

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Экономика и логистика»

Т. В. Пильгун
Ю. А. Осипова

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Учебно-методическое пособие
для обучающихся по специальности 1-27 02 01
«Транспортная логистика (по направлениям)»

В 2 частях

Часть 1

ИНФРАСТРУКТУРА ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области экономики и организации производства*

Минск
БНТУ
2023

УДК 656:005.932(076.5)
ББК 65.291.592-81*65.37я73
П32

Рецензенты:

кафедра «Управление грузовой и коммерческой работой»
Белорусского государственного университета транспорта
(зав. кафедрой, д-р экон. наук, профессор *И. А. Еловой*);
профессор кафедры «Логистика и ценовая политика»
Белорусского государственного экономического университета,
д-р экон. наук, профессор *Т. Г. Зорина*

Пильгун, Т. В.

П32 Транспортные системы : учебно-методическое пособие для обучающихся по специальности 1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)» : в 2 ч. / Т. В. Пильгун, Ю. А. Осипова. – Минск : БНТУ, 2023. – Ч. 1: Инфраструктура грузовых перевозок. – 87 с.

В настоящем пособии представлены теоретические основы и состояние развития инфраструктуры грузовых перевозок, которая является важным составляющим элементом транспортных систем каждого из видов транспорта. Приводятся методические рекомендации по оценке показателей использования инфраструктуры грузовых перевозок.

Учебно-методическое пособие полезно для развития профессиональных компетенций у обучающихся по специальностям, связанным с транспортно-логистической деятельностью, самообразования и проведения практических работ по дисциплине «Транспортные системы».

УДК 656:005.932(076.5)
ББК 65.291.592-81*65.37я73

ISBN 978-985-583-827-3 (Ч. 1)
ISBN 978-985-583-826-6

© Пильгун Т. В., Осипова Ю. А., 2023
© Белорусский национальный
технический университет, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ИНФРАСТРУКТУРА – ОСНОВА РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ.....	5
2. ИНФРАСТРУКТУРА ВИДОВ ТРАНСПОРТА.....	17
2.1. Автомобильный транспорт	17
2.2. Железнодорожный транспорт.....	28
2.3. Водный транспорт.....	42
2.4. Воздушный транспорт	57
2.5. Трубопроводный транспорт.....	66
3. ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕРМИНАЛЫ	73
4. ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК.....	77
4.1. Показатели использования транспортной сети.....	77
4.2. Показатели использования транспортных средств.....	82
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	86

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие направлено на развитие компетенций у обучающихся по специальности «Транспортная логистика» в рамках освоения дисциплины «Транспортные системы».

Основные задачи учебно-методического пособия:

– освоение обучающимися теоретических основ, понятийного аппарата и значимости инфраструктуры для функционирования и развития транспортных систем;

– ознакомление обучающихся с современным состоянием и уровнем развития инфраструктуры различных видов транспорта;

– приобретение навыков расчета показателей использования транспортной инфраструктуры при организации грузовых перевозок.

Учебно-методическое пособие состоит из четырех разделов. В первом разделе представлены сущность и общая характеристика транспортной инфраструктуры как основы и важного функционального элемента транспортных систем. Во втором разделе раскрываются особенности развития инфраструктуры разных видов транспорта: автомобильного, железнодорожного, водного, воздушного, трубопроводного. В третьем и четвертом разделах соответственно приводится характеристика терминальной транспортной инфраструктуры – основы взаимодействия видов транспорта в процессах доставки грузов, а также показатели оценки использования транспортной инфраструктуры грузовых перевозок и формулы для их расчета.

1. ИНФРАСТРУКТУРА – ОСНОВА РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Под термином «инфраструктура» на интуитивном уровне понимают объекты, созданные человеком, использующиеся для ведения бизнеса, а также обеспечивающие жизнь общества или человека. С учетом этого принято считать, что инфраструктура – комплекс взаимосвязанных и обслуживающих структур или объектов, которые обеспечивают какую-либо из сфер деятельности общества: производственные предприятия, дороги, связи, транспорт, образование, здравоохранение и т. п.

Во многих экономических и финансовых словарях можно увидеть определения понятия «инфраструктура», суть которых сводится к следующему – это совокупность отраслей, предприятий и организаций, призванных создавать условия для нормального функционирования производства и обращения товаров, а также жизнедеятельности людей. Соответственно, инфраструктуру классифицируют как производственную и социальную (непроизводственную).

Производственная инфраструктура обеспечивает условия для развития процессов материального производства: перемещение и хранение сырья, топлива, энергии, различных материалов и готовой продукции, передачу информации и т. п. К производственной инфраструктуре относятся:

- 1) транспортная инфраструктура, в том числе пути сообщения, транспортные средства, устройства и оборудование;
- 2) инженерные сооружения и устройства в производственно-экономических системах, в том числе в промышленности и сельском хозяйстве;
- 3) коммуникации и сети, среди которых линии электропередачи (ЛЭП) и распределительные сети, нефтепроводы и газопроводы, телефонные сети и т. п.

Соответственно, в рамках производственной инфраструктуры различают транспортную, инженерную, рыночную, информационную и другие виды инфраструктур, обеспечивающие материальное производство.

Социальная инфраструктура функционально обеспечивает условия для нормальной жизнедеятельности населения. Социальную инфра-

структуру обслуживают и развивают: жилищное и коммунальное хозяйство, здравоохранение, физкультура и спорт, розничная торговля, общественное питание, бытовое обслуживание, система образования, учреждения культуры, наука и т. п.

Инфраструктура, как производственная, так и социальная, обеспечивает целостность и комплексность народного хозяйства на различных его уровнях. Кроме того, она играет значительную роль в процессе освоения новых территорий, сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. При строительстве новых объектов необходимая инфраструктура создается в первую очередь.

Транспорт относят к материальному производству, так как основная его задача – обеспечение устойчивой деятельности экономической системы в целом. Отсюда следует, что продукция транспорта имеет материальный характер и выражается в перемещении вещественного продукта других отраслей. Транспорт является частью инфраструктуры любого государства. Некоторые ученые-экономисты придерживаются мнения, что процесс производства не считается законченным без поставки продукции потребителю.

Транспорт является системообразующей отраслью, имеющей тесные связи со всеми элементами экономики и социальной сферы.

Термин «транспортная система» употребляется применительно к континенту, государству, региону или крупному городу.

Транспортная система (с точки зрения теории систем¹) – это связанная в целое совокупность работников, транспортных средств и оборудования, элементов транспортной инфраструктуры и инфраструктуры субъектов перевозки, включая систему управления, направленная на эффективное перемещение грузов и пассажиров.

Применяют и другое определение (общее и наиболее распространенное). Транспортная система – это комплекс различных видов транспорта, находящихся во взаимодействии при выполнении перевозок. Структура транспортной системы, включающая все виды транспорта, представлена на рис. 1.1.

¹ Система – совокупность элементов, находящихся в связях друг с другом и со средой, образующих определенную целостность, единство. (Горев, А. Э. Основы теории транспортных систем : учеб. пособие / А. Э. Горев. – СПб. : СПбГАСУ, 2010. – 214 с.).

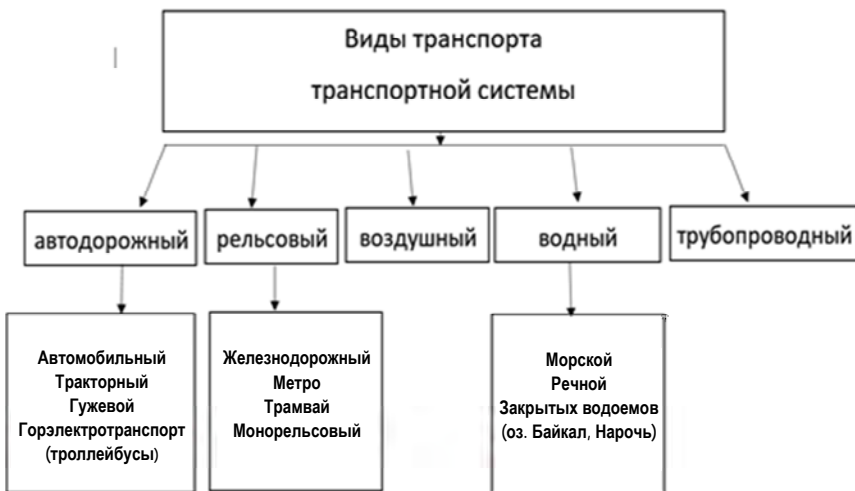


Рис. 1.1. Структура транспортной системы по видам транспорта

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

В транспортной системе различают транспорт общего и необщего пользования (рис. 1.2). Транспорт общего пользования обеспечивает перемещение различных видов продукции между производителями и потребителями и пассажиров, осуществляет общедоступное транспортное обслуживание.

В отличие от транспорта общего пользования, транспорт необщего пользования используется для внутрипроизводственных, технологических потребностей предприятий промышленности и агросектора (выполняет перевозки сотрудников предприятия и продукции внутри сферы производства) [1].

Транспорт общего пользования составляет основу единой транспортной системы государства. При характеристике транспортной системы используют такие базовые понятия, как транспортная инфраструктура, транспортная сеть, транспортный узел.

В учебной литературе и нормативных законодательных источниках встречается множество определений транспортной инфраструктуры. Однако суть понятия однозначна – это физические объекты, которые используются для перемещения и преобразования материального потока (в настоящем случае: грузов, пассажиров и багажа)

в пространстве и времени. Например, транспортные средства и пути сообщений – объекты транспортной инфраструктуры для преобразования материального потока в пространстве, а склады и логистические терминалы – объекты транспортной инфраструктуры для преобразования материального потока во времени.

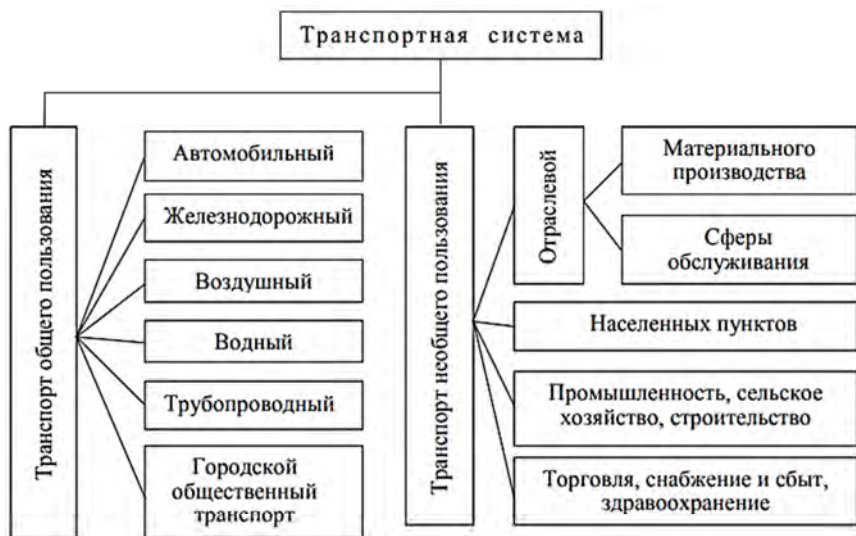


Рис. 1.2. Структурная характеристика транспортной системы

Приведем наиболее приемлемое в рамках задач данного учебного пособия определение в общем виде.

*Транспортная инфраструктура*² – транспортные коммуникации, терминалы, логистические центры и иные сооружения, устройства и оборудование, обеспечивающие работу транспорта при осуществлении перевозок грузов, пассажиров и багажа.

