизация процесса, поэтому небольшой штат обслуживания, а отсюда большая производительность труда; низкая себестоимость транспортировки грузов (в три раза дешевле, чем на железной дороге); возможность использования земли в сельском хозяйстве на уже построенных трубопроводах; полная автоматизация операций налива, слива, перекачки. *Недостатки*: большая металлоёмкость (дорогостоящие трубы); как нефть, так и газ должны быть специально подготовлены к транспортировке на промыслах; требуется постоянное обновление газопроводов и их агрегатов; узкая специализация по видам груза.

Наибольшую сложность в эксплуатации трубопроводного транспорта представляет переход через реки и крупные водоёмы. При этом он пред-

ставляет также экологическую опасность для окружающей среды, так как разрыв трубопровода не сразу обнаруживается и сложно исправляется (рисунок 6.9).



Рисунок 6.9 – Подводный переход нефтепровода через реки

Для повышения эффективности работы компании, обслуживающей данный нефтепровод, необходимо создание корпоративной ГИС, обеспечивающей интеграцию всех ресурсов для пространственного анализа, решения аналитических и прикладных задач. Объединение такой системы с ГИС МЧС, например, поможет в наиболее быстром реагировании и эффективном устранении последствий аварийных ситуаций.

Для борьбы с внутренней коррозией и потерей тепла используют трубы с антикоррозионными теплоизоляционным покрытием:

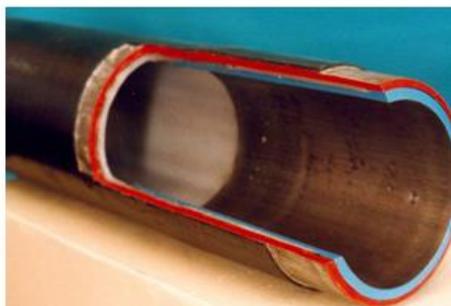


Рисунок 6.10 – Вид внутренней структуры металлопластиковой трубы

более +60 °С;

2) с *внутренним полимерным покрытием*. При их производстве используется термическое обезжиривание в печах, а абразивная очистка внутренней поверхности труб производится на специальных установках с помощью

При эксплуатации нефте-трубопроводов основной задачей становится **управление**. Инженерные исследования и географическая информация постоянно обновляются, изучение и объективная интерпретация со-

1) *металлопластиковые* – это стальные трубы, футерованные полиэтиленовой оболочкой и с наружной двухслойной полиэтиленовой изоляцией. Концы таких труб имеют конструкцию, позволяющую при сооружении трубопровода осуществлять сварное соединение по традиционной технологии, с помощью электродуговой сварки (рисунок 6.10). Максимальная допустимая температура транспортируемой среды – не

электрокорунда, с целью очистки от коррозионных и прочих отложений и придания очищенной поверхности необходимой шероховатости в пределах 25–75 мкм. На подготовленную поверхность наносится одно- или многослойное полимерное покрытие. Такие трубы предназначены для сооружения технологических трубопроводов обустройства нефтяных месторождений, для транспортирования нефти, газа, агрессивных сточных вод и их смесей, пресной воды в системах водоснабжения, различных грузов химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей отраслей промышленности, к которым покрытие химически стойкое. Допустимая температура транспортируемой среды определяется стойкостью покрытия и не должна превышать +60 °С, но изготавливаются стальные трубы с другими покрытиями, имеющими повышенную *термостойкость* до 2000 °С;

3) *нового поколения с полимерным термостойким и износостойким внутренним и наружным консервационным покрытием с наваренными износостойкими кольцами на замковые части* (рисунок 6.11);

4) *стальные с внутренним цементно-песчаным покрытием и с наружной полиэтиленовой изоляцией (ЦПП)* предназначены для трубопроводов, транспортирующих пресные воды питьевого, хозяйственно-бытового и промышленного назначения (рисунок 6.12);