К объектам транспортной инфраструктуры относят транспортную сеть, технические сооружения, грузовые и пассажирские вокзалы и станции, а также организационно-технологические структуры:

² Приложение 2 к Постановлению Межпарламентской Ассамблеи Евразийского экономического сообщества от 28 мая 2004 г. № 5-17 «О законопроектных предложениях по Основам таможенного законодательства ЕврАзЭС, Основам транспортного законодательства ЕврАзЭС, Основам законодательства ЕврАзЭС об энергетике».

транспортные и транспортно-логистические предприятия, транспортные средства, складские комплексы, терминальные комплексы [2, 3].

Транспортная сеть является элементом транспортной инфраструктуры и представляет собой совокупность транспортных путей и транспортных узлов. Задача транспортной сети – обеспечение устойчивых внутринациональных и внешнеэкономических связей между населенными пунктами, экономическими центрами, регионами, а также пространственное и функциональное единство транспортной системы.

Под транспортными путями понимаются наземные, водные и воздушные пути сообщения (автодороги, железнодорожные линии, реки, каналы, трубопроводы и др.) с расположенными на них постоянными устройствами (железнодорожные вокзалы и станции, морские и речные порты, судоходные гидротехнические сооружения, аэропорты, аэродромы, транспортные терминалы, метрополитены, тоннели, транспортные развязки и другие объекты).

В составе транспортной сети выделяют транспортные пути общего и необщего пользования.

К транспортным путям общего пользования относятся пути сообщения, доступные для проезда транспортных средств всех категорий пользователей. Например, автомобильная дорога общего пользования – автомобильная дорога, предназначенная для использования любыми лицами с учетом требований, установленных законодательством³.

К транспортным путям необщего пользования относятся пути сообщения различных предприятий и организаций, предназначенные для обслуживания их производственных и технологических транспортных потребностей. Порядок использования таких транспортных путей устанавливается их владельцем с учетом законодательства.

Транспортные пути также разделяют на магистральные и местные. Магистральные – пути сообщения, связывающие крупнейшие города и промышленные центры страны или крупного региона. По территориальному признаку магистрали бывают международные и национальные. Примером международной магистрали является участок Москва – Минск – Варшава – Берлин, который называют

³ Ст. 1 Закона Республики Беларусь «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности» от 2 декабря 1994 г. № 3434-ХІІ (в редакции от 09.01.2019 № 167-З).

международным транспортным коридором. Магистральные пути сообщения характеризуются повышенной технической оснащённостью, они обслуживают мощные потоки грузов и пассажиров в межрегиональном и международном сообщениях, имеют большое значение для функционирования системы производственно-территориальных связей.

Небольшие ответвления от основных магистралей, несмотря на то, что они входят в состав сети общего пользования, не считаются звеньями магистрального транспорта и обычно относятся к транспортным путям местного значения.

К местным также относят пути сообщения внутри городов, между районными населёнными пунктами.

В транспортной науке также используется понятие «Единая транспортная сеть», которое объединяет транспортные сети отдельных видов транспорта. Единая транспортная сеть должна обеспечивать круглогодичную и бесперебойную реализацию всех транспортных связей при безусловном обеспечении безопасности движения и минимальных транспортно-путевых затратах: на перевозки, строительство, ремонты и содержание путей сообщения и т. п.

Важнейшими объектами транспортной сети являются пункты пропуска через государственную границу, в которых стыкуются транспортные системы соседних государств. В условиях Республики Беларусь часть государственной границы (с Польшей, Украиной, странами Балтии) совпадает с таможенной границей Евразийского экономического союза.

Каждое государство определяет стратегию и приоритетность развития собственной (национальной) транспортной сети и, соответственно, транспортной системы, что выполняет определённую роль в обеспечении территориальной целостности страны, её внутринациональных и международных связей.

Мировая транспортная система включает все пути сообщения, транспортные предприятия и транспортные средства в совокупности. Общая длина транспортной сети мира (без морских путей) превышает 35 млн км.

Особенностью пространственной модели транспортной сети являются транспортные коридоры, под которыми понимается совокупность магистральных коммуникаций различных видов транспор-

та с согласованно функционирующими инфраструктурными объектами, обслуживающими мощные грузовые и пассажирские потоки.

В результате интеграции национальных транспортных коридоров отдельных стран образуются международные транспортные коридоры.

В соответствии с определением Комитета по внутреннему транспорту Европейской Экономической Комиссии ООН (КВТ ЕЭК ООН): «Транспортный коридор – это часть национальной или международной транспортной системы, которая обеспечивает значительные международные грузовые и пассажирские перевозки между отдельными географическими районами, включает в себя подвижной состав и стационарные устройства всех видов транспорта, работающих на данном направлении, а также совокупность технологических, организационно-правовых условий осуществления этих перевозок».

Впервые девять основных транспортных направлений, характеризующихся крупными и устойчивыми пассажирскими и грузоперевозками, были юридически сформированы и озвучены на второй Панъевропейской (общеевропейской) конференции министров транспорта (Крит, Греция, 14–16 марта 1994 г.) как общеевропейские (критские) международные транспортные коридоры. В настоящее время на территории стран Европы существует десять международных транспортных коридоров (рис. 1.3).

Принципиальная идея любого транспортного коридора – концентрация транспортных, грузовых и пассажирских потоков на магистральных, имеющих максимальную пропускную способность и высокий уровень обустройства, для чего, соответственно, предусматривается концентрация финансовых средств. Благодаря этому обеспечивается ускорение грузовых и пассажирских перевозок, а также удешевление транспортных расходов на участках коридора за счет возникновения эффекта масштаба. Дополнительный эффект возникает, когда в полосе транспортного коридора проходят коммуникации нескольких взаимодействующих видов транспорта. Следует отметить, что в большинстве случаев основу транспортного коридора составляют железнодорожные пути сообщения с соответствующей инфраструктурой, обеспечивающие значительные объемы перевозок грузов.



Рис. 1.3. Панъевропейские (общеевропейские, критские) международные транспортные коридоры



Рис. 1.4. Международные транспортные коридоры, проходящие через территорию Республики Беларусь (критский коридор № 2: Нижний Новгород – Москва – Минск – Брест – Варшава; критский коридор № 9: Гомель – Минск – Вильнюс – Клайпеда, отвлечение на Санкт-Петербург)

В состав транспортной сети входят транспортные пункты. В транспортном пункте происходит согласованная работа по перевалке грузов или пересадке пассажиров с одного вида транспорта на другой. Транспортные пункты примыкают к транспортным путям либо к ним имеются ответвления от магистральных путей. Мощные транспортные пункты, в пределах территории которых соединяются или перекрещиваются несколько магистральных путей сообщения, называются транспортными узлами.

Как самостоятельная система транспортный узел состоит из подсистем отдельных видов транспорта, которые в свою очередь имеют подсистемы нижнего уровня. Так, для железнодорожной части узла основными устройствами служат главные пути и станции. Для узла автомобильного транспорта таковыми являются автомобильные дороги, станции технического обслуживания, грузовые пункты погрузки-выгрузки, автовокзалы. В узле, базирующемся на морском и речном порте, элементами общего назначения являются акватория порта, подходные каналы, грузовые и пассажирские причалы со складами и вокзалами соответственно. К основным элементам воздушного транспортного узла относятся аэродромы, аэровокзалы и терминалы [4].

Транспортным узлом называется комплекс транспортных устройств в пункте стыка нескольких видов транспорта, которые совместно выполняют операции по обслуживанию транзитных, местных и городских перевозок грузов и пассажиров.

Крупные транспортные узлы в основном размещаются рядом с крупными городами, где развивается торговля, промышленность, зарождаются или погашаются грузопотоки, а также следуют транзитные грузопотоки. В транспортных узлах создаются транспортные терминалы, которые предоставляют множество рабочих мест. Рассмотрению транспортных терминалов посвящен третий раздел настоящего пособия.

Некоторые города возникли на пересечении наземных или водных путей, то есть в местах образования транспортных узлов (многие до сих пор существуют за счет этой роли). Прежде всего это города-порты: в Великобритании – Лондон; во Франции – Марсель, Париж; в Германии – Франкфурт-на-Майне, Гамбург, Бремен; в Испании – Бильбао, Барселона; в Италии – Венеция, Милан; в Нидерландах – так называемый Ранштадт (комплекс транспортных узлов, связанных в единую сеть – Роттердам, Амстердам, Утрехт, Лейден,

Гаага); в Швеции – Стокгольм и т. д. Есть примеры попроще. Так, город Шеннон в Ирландии не размещен на перекрестке, но в основном живет за счет аэропорта. Некоторые города выполняют роль не грузовых, а пассажирских транспортных узлов, например, Симферополь в Крыму, куда прибывают многочисленные туристы, пересекающиеся там на транспорт, доставляющий их в города крымского побережья. В Беларуси на базе транспортных узлов возникли и развились такие города, как Барановичи, Орша, Лида, Молодечно и другие.

Транспортные узлы классифицируют по разным признакам.

В зависимости от хозяйственного профиля города можно выделить транспортные узлы, обслуживающие центры обрабатывающей промышленности, центры добывающей промышленности, многоотраслевые центры, непромышленные и курортные центры.

Также можно классифицировать транспортные узлы и по числу взаимодействующих видов транспорта. Наиболее распространенными являются железнодорожно-автомобильные, железнодорожно-водно-автомобильные, водно-автомобильные. Кроме этих видов транспорта, почти в каждом узле задействован городской, промышленный, а во многих случаях и воздушный транспорт.

Расположение транспортных узлов определяется размещением производительных сил, исторически сложившейся сетью городов и их планировкой [3]. По схемам основных транспортных сетей различают транспортные узлы:

– тупиковые, располагаемые в конечных пунктах магистралей на берегу моря, большой реки, на предгорном участке и т. п. (Одесский транспортный узел);

– радиальные, когда железнодорожные линии и автомагистрали подходят к узлу по направлению лучей-радиусов, не имеющих кольцевых соединений (Архангельский транспортный узел);

– вытянутые в длину (продольные), обслуживающие города, расположенные вдоль береговой полосы большой реки, моря, у подножья хребтов (Самарский, Волгоградский узлы).

Развитие различных видов транспорта и промышленности в городах создает условия для изменения схем и типов железнодорожных и автодорожных узлов, морских и речных портов, изменяя этим общую схему транспортных узлов. Радиальные узлы обычно преобразовываются в радиально-полукольцевые и радиально-кольцевые, а затем в комбинированные.

Радиально-полукольцевые узлы крупных городов, обычно расположенных на берегах морей и крупных рек, имеют одно кольцо или несколько полуколец (Санкт-Петербург), а радиально-кольцевые – несколько колец железных и автомобильных дорог с радиусами и диаметрами внутри города (Москва). Такие узлы удобны в эксплуатации, так как обеспечивают равномерность удаления транспортной инфраструктуры от центра города.

В транспортном узле магистральные пути отдельных видов транспорта могут заканчиваться. Через транспортные узлы проходят пути разных видов транспорта: автомобильного, железнодорожного, воздушного, водного. Основой транспортного узла обычно служит железнодорожный узел или порт. Крупных транспортных узлов в РФ более 100, в том числе Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Самара, Нижний Новгород, Ростов-на-Дону и др. Транспортный узел Санкт-Петербург приведен на рис. 1.5



Рис. 1.5. Вид транспортного узла Санкт-Петербург

Крупные транспортные узлы в Беларуси – Гомель, Минск, Брест, Витебск, Могилев, Орша.

В соответствии с пособием «Транспортные системы и технологии перевозок» С. В. Милославской и Ю. А. Почаева [5], транспортные узлы – сложные системы, в которых выполняется совместная работа разных видов транспорта с разной технологией и техническими средствами.

Транспортная сеть может быть представлена в виде схемы как совокупность линейных и узловых элементов (рис. 1.6). Узловые точки (транспортные узлы, транспортные пункты, терминалы) соединяются транспортными путями (транспортными связями). Такая модель используется в целях наглядности и формализации взаимосвязей между объектами транспортной сети. Линейные связи представляют собой спрямленные транспортные пути между узловыми точками.

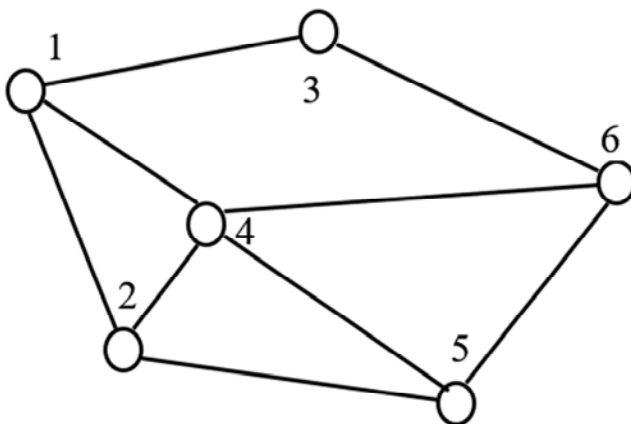


Рис. 1.6. Пример схемы транспортной сети (точки 1–6 – транспортные узлы, линии между узлами – транспортные пути)

2. ИНФРАСТРУКТУРА ВИДОВ ТРАНСПОРТА

2.1. Автомобильный транспорт

Общие сведения

К инфраструктуре современного автомобильного транспорта относят: транспортные средства, автомобильные дороги, предприятия автотранспортного и дорожного хозяйства.

В состав транспортных средств входят автомобили, полуприцепы и прицепы. *Автомобили* – самодвижущиеся единицы, определяющие технический уровень и экономико-эксплуатационные характеристики всех других элементов инфраструктуры автомобильной транспортной системы.

Грузовые автомобили классифицируются на одиночные и сцепки (или автопоезда). Автомобили, кабина в которых объединена с кузовом и установлена с ним на одной раме, называют одиночными. Сцепка же представляет собой совокупность нескольких составных частей, которые могут быть отсоединены друг от друга. Тяговую часть такого автомобиля называют «тягач».

Полуприцепы и прицепы – это транспортные средства, не оборудованные двигателем и предназначенные для движения в составе с тягачом. В отличие от полуприцепа, который передней частью опирается на тягач, прицеп способен удерживать равновесие без опоры, в связи с чем его принято относить к самостоятельным транспортным средствам.

Основными параметрами, по которым принято классифицировать грузовые автотранспортные средства, являются масса, габариты, осевая нагрузка, конструктивная схема, тип кузова, исполнение, конструктивные признаки. Также автомобильные транспортные средства подразделяют на дорожные и внедорожные.

Дорожные автомобили предназначены для движения по автомобильным дорогам общего пользования, а внедорожные применяются для перевозок по специально построенным карьерным, лесовозным и другим технологическим дорогам, а также вне сети дорог (в транспортной логистике их использование рассматривается для вывоза сырья) [1].

Одним из наиболее важных классификационных признаков каждого из видов грузовых автомобилей является их деление в зависи-

мости от грузоподъемности. Грузоподъемность – одна из основных эксплуатационных характеристик транспортного средства, определяющая максимальную массу груза, которую способен перевезти автомобиль в соответствии с его паспортными характеристиками. Ее называют также номинальной грузоподъемностью, она устанавливается изготовителем автомобиля.

Автомобили и автопоезда классифицируются:

– по грузоподъемности на 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);

– по типу кузова на универсальные, специализированные, самосвалы, фургоны, цистерны, контейнеровозы, панелевозы, цементовозы и т. д. Разные виды грузовых автомобилей приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Автомобильные транспортные средства

Вид	Название, общее назначение
	<p>Универсальные, грузоподъемностью до 0,5 т</p>
	<p>Универсальные, грузоподъемностью 0,5–2,0 т</p>

Продолжение табл. 2.1

Вид	Название, общее назначение
	<p>Универсальные, грузоподъемностью 2,0–5,0 т</p>
 <p style="text-align: center;"><i>а</i> <i>б</i></p>	<p>Универсальные, грузоподъемностью: а) 5,0–15,0 т; б) более 15,0 т</p>
 <p style="text-align: center;"><i>а</i> <i>б</i></p>	<p>Цистерны для перевозки: а) нефтепродуктов; б) химических продуктов</p>
 <p style="text-align: center;"><i>а</i> <i>б</i></p>	<p>Цистерны для перевозки: а) сжиженных газов; б) битума</p>
	<p>Цистерны для перевозки цемента</p>

Продолжение табл. 2.1

Вид	Название, общее назначение
 <p style="text-align: center;"><i>а</i> <i>б</i></p>	<p>Специализированные: а) самосвал; б) рефрижераторный</p>
 <p style="text-align: center;"><i>а</i> <i>б</i></p>	<p>Контейнеровозы для: а) крупнотоннажных контейнеров; б) малотоннажных контейнеров</p>
 <p style="text-align: center;"><i>а</i> <i>б</i></p>	<p>Специализированные: а) лесовозы; б) для перевозки панелей</p>
	<p>Специализированные для перевозки автомобилей</p>
	<p>Автопоезда из двух единиц</p>

Окончание табл. 2.1

Вид	Название, общее назначение
	<p>Автопоезда с полуприцепом</p>
	<p>Автопоезда с полуприцепом и прицепом</p>
	<p>Автопоезда для перевозки длиномерных и тяжеловесных грузов</p>
	<p>Автопоезда для перевозки сверхгабаритных грузов</p>

В состав инфраструктуры автомобильной дороги относят саму автомобильную дорогу и дорожные инженерные устройства.

Автомобильная дорога представляет собой комплексное инженерное сооружение, предназначенное для движения автомобилей и иных наземных транспортных средств с установленными скоростями, нагрузками и габаритами и включающее в себя земельные

участки, предназначенные для размещения объектов, входящих в состав этого сооружения [6].

К основным элементам автомобильной дороги относят земляное полотно, дорожную одежду, проезжую часть, обочины, искусственные и линейные сооружения.

Дорожные инженерные устройства – комплекс сооружений, предназначенных для обеспечения безопасности и непрерывности движения, обслуживания пассажиров, водителей и автомобилей в пути следования. Такие устройства включают в себя автобусные остановки; переходно-скоростные полосы; площадки для остановок и стоянок автомобилей; площадки отдыха и павильоны для ожидания автобусов; устройства для защиты дорог от снежных лавин, заносов; линии связи и освещение дорог.

Классификацию автомобильных дорог проводят по различным признакам. В зависимости от административного подчинения, экономического и культурного значения автомобильные дороги разделяются на:

- международные автомобильные магистрали европейской сети, обозначаемые буквой «Е»;
- магистрали – «М»;
- республиканские дороги – «Р»;
- местные дороги;
- внутрипроизводственные (ведомственные);
- городские;
- частные.

Автодороги классифицируются на дороги общего и необщего пользования, как отмечалось в первом разделе, а также на платные и бесплатные [6].

По потребительским свойствам и условиям доступа на них транспортных средств автомобильные дороги подразделяются на классы и категории.

Основные характеристики и параметры классификационных признаков, используемых при классификации дорог, приведены в табл. 2.2 [7].

Значения расчетной интенсивности движения для дорог устанавливаются в соответствии с табл. 2.3.

Таблица 2.2

Характеристики и классификационные признаки
автомобильных дорог

Класс автомобильной дороги	Категория автомобильной дороги	Наличие разделительной полосы	Пересечение с другими транспортными коммуникациями	
			С авто-дорогами	С железными дорогами
Автомагистраль	I-a	Обязательно	В разных уровнях	
Скоростная дорога	I-б			
Обычная дорога	I-в	Обязательно	Разрешается в одном уровне	В разных уровнях
	II	Отсутствует		
	III			
	IV			
	V			
Дорога низшей категории	VI-a			В одном уровне
	VI-б			

Таблица 2.3

Расчетная интенсивность движения по категориям
автомобильных дорог (ед./сут.)

Категория автодороги	Расчетная интенсивность движения, ед./сут.	
	Республиканские	Местные
Ia	> 8000	–
Iб	> 10 000	–
Iв	> 10 000	> 10 000
II	5000–10 000 вкл.	7000–10 000 вкл.
III	2000–5000	3000–7000
IV	200–2000	400–3000
V	< 400	100–400

Земляное полотно – сооружение, являющееся основанием для верхнего строения пути, которое представляет собой комплекс грунтовых сооружений, получаемых в результате обработки земной поверхности и предназначенных для укладки верхнего строения, обеспечения устойчивости пути и защиты его от воздействия атмосферных и грунтовых вод.

При пересечении автомобильными дорогами и железнодорожными путями линий рек, каналов, дорог и других препятствий устанавливаются искусственные сооружения: мосты, путепроводы, виадуки, эстакады, тоннели, галереи, трубы и др.

Благодаря спланированной и уплотненной поверхности земляного полотна дорожное покрытие (дорожные одежды) (табл. 2.4), которое может состоять из одного или нескольких конструктивных слоев (рис. 2.1), обеспечивает движение автомобилей заданной массы с расчетной скоростью.

Таблица 2.4

Конструктивные слои дорожных одежд

Слои дорожных одежд		Материал
Покрытия	Слой износа	Мелкозернистый асфальтобетон
	Основной слой покрытия	Крупнозернистый асфальтобетон
Основания	Верхний слой основания	Щебень, обработанный вяжущими материалами
	Нижний слой основания	Щебень
	Дополнительный слой основания	Песок

Движение автомобилей происходит по полосе дороги, называемой проезжей частью, к которой с двух сторон примыкают обочины. Вода, вытекающая на дорогу или стекающая с ее поверхности, отводится системой водоотводных канав и лотков в пониженные места. Элементы автодороги приведены на рис. 2.1.

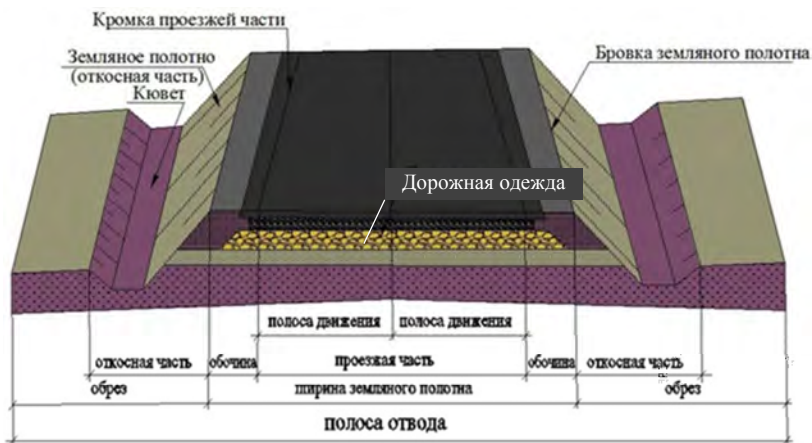


Рис. 2.1. Элементы автомобильной дороги в поперечном разрезе

При пересечении автомобильные дороги строят на одном или разных уровнях. В последнем случае строят тоннели, эстакады и путепроводы. Вид путепровода приведен на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Система путепроводов в Испании

Пересечение автомобильных дорог с железнодорожными путями целесообразно устраивать на разных уровнях с целью обеспечения безопасности движения и повышения их пропускной способности. В отдельных случаях, когда интенсивность движения на автомобильной и железной дорогах незначительна, допускаются пересечения на одном уровне, но с обязательным специально оборудованным железнодорожным переездом.