5) *стальные теплоизолированные*, которые имеют внутреннее покрытие и наружную теплоизоляцию. Теплоизоляция из пенополиуретана, нанесённая на стальные трубы, предназначена для сохранения температуры перекачиваемой среды и защиты от коррозии как внутренней, так и наружной поверхности стальных труб и фланцевых частей (рисунок 6.13). Нанесение пенополиуретана позволяет удерживать собственный вес с многократным запасом прочности. Защитная



Рисунок 6.11 – Внутренне покрытие стальных труб



Рисунок 6.12 – Внешний вид труб с внутренним цементно-песчаным покрытием

оцинкованная наружная оболочка обладает способностью отражать до 12 % тепловой энергии и позволяет сохранять защитные свойства на весь срок эксплуатации трубопровода. Теплоизоляция из пенополиуретана, нанесённая на стальные трубы, предназначена для сохранения температуры перекачиваемой массы и защиты от коррозии как внутренней, так и наружной поверхностей стальных труб и фасонных частей. При этом стальные трубы, изготовленные по такой технологии, имеют повышенную термостойкость до 2000 °С. Трубопроводы, сооруженные из труб повышенной надёжности, имеют следующие преимущества: уменьшаются гидравлические потери; увеличивается срок службы труб и трубопроводов;



Рисунок 6.13 – Внешний вид труб с внутренним пенополиуретановым

имеют высокую экономическую эффективность.

**Основные показатели работы трубопроводного транспорта:** объем перевозок (перекачки) нефти, нефтепродуктов и газа в тоннах; объем выполненной работы в тонно-километрах. Первоначальное отправление груза, принятого предприятиями трубопроводного транспорта, для доставки из районов добычи (производства) или из-за границы в пункты потребления (перевалочные базы, предприятия по переработке, газораспределительные станции, пункты налива в вагоны-цистерны, танкерные суда, автомобили-цистерны и т. п.) определяется в момент закачки груза в трубопровод по показаниям расходомеров и счетчиков. Сдача груза получателю также производится в конечном пункте назначения груза.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

**В** данном учебном пособии раскрыто современное представление о видах транспорта. Изложена краткая история развития каждого вида транспорта, дающая представление об особенностях исторического пути создания и эксплуатации транспортных средств, транспортной инфраструктуры, технологических принципов организации работы. В актуальной форме приведены организационно-правовые основы функционирования видов транспорта, управления каждым видом транспорта и транспортной системой страны в целом, основные сведения о транспортных средствах, используемых на современных видах транспорта для перевозки грузов и пассажиров.

С учетом создания современных транспортных коммуникаций и реализации смелых проектов и инициатив на видах транспорта, показаны способности и технические возможности будущих специалистов по их адаптации к современным требованиям и потребностям транспортного комплекса страны. Предлагаемое учебное пособие позволит студентам транспортных специальностей шире смотреть на возможности каждого вида транспорта, использовать богатейший исторический опыт предшественников при разработке новых транспортных систем, формировании мировоззрения инженера-транспортника.

Изучение общего курса транспорта, предусмотренное учебным планом и учебной программой, позволит формировать при подготовке специалистов навыки идеологического, воспитательного и познавательного характера, необходимые при его становлении как специалиста в области транспортной деятельности. В пособии определены основы идеологии белорусского государства в области инвестиционной политики на транспорте, основанной на традициях, заложенных при создании и развитии транспортной системы Республики Беларусь как государства, расположенного в центре Европы и имеющего транспортные связи со всеми новыми государствами континента. Познавательный характер пособия определяется наличием конкретного информационного наполнения о каждом виде транспорта, которое в значительной мере поможет студентам более грамотно изучать профильные дисциплины по специальности.

Пособие будет полезно студентам не только при подготовке к экзаменам и зачетам (в зависимости от выбранной специальности), но и при выполнении научно-исследовательских рефератов по изучаемому предмету и проведении ежегодных студенческих научных конференций, а также при написании магистерских диссертаций.