Автомобильный транспорт обеспечивает около 80 % мирового пассажирооборота, а также грузов на короткие и средние расстояния (занимает первое место по объему перевезенных грузов). Главное преимущество этого вида транспорта в маневренности (от дома до дома). Среди других видов транспорта он лидирует и по протяженности сети дорог (28 млн км или 70 % мировой транспортной сети).

Большая часть автомобильного парка и сети шоссейных дорог сосредоточена в развитых странах. При общем количестве автомобилей в мире, превышающем 650 млн, около 80 % их сконцентрировано в странах Северной Америки, Западной Европы и Японии. По размерам автомобильного парка лидируют США (215 млн), Япония (64 млн), Германия (45 млн), Италия (35 млн), Франция (33 млн), Великобритания (28 млн), Россия (20 млн), Испания (20 млн), Канада (20 млн), Бразилия (16 млн).

Об уровне автомобилизации более справедливо говорит показатель количества автомобилей в расчете на 1000 жителей. Среди стран-лидеров выделяют США (765), Люксембург (685), Малайзию (640), Австралию (620), Мальту (610), Бруней (590), Италию (565), Австрию (560), Канаду (560), Новую Зеландию (560), Японию (545), Германию (540), Португалию (540), Кувейт (530), Исландию (525) и др.

Наибольшую протяженность автодорог имеют США (6300 тыс. км), Индия (3350), Бразилия (1725), Китай (1700), Япония (1160), Канада (900), Франция (900), Австралия (810), Испания (665), Россия (590).

Наибольшую плотность автодорог (в км/км²) имеют европейские страны (в первую очередь Бельгия (4700), Нидерланды (2770), Швейцария (1800) и другие), а также Япония (3100). В странах-гигантах, даже экономически высокоразвитых, этот показатель значительно ниже, например, США (670), Бразилия (200), Канада и Австралия (100), Россия (32).

По грузообороту автомобильного транспорта первое место занимают США [8].

Автотранспортные предприятия как организационная инфраструктура.

На сегодняшний день к форме частной собственности относится подавляющее большинство грузовых автотранспортных предприятий (АТП), а в пассажирских перевозках основная часть принадлежит государству.

Автотранспортные предприятия можно классифицировать на три вида: предприятия, обслуживающие транспорт, предлагающие ремонтные услуги транспорта и предприятия автомобильного транспорта.

Автообслуживающие предприятия – это станции технического обслуживания (организации автосервиса), стоянки, гаражные комплексы, мотели и принадлежащие им паркинги, автовокзалы, станции для грузовых автомобилей и автозаправочные станции (АЗС).

Организации автосервиса предоставляют населению и/или организациям услуги по плановому техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонтам, устранению поломок, установке дополнительного оборудования, восстановительному ремонту автотранспорта. Они представляют собой комплекс сооружений и механизмов (подъемники, установка для замены масла, промывки топливной системы, покрасочно-сушильное оборудование, стенды и тестеры для диагностики электрической цепи автомобиля), а также ручной и пневматический инструмент, собранные в одном месте для полноценного комплексного ремонта и обслуживания автомобилей.

АЗС – комплекс оборудования на придорожной территории, предназначенный для заправки топливом транспортных средств. Наиболее распространены АЗС, заправляющие автотранспорт традиционными сортами углеводородного топлива – бензином и дизельным топливом (бензозаправочные станции). Также широкое распространение получили газовые заправочные станции, обслуживающие автомобили, которые работают на пропан-бутановой смеси. Менее широко распространены метановые заправки. В последнее время все больше внимания уделяется электроавтомобилем и развитию соответствующей инфраструктуры, а именно строительству зарядных станций. По расположению различают дорожные и городские АЗС. К городским АЗС предъявляют более строгие требования по безопасности, в частности строго регламентированы допускаемые расстояния до жилых домов, школ, больниц, общественных зданий [9].

Авторемонтные предприятия предлагают свои услуги по ремонту разных видов транспорта. Они устраняют неполадки и занимаются восстановлением транспорта после аварий [3].

Основными видами деятельности автотранспортных предприятий являются перевозки пассажиров и грузов, а дополнительными – техобслуживание и ремонт транспортных средств. В зависимости от

своих функций АТП классифицируются по категориям. Первая категория – грузовые. Их задача – организация перевозок грузов автомобильным транспортом. Вторая категория – пассажирские. Эти предприятия занимаются перевозками пассажиров на легковых автомобилях, маршрутных такси и автобусах. Третья категория – специальные. Например, станции скорой медпомощи, пожарные станции и парки автомобилей сферы коммунального обслуживания.

Грузовые АТП в настоящее время в значительной степени специализируются на перевозках определенного рода груза. Это позволяет использовать определенный тип специализированного подвижного состава и повышать прибыль за счет улучшения его использования, повышения сохранности груза и др. Инфраструктура грузовых АТП в большинстве случаев располагается на периферии городов для разгрузки центра от транспорта.

2.2. Железнодорожный транспорт

На железнодорожном транспорте перевозки грузов и пассажиров осуществляются по рельсовым путям в поездах посредством локомотивной тяги.

Инфраструктуру железнодорожного транспорта составляют железнодорожный путь; искусственные сооружения; отдельные пункты, среди которых железнодорожные станции; подвижной состав; вагонные и локомотивные депо; устройства электроснабжения на электрифицированных линиях; устройства водоснабжения; специальные технические устройства для регулирования движением поездов и управления эксплуатационной работой; средства связи [10].

Перечисленные элементы инфраструктуры находятся на ответственности отраслевых хозяйств, задачи которых – обеспечивать высокий уровень надежности функционирования этого элемента инфраструктуры. Поэтому на железнодорожном транспорте соответствующую инфраструктуру обслуживают такие хозяйства, как путевое, вагонное, локомотивное, электроснабжения, водоснабжения и другие.

Железнодорожный путь.

К инфраструктуре путевого хозяйства относится сам путь со всеми его сооружениями и устройствами, а также производственные подразделения железной дороги, функции которых – обеспече-

ние надежной работы железнодорожного пути и проведение его планово-предупредительных ремонтов. На долю путевого хозяйства приходится более 50 % всех основных средств железной дороги и свыше 20 % общей численности работников.

Железнодорожный путь (рис. 2.3) – комплекс инженерных сооружений и устройств, образующих дорогу с направляющей рельсовой колеей для пропуска по нему поездов с установленной скоростью. Основными характеристиками железнодорожных линий являются количество путей (однопутные, двухпутные и т. д.) и ширина колеи.



Рис. 2.3. Железнодорожный путь

Железнодорожный путь состоит из нижнего и верхнего строения. К нижнему строению относятся земляное полотно строго определенных размеров в виде насыпи (рис. 2.4) или выемки и искусственные сооружения.

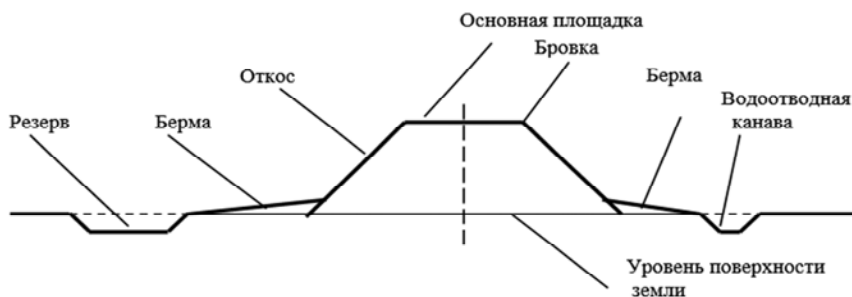


Рис. 2.4. Поперечный профиль железнодорожного земляного полотна (насыпь)

Искусственные сооружения – это мосты, тоннели, путепроводы, виадуки, эстакады, трубы, которые строятся при пересечении железнодорожными линиями препятствий (рек, каналов, дорог и т. д.).

Верхнее строение пути представляет собой балластную призму из щебня, гравия или песка, на которую по определенной эпюре укладываются железобетонные или деревянные шпалы. К шпалам с помощью специальных креплений прикрепляются стальные рельсы.

Путь характеризуется уклонами в профиле и закруглениями в плане. Чем круче уклон пути и меньше радиусы кривых, тем больше сопротивление движению, тем меньше допускаемая скорость движения поезда. Структура поперечного профиля железнодорожной насыпи приведена на рис. 2.4.

В разных странах мира железные дороги имеют разную ширину колеи, которая исчисляется между внутренними гранями головок рельсов. Железные дороги СНГ и Финляндии имеют ширину колеи, равную 1520 мм. Европейские страны (за исключением Испании и Португалии), а также Канада, США и Китай имеют колею 1435 мм. В большинстве стран Южной Америки, в Индии, Испании и Португалии ширина колеи равна 1600, 1667 и 1676 мм. Некоторые страны имеют более узкую колею (до 750 мм). В Японии основная колея – 1067 мм, новые скоростные магистрали – 1435 мм.



Рис. 2.5. Совмещенная колея на границе Швеции и Финляндии: широкая (1520 мм) и узкая (1435 мм)

К верхнему строению пути относятся также стрелочные переводы и съезды – устройства по соединению и пересечению путей, которые необходимы для перемещения поездов с одного пути на другой. На рис. 2.6 приведены схемы обыкновенных стрелочных переводов (левосторонние и правосторонние, симметричные), которые применяются при необходимости перемещения поезда на боковой путь от прямого в ту или иную сторону.

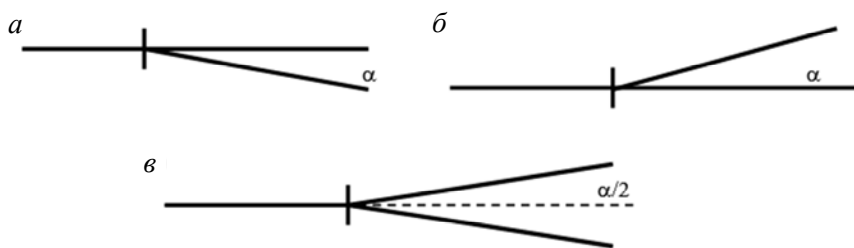


Рис. 2.6. Схемы стрелочных переводов в осях:
a – правосторонний; *б* – левосторонний; *в* – симметричный

Раздельные пункты.

Для обеспечения безопасного пропуска поездов железнодорожные пути делятся на участки и перегоны раздельными пунктами.

Участок пути между смежными раздельными пунктами также называют «перегон». В зависимости от количества путей и выполняемых функций в качестве раздельных пунктов строятся и устанавливаются разъезды, обгонные пункты и путевые посты, проходные светофоры и железнодорожные станции. Каждый раздельный пункт характеризуется путевым развитием. Наибольшее путевое развитие в сравнении с остальными перечисленными раздельными пунктами имеют железнодорожные станции.

В зависимости от характера и объемов работы станции классифицируются на промежуточные, участковые, сортировочные, грузовые, пассажирские и пассажирские технические.

Железнодорожные пути на раздельных пунктах подразделяются на станционные и специального назначения. К станционным относятся пути в границах станции: главные, приемо-отправочные, сортировочные, погрузочно-выгрузочные, деповские (локомотивного и вагонного хозяйств) и др. Главным путем на станции назы-

вается путь, являющийся продолжением перегонного пути (за пределами станции).

К путям специального назначения относят подъездные пути к промышленным предприятиям, примыкающие к отдельным пунктам, а также предохранительные и улавливающие тупики для обеспечения безопасности.

Выделяют узловые станции – это станции, к которым примыкают не менее трех магистральных направлений.

В путевом развитии станций организованы парки – группы станционных путей, технологически объединенные и предназначенные для выполнения одних и тех же операций. Так, например, имеются парки приема поездов, парки отправления поездов, сортировочные парки, технические и т. д.

Основным техническим нормативным документом, где изложены требования к техническим устройствам на станциях и их безопасной эксплуатации, является документ «Правила технической эксплуатации железной дороги» (далее – ПТЭ).

Железнодорожный подвижной состав.

Движение поездов на железнодорожном транспорте осуществляется с помощью тягового подвижного состава. К нему относятся локомотивы и моторвагонный подвижной состав.

Локомотивы классифицируются на локомотивы с автономной тягой (источники снабжения энергией находятся на локомотиве, примеры: паровозы, тепловозы, газотурбовозы) и локомотивы с неавтономной тягой. К примеру тепловоз – автономный локомотив с двигателем внутреннего сгорания, чаще всего дизельным, энергия которого через силовую передачу (электрическую, гидравлическую, механическую) передается на колесные пары.

У локомотивов и моторвагонного подвижного состава с неавтономной тягой (электровозов и электропоездов) первичная (электрическая) энергия поступает на локомотив и моторный вагон от внешних источников (от контактных тяговых проводов).

По роду работы локомотивы подразделяются на грузовые, пассажирские и маневровые. Некоторые виды локомотивов приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Некоторые виды грузовых локомотивов

Вид локомотива	Название и назначение грузового вагона
	<p>Современный магистральный грузовой тепловоз (четырёхосный) 2ТЭ116У, пр-во Россия, масса составов до 6000 тонн</p>
	<p>Грузовой магистральный электровоз БКГ 1-012, пр-во Китай. Масса составов – до 9000 тонн</p>
	<p>Маневровый тепловоз производства чешской фирмы CZ LOKO в Беларуси</p>

Задача локомотивного хозяйства железной дороги – обеспечивать перевозочную работу тяговыми средствами и содержать эти средства в соответствии с техническими требованиями ПТЭ. Локомотивные депо – это производственные подразделения, имеющие приписной парк локомотивов, локомотивные здания, специализированные мастерские, пункты технического обслуживания, пункты экипировки локомотивов и другие технические средства, сооружения и устройства. На территории локомотивного депо могут размещаться базы запасных локомотивов. Процесс экипировки локомотивов связан с их подготовкой к работе и включает операции по снабжению топливом, водой, песком, смазкой, обтирочными материалами.

Локомотивные депо обычно устраивают на отдельных крупных железнодорожных станциях, исходя из технико-экономического обоснования целесообразности. Все локомотивы грузовые, пассажирские и маневровые обязательно приписаны территориально к определенному депо.

В зависимости от вида тяги различают тепловозные, электровозные, мотор-вагонные, дизельные и смешанные депо.

К нетяговому (обслуживаемому) подвижному составу относятся вагоны (пассажирские и грузовые). Вагоном считается единица подвижного состава, предназначенная для перевозки пассажиров или грузов.

Грузовые вагоны (табл. 2.6) различаются по видам: крытые вагоны, полувагоны, платформы, цистерны, изотермические, вагоны для перевозки легковых автомобилей, вагоны-хопперы, транспортеры (12–32-осные, грузоподъемностью до 500 т), передвижные мастерские, контрольно-весовые платформы, а также вагоны, приспособленные для технических и бытовых нужд железных дорог, которые в зависимости от перевозимых грузов отличаются устройством кузова.

Задача вагонного хозяйства – обеспечивать исправное состояние вагонов, готовить их к перевозкам, обслуживать грузовые и пассажирские вагоны в пути следования с целью гарантированного обеспечения их безопасности. При этом обеспечение безопасности движения и сохранности перевозимых грузов и пассажиров – важнейшее требование ПТЭ.

Таблица 2.6

Виды грузовых вагонов

Вид грузового вагона	Название и назначение грузового вагона
	<p>Крытый вагон</p>
	<p>Платформа четырехосная с цельнометаллическими бортами</p>
	<p>Полувагон четырехосный</p>
	<p>Цистерна восьмиосная. Бывают 4-, 6-, 8-, 16-осные, с соответствующей грузоподъемностью</p>
	<p>Вагон хопер-дозатор</p>

Продолжение табл. 2.6

Вид грузового вагона	Название и назначение грузового вагона
	<p>Вагон-транспортёр для перевозки крупногабаритных грузов. Бывают 12–32-осные, грузоподъемностью до 500 т</p>
	<p>Изотермический вагон</p>
	<p>Вагоны-автомобилевозы</p>
	<p>Контейнер на фитинговой платформе</p>

Вид грузового вагона	Название и назначение грузового вагона
	Вид фитингового упора для крепления контейнера
	Вагон-лесовоз

Инфраструктура технического обслуживания вагонов предусматривает техническое обслуживание (ТО), текущие ремонты (ТР-1 и ТР-2), деповской ремонт (ДР), которые проводятся на путях станций и в вагонном депо, а также капитальные ремонты (КР-1 и КР-2), выполняемые на вагоноремонтном заводе.

Система электроснабжения.

К инфраструктуре железнодорожного транспорта относится система электроснабжения, включающая устройства ее внешней части (электростанции, районные трансформаторные подстанции, сети и линии электропередачи) и устройства тяговой части (тяговые подстанции и электротяговая сеть). Система электроснабжения железной дороги приведена на рис. 2.7.

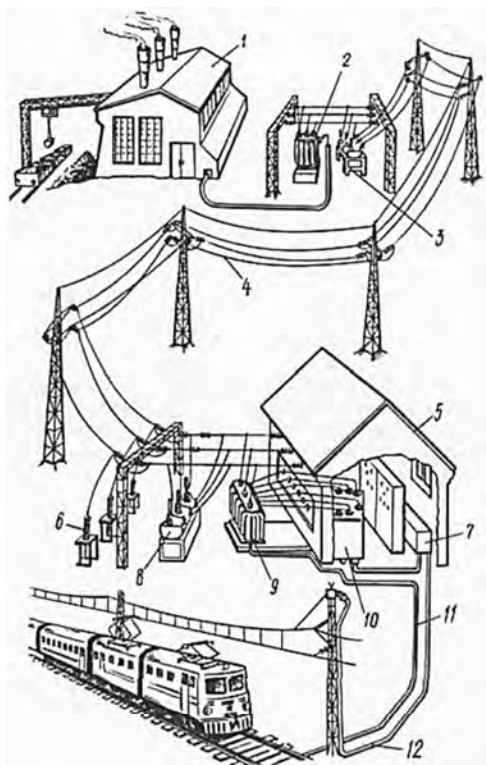


Рис. 2.7. Система электроснабжения железной дороги:

- 1 – электростанция; 2 – повышающий трансформатор; 3 – высоковольтный выключатель; 4 – линия электропередачи; 5 – тяговая подстанция; 6 – разрядник; 7 – быстродействующий выключатель; 8 – высоковольтный выключатель; 9 – тяговый трансформатор; 10 – выпрямитель; 11 – отсасывающая линия; 12 – питающая линия

Чтобы увеличить надежность и экономичность электроснабжения всех потребителей, в том числе и железной дороги, электростанции соединяют друг с другом электрическими и тепловыми сетями. Таким образом, создаются отдельные энергетические системы, которые в свою очередь связаны линиями электропередач (ЛЭП). В результате образуются объединенные энергетические системы.

На железной дороге Республики Беларусь производство, передача и распределение электрической энергии осуществляются в основном на трехфазном переменном токе частотой 50 Гц. В некото-

рых странах, например России, движение поездов на электрифицированных участках осуществляется как на переменном, так и постоянном токе.

Передача электрической энергии к движущемуся локомотиву от электростанций посредством ЛЭП и через элементы преобразования энергии осуществляется по контактной сети в виде воздушных подвесок. Передача электроэнергии от контактного провода к силовой цепи электровоза осуществляется с помощью токоприемника (пантографа) локомотива. В контактной сети на линиях с переменным током обеспечивается напряжение 25–27 кВ, на линиях с постоянным током – 3 кВ.

Согласно ПТЭ, устройства электроснабжения железных дорог должны обеспечивать бесперебойное движение поездов, надежное электропитание устройств сигнализации, централизации и блокировки, связи, вычислительной техники, а также надежное электроснабжение всех потребителей железнодорожного транспорта (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Выполнение работ по ремонту контактной сети

В ведении специальных подразделений, которые в системе железнодорожного предприятия называют «дистанции электроснабжения», находятся тяговые подстанции, контактная сеть, мастерские, ремонтные цехи, складское хозяйство и др. Эти подразделения обслуживают 150–250 км линий при постоянном токе или 200–300 км при переменном токе.

Автоматика, телемеханика и связь (АТС).

Железнодорожный транспорт оснащен современными устройствами и системами для автоматического и телемеханического управления различными производственными процессами во всех службах и хозяйствах железной дороги: ЭВМ, системами телеуправления тяговыми подстанциями электрифицированных участков, пунктами водоснабжения, комплексом устройств для автоматизации процессов обслуживания пассажиров на вокзалах, автоматикой в локомотивном и вагонном хозяйствах и т. д. Все эти обеспечивающие устройства и системы составляют инфраструктуру АТС.

Инфраструктура автоматики и телемеханики, кроме зданий и сооружений хозяйства АТС, включает перегонные и станционные устройства, посредством которых регулируется движение поездов на участках.

К перегонным устройствам относятся технические устройства автоматической, полуавтоматической, электрожелезной блокировки, устройства сигнализации переездов, устройства автоматической локомотивной сигнализации, устройства диспетчерского контроля и диспетчерской централизации, комплекс других технических средств.

К станционным устройствам – системы централизованного управления стрелками и сигналами на железнодорожных станциях, устройства горочной автоматизации (управление процессами на сортировочной горке).

Основным назначением устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) на железнодорожном транспорте является обеспечение безопасности и четкой организации движения поездов и маневровой работы. Системами, регулирующими движение поездов на участках, являются система автоблокировки (АБ) или полуавтоблокировки (ПАБ). При АБ участок (или перегон) разбит на блок-участки длиной 1000–3000 км, которые ограничиваются проходными светофорами. Поезда движутся по сигналам проходных светофоров (рис. 2.9). Изменение показаний этих светофоров происходит автоматически, от воздействия поездов. В нормальном состоянии проходной светофор открыт (зеленый свет), разрешая поезду занять блок-участок. Как только поезд въезжает на ограждаемый проходными светофорами участок, светофор автоматически закрывается

(красный свет), запрещая следующему поезду въезд на этот участок пути до полного его освобождения.