---

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

---

- 1 История создания водных путей сообщения.
- 2 История создания водных транспортных средств.
- 3 История создания водных путей сообщения славянских государств.
- 4 Использование пара на водном транспорте.
- 5 Использование дизельных двигателей на водном транспорте.
- 6 Исторический опыт использования пассажирских транспортных средств на водном транспорте.
- 7 История создания самолетов для пассажирских перевозок.
- 8 История создания самолетов для грузовых перевозок.
- 9 История создания воздушных путей сообщения.
- 10 История создания вертолётов.
- 11 История создания городского пассажирского общественного транспорта.
- 12 История создания автобусов.
- 13 История создания троллейбусов.
- 14 История создания трамваев.
- 15 История создания паровозов.
- 16 История создания вагонов.
- 17 История создания тепловозов.
- 18 История создания электровозов.
- 19 История создания электропоездов.
- 20 История создания дизель-поездов.
- 21 История создания транспортных средств для скоростных железных дорог.
- 22 История создания рельсовых автобусов.
- 23 История создания инфраструктуры железнодорожного транспорта.
- 24 История создания вокзалов на железной дороге.
- 25 История создания железнодорожных станций.
- 26 Роль транспорта для страны.
- 27 Классификация транспортных систем.
- 28 Нагрузка на транспортную систему.
- 29 Транспортные потоки.
- 30 Функциональные особенности видов транспорта.
- 31 Органы управления транспортной системой Республики Беларусь.
- 32 Организационно-правовые основы управления на автомобильном транспорте.
- 33 Организационно-правовые основы управления на железнодорожном транспорте.
- 34 Организационно-правовые основы управления на водном транспорте.
- 35 Организационно-правовые основы управления на воздушном транспорте.
- 36 Согласованная транспортная политика сопредельных государств.
- 37 Подвижной состав на автомобильном транспорте.
- 38 Подвижной состав на железнодорожном транспорте.
- 39 Подвижной состав на водном транспорте.
- 40 Подвижной состав на городском пассажирском общественном транспорте.
- 41 Искусственные сооружения на транспорте.

- 42 Инфраструктура железнодорожного транспорта.
- 43 Устройства железнодорожного пути: рельсы, стрелочные переводы.
- 44 Инфраструктура автодорожного транспорта.
- 45 Предприятия придорожного сервиса.
- 46 Инфраструктура водного транспорта.
- 47 Инфраструктура городского общественного пассажирского транспорта.
- 48 Инфраструктура трубопроводного транспорта.
- 49 Технологические основы работы автомобильного транспорта при выполнении пассажирских перевозок.
- 50 Технологические основы работы автомобильного транспорта при выполнении грузовых перевозок.
- 51 Технологические основы работы железнодорожного транспорта при выполнении пассажирских перевозок.
- 52 Технологические основы работы железнодорожного транспорта при выполнении грузовых перевозок.
- 53 Технологические основы работы водного транспорта при выполнении пассажирских перевозок.
- 54 Технологические основы работы водного транспорта при выполнении грузовых перевозок.
- 55 Технологические основы работы городского пассажирского общественного транспорта.
- 56 Технологические основы работы трубопроводного транспорта.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