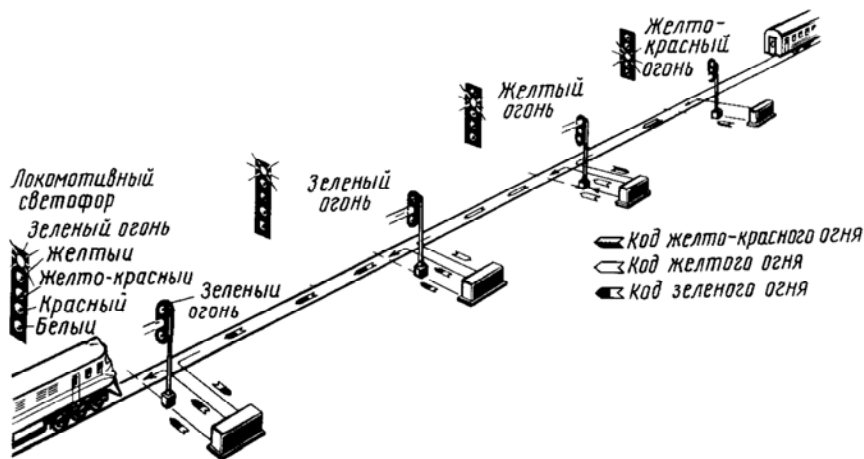


Рис. 2.9. Управление движением поездов при автоблокировке

Полуавтоматическая автоблокировка (ПАБ) называется так потому, что часть действий по изменению показаний сигналов производится автоматически, а часть – работниками, управляющими с пульта управления приемом, отправлением и пропуском поездов. При ПАБ перегон не разбивается на блок-участки и проходных светофоров нет. Каждый перегон огражден только выходными светофорами со стороны станций. Отправление очередного попутного поезда на однопутный перегон с первой станции возможно только после освобождения перегона первым поездом и подтверждения этого дежурным работником второй станции нажатием специальной кнопки «дача прибытия» и кнопки «дача согласия» на отправление второго поезда.

Таким образом, при ПАБ на однопутном перегоне может находиться только один поезд, а при АВ – несколько поездов.

К инфраструктуре АТС относится еще множество устройств, предназначенных для автоматизации управления транспортными процессами и их организации, обеспечения безопасности движения и контроля.

Железнодорожная сигнализация и связь.

Инфраструктура системы железнодорожной сигнализации и связи представляет собой комплекс условных знаков, при помощи которых передаются приказы и указания, касающиеся движения поездов и маневровой работы. Сигналы делятся на видимые (светофоры, фонари, диски, щиты) и звуковые.

Для руководства движением поездов и работой линейных подразделений железные дороги имеют различные виды связи: телефонную, телеграфную, радиосвязь, посредством спутниковых средств связи. Так как железная дорога имеет оборонное значение для любой страны, то, несмотря на современные спутниковые возможности, на железной дороге развивается проводная связь и радиосвязь. Из проводных – это кабельные и воздушных линии. Активно развиваются волоконно-оптические линии связи.

Железные дороги рассматриваются как объект для применения совершенно нового вида связи – световодного. Физически они представляют собой стеклянное волокно чуть толще человеческого волоса, по которому с помощью лазера передаются световые сигналы. По одному такому волокну можно будет одновременно передавать несколько тысяч телефонных разговоров. Это во много раз больше, чем позволяют самые современные виды связи. Но не только в этом преимущество световодов. Отпадает надобность в кабелях, а это огромная экономия меди и других цветных металлов, дорогих и дефицитных. Кроме того, световодные линии нечувствительны к электромагнитным помехам, источником которых является контактная сеть, а это улучшает качество связи. В результате – огромная емкость, экономичность и качество.

2.3. Водный транспорт

Инфраструктура водного транспорта включает судоходный путь, флот (транспортные средства), путепроводы, прибрежные пункты, судоремонтные заводы, средства связи [10]. Составляющие инфраструктуры являются элементами единого организационно-технологического комплекса, задача которого – обеспечить безопасное и эффективное выполнение грузовых и пассажирских перевозок на водном транспорте.

Различают два вида водного транспорта: морской и речной.

Судоходный путь – водный путь в естественном или искусственном состоянии, приспособленный для судоходства.

Пути передвижения на морском транспорте являются океаны, моря, заливы, морские каналы и устья крупных рек, на речном – внутренние водные пути (реки, озера, водохранилища).

Внешнеторговые перевозки выполняются в основном морским транспортом.

Флотом называют суда для перемещения грузов, пассажиров и технического обслуживания водных путей.

Пристани и порты, а также вокзалы (морские, речные) – технологические объекты водного транспорта с соответствующими устройствами для предоставления транспортных услуг пользователям, а также для технического обслуживания флота и водных путей.

Судоремонтные заводы – предприятия, выполняющие разные виды ремонта и реконструкцию судов, находящиеся, как правило, вблизи крупных морских портов.

Средства связи – элемент инфраструктуры, необходимый для управления всеми производственными подразделениями водного транспорта и перевозочным процессом.

Судоходный путь.

Судоходные пути делят на внутренние и внешние. Внешние – пути в пределах морей и океанов, используемые для судоходства в естественном состоянии, за исключением подходов к морским портам (морские каналы), которые устраивают искусственными. Внутренние пути – это часть гидросферы, которая находится внутри какой-либо территории (моря, озера и реки, водохранилища), обозначена навигационными знаками или иным способом и используется в целях судоходства. Примеры искусственных водных путей: шлюзованные реки, судоходные каналы, искусственные моря, водохранилища.

Для судоходства пригодна не вся часть пространства водного пути. Часть водного пространства, она же называется судовым ходом, предназначенная для движения судов, должна иметь глубину не менее установленного значения T , ширину не менее B и радиусы поворотов не менее R . В местах, где водный путь пересекают мосты и линии электропередачи, для движения судов

требуется и определенное пространство – расстояние не менее H над уровнем воды.

Величины T , B , R и H называются габаритами судового хода или габаритами пути.

Основными эксплуатационными характеристиками судоходного пути являются:

- сроки и продолжительность физической навигации;
- габариты судового хода;
- средние гидрометрические скорости течения;
- ветроволновой режим водного пути;
- пропускная способность водного пути.

Навигацией называется период времени года, в течение которого можно осуществлять движение судов. Длительность физической навигации на конкретном судоходном участке охватывает период с момента очищения реки ото льда весной до ледостава осенью.

На внутренних судоходных путях используется понятие «судоходная обстановка». Судоходная обстановка включает направление, границы, глубину и ширину судовых ходов, границы акваторий рейдов и портов, ограждения подводных и надводных препятствий и т. п.

Положение судового хода на водной поверхности обозначают береговыми и плавучими навигационными знаками. Комплекс береговых и плавучих навигационных знаков называется навигационным оборудованием водного пути.

Береговые и плавучие знаки служат главным образом для обозначения границ фарватеров, надводных и подводных препятствий. Знаки судоходной обстановки обеспечивают безопасность плавания.

На водных путях, где суда плавают не только днем, но и ночью, на знаках зажигают сигнальные огни. Такие знаки называют светящими. Каждому типу знака присвоен определенный цвет сигнального огня и режим горения, определяющий последовательность и длительность его вспышек и затемнений. Применяют также знаки со световозвращающим покрытием, которые хорошо видны ночью при освещении их судовым прожектором. Схема применения световозвращающих знаков с помощью прожектора приведена на рис. 2.10.

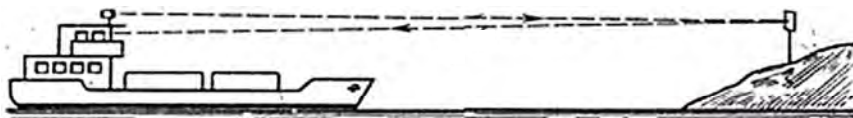


Рис. 2.10. Наблюдение береговых знаков с помощью прожектора

Важнейшая качественная характеристика внутренних водных путей – гарантированные габариты судовых ходов. Оптимальное значение гарантированной глубины устанавливается на основании технико-экономических расчетов. Намечается несколько вариантов гарантированных глубин, и для каждого рассчитываются эксплуатационные расходы и капиталовложение по транспортному флоту и путевому хозяйству.

Для сплошного увеличения глубины реки на ней сооружают плотины. Одно из наиболее эффективных мероприятий по увеличению судоходных глубин, требующее постройки плотин – шлюзование рек. Шлюзы создают подпор (подъем) воды на вышележащем участке. Подпор распространяется тем дальше по реке, чем меньше ее уклон. Их высота и место расположения подбираются так, чтобы подпор от нижележащей плотины распространился до вышележащей и глубины непосредственно ниже каждой плотины соответствовали заданным. При этом река разбивается на ряд участков, называемых бьефами и разделяемых гидроузлами.

Напор воды от одного гидроузла распространяется до следующего, выше расположенного. У гидроузла, таким образом, создается верхний (ВБ) и нижний бьеф (НБ). Пропуск судов и составов из верхнего в нижний бьефы гидроузла и наоборот осуществляется через судоходный шлюз.

Технологию шлюзования можно представить как вход судна в камеру, выравнивание уровней воды в камере с другим бьефом или со смежной камерой (для многокамерных шлюзов), выход шлюзуемого судна, состава или группы судов в другой бьеф или переход в смежную камеру (рис. 2.11) [11].

В зависимости от конструкции шлюзов разность между уровнями воды в нижнем и верхнем бьефах называется напором и может быть различной. Оборудование шлюзов состоит из множества приспособлений для ввода и вывода судов, их швартовки, а также уст-

ройств сигнализации и управления механизмами. Кроме шлюзов для перевода судов из одного бьефа в другой могут служить судоподъемники, которые используются также и для подъема и спуска судов в процессе ремонта или постройки. Различают вертикальные и наклонные судоподъемники.

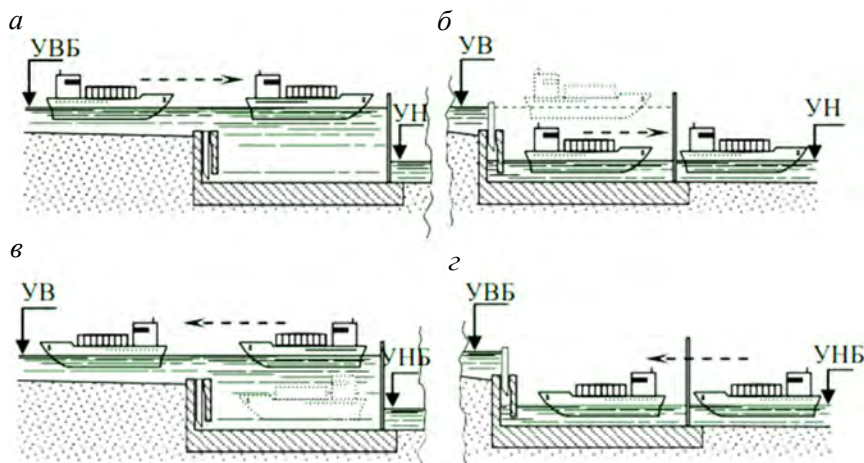


Рис. 2.11. Схема пропускания судов через шлюз:
 а, б – из верхнего бьефа в нижний; в, г – из нижнего бьефа в верхний;
 УВБ, УНБ – уровни воды верхнего и нижнего бьефов [11]

Судоходные каналы.

Судоходный канал – искусственное русло, предназначенное для движения по нему судов. Судоходные каналы соединяют бассейны двух водоемов, позволяют сокращать расстояние между двумя водоемами. Обеспечение гарантированного судоходства по судоходным каналам решает проблемы транспортной доступности и экономически эффективных путей транспортировки.

По назначению каналы классифицируют на соединительные, обходные и подходные.

Соединительные каналы служат для соединения водным путем отдельных рек разных бассейнов (например, в Республике Беларусь – Днепровско-Бугский канал, Августовский канал), а также для соединения рек с озерами и морями. Обходные каналы пред-

назначены для обхода судами озер, на которых наблюдаются сильные штормы, а также центральных частей крупных городов и пр. Подходные каналы служат для подхода судов с основного водного пути к портам, населенным пунктам, шлюзам и причалам промышленных предприятий.

В зависимости от типа продольного профиля каналы бывают открытые (с горизонтальным дном) и шлюзованные (со ступенчатым дном). Открытые каналы соединяют два водных пути с одинаковыми уровнями воды, а шлюзованные – с разными уровнями. К шлюзованным каналам относится Днепровско-Бугский канал, географическая схема которого представлена на рис. 2.12.



Рис. 2.12. Схема Днепро-Бугского канала (Беларусь)

На рис. 2.13 приведены схема и вид Беломорско-Балтийского канала (Беломорканал, Россия), который соединяет внешние и внутренние водные пути, являясь важной водной артерией для судоходства. Общая протяженность Беломорско-Балтийского канала от Онежского озера до Белого моря – 227 км, глубина – 4 м, ширина – 36 м. Канал включает 19 шлюзов.

К судоходным путям кроме шлюзов относят и путепроводные развязки водного транспорта, которые используются для движения как грузового, так и туристического флота (рис. 2.14).



Рис. 2.13. Беломорско-Балтийский канал



1



2

Рис. 2.14. Путепроводные развязки водного транспорта:
1 – для грузового судоходства (среднегерманский канал);
2 – для пассажирского судоходства

Инфраструктура прибрежных пунктов.

В прибрежных пунктах осуществляются прием грузов от грузоотправителей, погрузка на судно, а также выгрузка грузов по прибытии в пункт назначения и выдача грузополучателям. Также производится обслуживание пассажиров, пользующихся услугами водного транспорта. В зависимости от характера и рода деятельности прибрежные пункты подразделяются на порты, пристани и остановочные пункты.

Порт оборудован причальными устройствами, береговыми сооружениями и техническими средствами для осуществления погруз-

зочно-разгрузочных работ, хранения и перевалки грузов, обслуживания судов, а также предоставления услуг пассажирам.

Пристань – прибрежный пункт, принимающий и выдающий грузы, багаж, производящий посадку и высадку пассажиров и оборудованный соответствующими техническими средствами.

Остановочный пункт предназначен в основном для посадки и высадки пассажиров, приемки и выдачи багажа, оборудуется простейшими средствами для причаливания судов.

Еще одно назначение порта – передача грузов с водного транспорта на сухопутный.

Различают две категории портов:

1. Морские, обслуживающие морское судоходство. Эти порты могут быть внешними, имеющими мировое и международное значение, и внутренними, имеющими местное значение.

2. Речные, обслуживающие судоходство по внутренним водным путям сообщения. Эти порты сооружаются на судоходных реках, каналах, озерах, водохранилищах.

В зависимости от объема работы все морские порты разделяются на разряды, от которых зависит размер штатной численности порта. К примеру, порты Одесса и Владивосток считаются внеэскадрными.

Морские порты в зависимости от места своего расположения по отношению к береговой территории бывают:

– береговые, сооружаемые непосредственно на открытом, искусственно защищенном морском берегу;

– устьевые, сооружаемые в устьях судоходных больших рек (Санкт-Петербург, Лондон, Гамбург и т. д.);

– островные, создаваемые на некотором расстоянии от берега на естественных или искусственно образованных островах;

– внутренние, находящиеся относительно далеко от моря либо в низовом участке судоходной реки (Архангельск, Херсон), либо на искусственном канале, прорытом от моря внутрь страны (Манчестер, Амстердам, Брюссель).

По отношению к международной торговле морские порты разделяются на порты мирового, международного и внутреннего значения.

Порты мирового и международного значения являются центрами мировой торговли и принимают суда, плавающие по всем морям и океанам. Порты внутреннего значения, или каботажные порты, обслуживают внутренние перевозки между портами одной страны.

Речные порты бывают: грузовые и грузопассажирские; порты-убежища, которые служат для безопасного отстоя судов во время шторма; затоны, предназначенные для зимнего отстоя и производства межнавигационного ремонта судов; карантинные, предназначенные для захода судов из районов, подверженных опасным эпидемиям.

В зависимости от характера водного пути речные порты бывают: на свободных реках; на шлюзованных реках и каналах; на озерах и водохранилищах.

План порта включает следующие основные элементы: акваторию, территорию, причальный фронт и образующие их гидротехнические сооружения.

Акватория – это водная часть порта, используемая для перемещения (входа, выхода, маневрирования) и стоянки судов, выполнения грузовых операций у береговых причалов и на плаву (перегрузка из судна в судно).

Территория – это сухопутная часть порта, вдоль которой расположены береговые грузовые фронты (причальные линии), оборудованные машинами и механизмами для производства портовых операций, служебные, хозяйственные и бытовые устройства.

Чтобы судно могло подойти бортом вплотную к портовой территории, на берегу устраивается сплошная вертикальная стена, называемая набережной. Набережные называются пирсами, когда они расположены под углом к берегу.

На внутренних водных путях распространение получили плавучие причалы (грузовые и пассажирские дебаркадеры).

Для производства грузовых операций порт может иметь путевое развитие (железнодорожное, автомобильное), складские помещения и перегрузочные машины.

В портах часто происходит взаимодействие с железнодорожными перевозками. В зависимости от объемов передачи грузов с железной дороги на водный транспорт к территории порта примыкают целые портовые железнодорожные станции, или районные парки, или соединительные пути, связывающие припортовые станции с погрузочно-выгрузочными путями вдоль причальных линий (рис. 2.15).

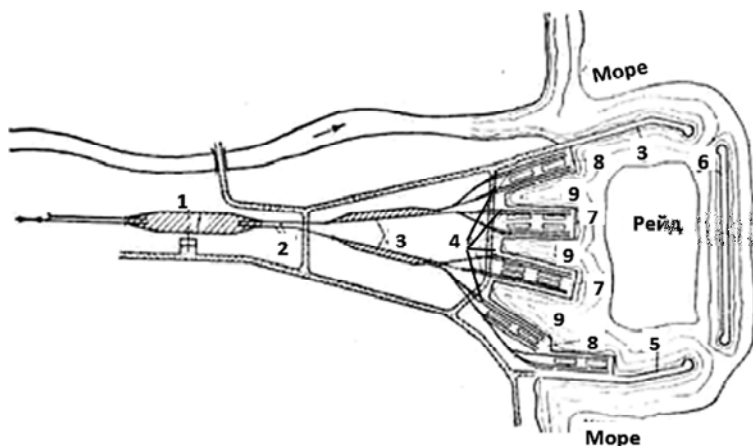


Рис. 2.15. Схема путей устройств порта:

- 1 – портовая станция; 2 – соединительные пути; 3 – районные парки;
 4 – погрузочно-выгрузочные пути; 5 – оградительные молы; 6 – волнолом;
 7 – пристани (пирсы); 8 – молы (широкие); 9 – гавани

Различают складские помещения для штучных и массовых грузов. По длительности хранения грузов выделяют склады краткосрочного (нескольких суток) и долгосрочного (базисные склады) хранения. Закрытые складские помещения бывают универсальные, приспособленные для хранения разнообразных грузов, и специализированные, предназначенные для хранения грузов определенной категории (элеваторы, холодильники, нефтехранилища и т. п.).

Для перегрузки штучных грузов у причальных линий и наружных фронтов складов широко применяются порталные и полупортальные краны, конвейеры и др. Сыпучие грузы перегружаются с помощью транспортеров, мостовых кранов с захватывающими приспособлениями. Перегрузочные операции на плаву выполняют плавучими перегрузочными машинами.

Транспортные средства водного транспорта.

Флот различают по условиям плавания на морской или речной, по назначению – на пассажирский, технический, вспомогательный. Также флот может классифицироваться по принадлежности или другим признакам.

Классификация гражданских судов приведена на рис. 2.16.

Эксплуатационные характеристики судов приведены в табл. 2.7.

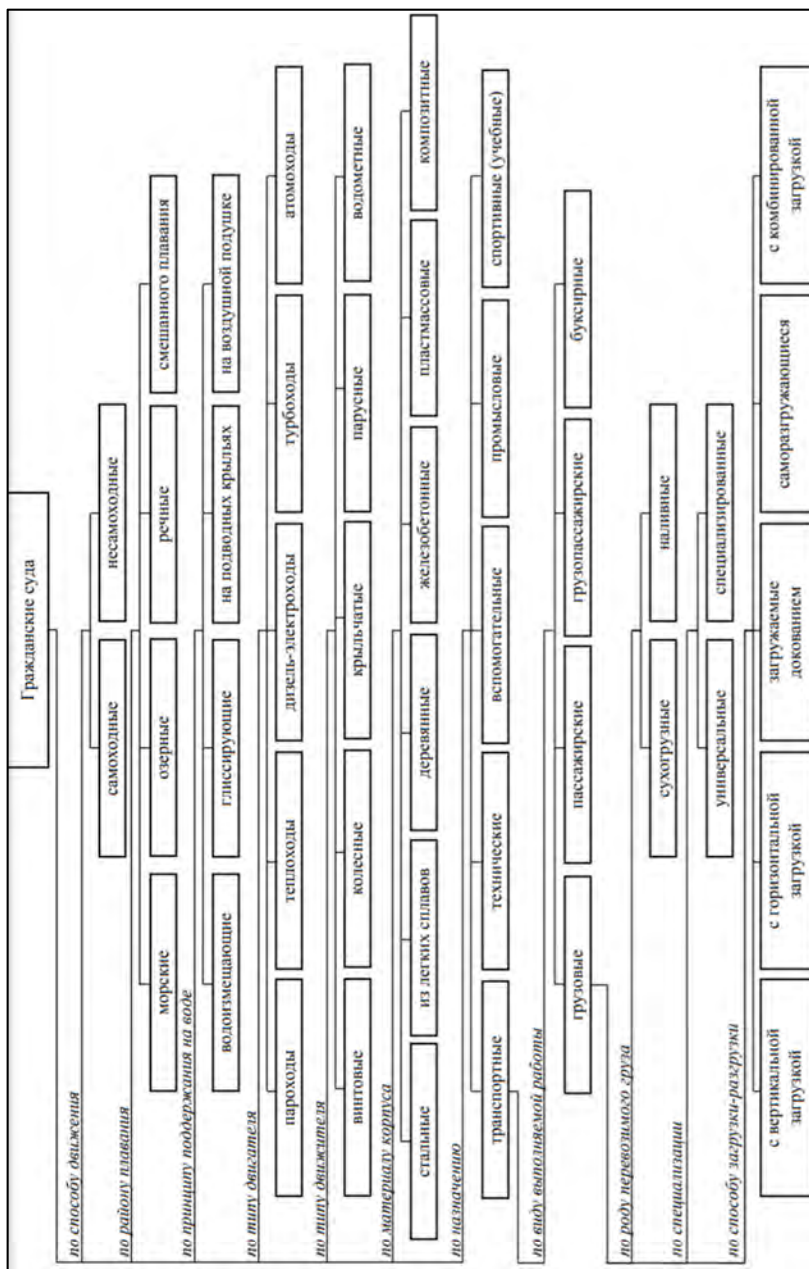


Рис. 2.16. Классификация судов гражданского флота

Эксплуатационные характеристики судов [12]

Признак	Краткое описание
Грузоподъемность	Количество груза в тоннах, которое судно может принять при определенном погружении (осадке). Различают полную и чистую (полезную) грузоподъемность. <i>Полная</i> грузоподъемность судна – <i>дедвейт</i> – определяется массой груза, пассажиров с багажом, экипажа с его багажом и всех судовых запасов (топлива, смазочных материалов, питьевой воды и пр.), <i>чистая</i> – массой груза и пассажиров с багажом
Грузовместимость	Объем помещений в кубических метрах, которые могут быть использованы для размещения груза, пассажиров, экипажа и судовых запасов
Водоизмещение	Масса судна с полным грузом в метрических тоннах, численно равная массе воды, вытесняемой объемом подводной части корпуса
Скорость хода	Для судов внутреннего плавания – километров в час, для морских – узлов в час. Различают скорости: – <i>проектную</i> – на тихой и глубокой воде при отсутствии течения и волнения (определяется расчетом при проектировании судна и гарантируется проектной организацией); – <i>эксплуатационную</i> – скорость хода судна относительно воды при заданной осадке и определенных путевых и гидрометеорологических условиях плавания; – <i>техническую</i> – 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

Для транспортной логистики важным качеством судов являются их навигационные (мореходные) качества (табл. 2.8).