- 1 Алексеева, М. М. Планирование деятельности фирмы : учеб.-метод. пособие / М. М. Алексеева. – М. : Финансы и статистика, 2009. – 499 с.
- 2 Боголюбов, Н. П. История корабля. Т. 1. Ч. 1. Судостроение и судоходство в древние времена. Ч. 2. Судостроение и судоходство в средние века / Н. П. Боголюбов. – М. : Книга по требованию, 2012. – 367 с.
- 3 Вагонное хозяйство : учеб. для вузов / П. А. Устич [и др.]. – М. : Маршрут, 2003. – 560 с.
- 4 Ванчукевич, В. Ф. Автомобильные перевозки : учеб. пособие / В. Ф. Ванчукевич, В. Н. Седюкевич, В. С. Холупов. – Мн. : Дизайн ПРО, 1999. – 224 с.
- 5 Гизатуллина, В. Г. Анализ хозяйственной деятельности железнодорожной отрасли. Практикум : учеб. пособие / В. Г. Гизатуллина, А. А. Михальченко ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2006. – 232 с.
- 6 Гирш, О. Л. Менеджмент предприятий гражданской авиации : учеб. пособие / О. Л. Гирш. – М. : Мир, 2008. – 236 с.
- 7 Гридошко, В. И. Вагонное хозяйство : учеб. пособие для вузов / В. И. Гридошко, В. П. Бугаев, Н. З. Криворучко. – М. : Транспорт, 1988. – 295 с.
- 8 Евсеева, А. А. Международные перевозки / А. А. Евсеева, Е. В. Серафимова. – М. : Феникс, 2011. – 413 с.
- 9 Единая транспортная система / под ред. В. Г. Галабурды. – М. : Транспорт, 2001. – 295 с.
- 10 Железные дороги: общий курс : учеб. для вузов / М. М. Уздин [и др.]. – СПб. : Информ. центр «Выбор», 2002. – 368 с.
- 11 Железнодорожный путь : учеб. для вузов / Т. Г. Яковлева [и др.]. – М. : Транспорт, 1999. – 405 с.
- 12 Железнодорожные станции и узлы : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В. Г. Шубко, [и др.]. – М. : УМК МПС России, 2002. – 368 с.
- 13 Железнодорожный транспорт : энциклопедия. – М. : Науч. изд-во «Большая Российская энциклопедия», 1994. – 540 с.
- 14 История транспорта : учеб. пособие / А. А. Михальченко [и др.] ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 366 с.
- 15 Карпова, Т. П. Управленческий учет : учеб. пособие / Т. П. Карпова. – М. : ЮНИТИ, 2008. – 329 с.
- 16 Ковалев, В. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия : учеб. пособие / В. В. Ковалев. – М. : Проспект, 2009. – 420 с.
- 17 Казаков, Н. Н. Организация работы речного флота : учеб. пособие / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 294 с.
- 18 Либерман, И. А. Управление затратами : учеб. пособие / И. А. Либерман. – М. : ИТК Дашков и К, 2008. – 619 с.

- 19 Майборода, М. Е. Грузовые автомобильные перевозки : учеб. пособие / М. Е. Майборода, В. В. Беднарский. – М. : Феникс, 2008. – 442 с.
- 20 Михальченко А. А. Маркетинг на транспорте : учеб. пособие / А. А. Михальченко, М. И. Шкурин. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 322 с.
- 21 История транспорта : учеб. пособие / А. А. Михальченко [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 366 с.
- 22 Михальченко, А. А. Общий курс железных дорог : учеб.-метод. пособие / А. А. Михальченко, Б. Б. Парфенов. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 83 с.
- 23 Михальченко, А. А. Логистика : учеб.-метод. пособие / А. А. Михальченко, Б. Б. Парфенов. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 67 с.
- 24 Михальченко, А. А. Общий курс транспорта : учеб.-метод. пособие / А. А. Михальченко, Б. Б. Парфенов. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 92 с.
- 25 Михальченко, А. А. Оценка единой транспортной сети региона : учеб.-метод. пособие / А. А. Михальченко. – Гомель : БелГУТ, 2006. – 63 с.
- 26 Николаева, С. А. Управленческий учет : учеб. пособие / С. А. Николаева. – М. : ИПБ - БИНФА, 2009. – 125 с.
- 27 Общий курс железных дорог : учеб. пособие / Ю. И. Ефименко [и др.]. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 256 с.
- 28 Основы теории транспортных процессов и систем : учеб. пособие / А. А. Михальченко [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 379 с.
- 29 Пассажи́рские автомоби́льные перево́зки / под ред. Н. Б. Островского. – М. : Транспорт, 1998. – 220 с.
- 30 Пермовский, А. А. Пассажи́рские перево́зки : учеб. пособие / А. А. Пермовский. – Нижний Новгород: УО «НГПУ», 2011. – 164 с.
- 31 Соболев, Д. А. История самолётов. Начальный период : учеб. пособие / Д. А. Соболев. – М. : РОССПЭН, 1995. – 343 с.
- 32 Ярошевич, В. П. Транспорт : учеб. пособие / В. П. Ярошевич, М. И. Шкурин. – Гомель : БелГУТ 2001.– 389 с.