Виды судов по роду перевозимого груза приведены в табл. 2.9.

Таблица 2.8

Навигационные характеристики судов

Признак	Краткое описание
Плавучесть	Способность судна находиться в требуемом положении относительно поверхности воды при заданной загрузке
Устойчивость	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 судна противостоять действующим на него 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

Классификация судов по роду перевозимых грузов

РЕЧНЫЕ	
	
Контейнеровоз	Автомобилевоз
	
Сухогруз открытого типа	Сухогруз закрытого типа
	
Рефрижератор	Цементовоз
	
Танкер	Буксир, толкающий баржу

МОРСКИЕ	
	
<p>Контейнеровоз</p>	<p>Сухогруз</p>
	
<p>Ролкер</p>	<p>Балкер</p>
	
<p>Танкер</p>	<p>Комбинированные суда. Нефтенавалочники-рудовозы</p>
	
<p>Автомобильный паром</p>	<p>Железнодорожный паром</p>

В составе морского флота значительную долю составляют специализированные суда:

1. Контейнеровозы. Предназначены для перевозки контейнеров.

Контейнеры могут размещаться как в трюме контейнеровоза, так и на палубе. Для разгрузки контейнеровозов используют специальную крановую портовую технику. Суда, как правило, не имеют для этой процедуры подъемно-транспортного оборудования.

2. Сухогрузы. Предназначены для перевозки навалочных массовых, негабаритных и тяжеловесных грузов. Для размещения груза на сухогрузах используется как трюм, разделенный на несколько отсеков, так и палуба. Погрузка-разгрузка сухогрузов осуществляется с помощью техники, расположенной на самом судне и в порту. В трюмы груз помещается через специальные люки. Сухогрузы-балкеры предназначены для транспортировки насыпных грузов. Трюмы балкеров заполняются сыпучим материалом и закрываются. Спросом пользуются комбинированные балкеры. Их трюмы разделены на отсеки, в каждом из которых может перевозиться отдельный вид груза.

3. Танкеры. Предназначены для морской перевозки наливных и газообразных грузов. Порты, в которых часто швартуются танкеры, создают специально для них далеко выступающие причалы, от которых к берегу идет нефтепровод. Для разгрузки танкеров используются установленные на судах мощные насосы.

4. Паромы. Это плавательные средства, используемые для перевозки транспортных средств между двумя берегами водного пространства. Паромы используются также для перевозки железнодорожных вагонов и автомобилей.

Морские суда в зависимости от районов судоходства подразделяются на суда неограниченного (океанского), ограниченного (в районе одного моря), прибрежного, местного, рейдового (для местных перевозок и обслуживания рейдов) и ледового (самостоятельно или за ледоколом) судоходства.

2.4. Воздушный транспорт

Авиатранспорт позволяет доставлять специальные грузы оборудование, гуманитарную помощь, опасные грузы и многое другое в кратчайшие сроки и места, где сложно или невозможно воспользоваться наземными транспортными средствами [1].

Инфраструктура воздушного транспорта: летательные аппараты, аэропорты и аэродромы, воздушные трассы, авиаремонтные заводы.

Инфраструктура для грузовых авиаперевозок очень важна.

Обязательно наличие технически оснащенного аэропорта как в точке отправления, так и в точке прибытия. А это – подъемники, буксиры, заправщики, а также подготовленный персонал. Например, в пункте отправления есть аэропорт с инфраструктурой для принятия борта Ан-124 «Руслан» с крупногабаритным грузом, а в пункте назначения такой самолет принять невозможно. Таким образом, полет или невозможен полностью, или может быть реализован с помощью соседнего аэропорта.

Полеты транспортных самолетов совершаются по воздушным линиям. Воздушной линией называется утвержденный постоянный маршрут регулярных полетов транспортных самолетов между двумя или несколькими населенными пунктами с аэродромами 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).

Аэропорты и аэродромы.

Аэропортом называется предприятие, предоставляющее потребителям транспортные услуги по приемке и отправке пассажиров, багажа, грузов и почты, а также организовывающее и обслуживающее полеты воздушных судов. Для выполнения своих функций аэропорты имеют аэродром, аэровокзал, другие наземные сооружения и необходимое оборудование.

Аэропорты бывают базовыми и запасными. Базовые – место постоянного базирования самолетов одного или нескольких летных подразделений гражданской авиации. Запасные аэропорты предназначены для непредвиденной посадки самолетов.

Аэродромом называется специально подготовленный земельный участок, имеющий комплекс сооружений и оборудования для взлета, посадки, руления и обслуживания самолетов.

В зависимости от назначения аэропорты разделяются на международные и местные. Отнесение аэропорта к той или иной группе по назначению производится в зависимости от того, по каким воздушным трассам осуществляются полеты из данного аэропорта.

Воздушные трассы также подразделяются на международные и местные.

К международным относят воздушные трассы, выделенные для выполнения международных полетов. Международные аэропорты, имеющие отношение к международным линиям, имеют пункты пограничного, таможенного и карантинного контроля.

Местные воздушные линии – воздушные трассы, проложенные между населенными пунктами в пределах территориального управления (производственного объединения) гражданской авиации.

Важным классификационным признаком аэропорта является объем пассажирских или грузовых перевозок. В зависимости от годового объема пассажирских перевозок аэропорты делятся на пять классов. 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.

Аэропорты также выступают в роли координаторов цепи грузовых авиаперевозок, предоставляя необходимую инфраструктуру и средства.

Для размещения современных аэропортов требуются значительные по площади земельные участки. Например, для аэропорта I класса требуется территория площадью 400–500 га. Некоторые внеклассные аэропорты имеют площадь до 1000 га и более. В пределах этой территории с соблюдением установленных требований должно быть размещено большое число функционально связанных между собой зданий и сооружений.

При проектировании аэропорта все службы на его территории располагаются обычно в двух зонах – летной и служебной.

Летная зона включает в себя летное поле с взлетно-посадочными полосами, рулежные дорожки, полосы подхода, приаэродромную территорию, перроны, места стоянок самолетов.

Летное поле – это рабочая часть аэродрома, предназначенная для разбега самолетов при взлете и пробега их при посадке. Оно состоит из одной или нескольких летных полос. Поверхность летной полосы должна быть ровной или иметь уклон не более 2–3 ‰. Часть летной полосы, которая имеет искусственное покрытие, называется взлетно-посадочной полосой (ВПП). Длина ВПП составляет от 1500 до 3500 м, ширина – 60–80 м. Вдоль ВПП располагаются радио-

и светотехнические средства, используемые для посадки самолетов ночью и днем при плохой видимости земли.

Рулежные дорожки предназначены для движения самолетов от ВПП к местам стоянок и перронам.

Местами стоянок самолетов называются специально оборудованные площадки для хранения и технического обслуживания самолетов.

Часть территории аэродрома, примыкающая к летному полю (летной полосе) со стороны взлета и посадки самолетов, называется полосой подхода или полосой безопасности, а примыкающая к боковым границам летной полосы – обочинами.

Приаэродромной территорией называется окружающая аэродром местность, на которой в целях безопасности полетов ограничивается высота зданий и сооружений. Воздушное пространство над ней называется приаэродромной зоной. Воздушное пространство над аэродромом и приаэродромной территорией называется аэротеррией.

Служебная зона включает в себя служебные здания для размещения служб аэропорта и летных подразделений, аэровокзал, здания и сооружения службы технической эксплуатации.

Гидроаэропорты.

Оборудуются для обеспечения регулярных полетов гидросамолетов.

Гидроаэропорт имеет акваторию – водное пространство для взлета и посадки самолетов – и территорию для хранения и технического обслуживания самолетов, размещения служебных и технических зданий и других устройств.

Акватории устраиваются в виде круга, квадрата или нескольких летных полос, размеры которых зависят от типа гидросамолетов, общая длина – от 1500 до 3000 м, ширина 200–400 м при глубине акватории 1,5–4 м.

Авиаремонтные заводы – предприятия, обеспечивающие соответствующие виды ремонта одного или нескольких типов самолетов и вертолетов.

Парк летательных аппаратов состоит в основном из самолетов и вертолетов и является основным звеном воздушного транспорта.

Самолет – воздушное судно, приводимое в движение силовой установкой, подъемная сила которого в полете создается в основном за счет аэродинамических реакций на поверхностях, остаю-

щихся неподвижными в данных условиях полета (табл. 2.10). В зависимости от максимального взлетного веса различают легкое воздушное судно и сверхлегкое. Максимальный взлетный вес легкого воздушного судна – менее 5700 кг. К легким относится также вертолет с максимальным взлетным весом менее 3100 кг. Максимальный взлетный вес сверхлегкого судна – не более 495 кг.

По скорости полета различают самолеты дозвуковые и сверхзвуковые. Дозвуковые летают со скоростями менее скорости звука, сверхзвуковые – со скоростями, превышающими число Маха ($M = 1188$ км/ч).

В зависимости от длительности беспересадочного полета различают самолеты сверхдальние (6000 км и более); средней дальности (2500–6000 км), ближние (1000–2500 км), местных авиалиний (до 1000 км).

Таблица 2.10

Основные характеристики грузовых самолетов

Марка	Изображение	Грузоподъемность, т	Крейсерская скорость, км/ч	Дальность полета, км
АН-225 «Мрия»		250	850	15400
АН-22 «Антей»		60	560	8500
АН-124		120	850	7500

Окончание табл. 2.10

Марка	Изображение	Грузо-подъемность, т	Крейсерская скорость, км/ч	Дальность полета, км
ИЛ-62 МГР		22,3	850	10 000
ИЛ-76		60,0	800	10 500
«Boeing 747-8i»		140	1015	8130

Вертолет – винтокрылый летательный аппарат, у которого подъемная и движущая силы на всех этапах полета создаются одним или несколькими несущими винтами с приводом от одного или нескольких двигателей. Вертолеты по назначению подразделяют на пассажирские, грузовые, санитарные, сельскохозяйственные, пожарные, спортивные и другие. В транспортно-логистических схемах часто используются большегрузные транспортные вертолеты (табл. 2.11), которые выполняют полеты с грузом в труднодоступные места, не имеющие альтернативного транспорта.

Регулярные полеты транспортных самолетов по воздушным линиям совершаются строго по утвержденному расписанию. Эти полеты называются рейсовыми.

С целью предотвращения возможных столкновений в воздухе самолетов, совершающих полеты в облаках или в условиях плохой

горизонтальной видимости, каждому самолету перед вылетом устанавливается высота эшелона, на которой он обязан совершать горизонтальный полет по маршруту до ближайшего аэропорта.

Таблица 2.11

Основные характеристики грузовых вертолетов

Марка	Изображение	Грузоподъемность, т	Крейсерская скорость, км/ч	Дальность полета, км
МИ-26		20/20*	265	475–800
МИ-8 МСБ (1914 г.)		5,5	225	885
СН-53К (США)		5,8	278	422
* Грузоподъемность на внешней подвеске.				

Правление перемещением самолетов в воздухе осуществляется диспетчерской службой аэропортов и районными диспетчерскими службами. Диспетчерский центр управления полетами устраивается всегда в районе прямой видимости взлетно-посадочных полос (рис. 2.17).



Рис. 2.17. Здание Центра управления полетами в районе аэропорта

Аэровокзал – здание в аэропортах для предоставления транспортных услуг пассажирам воздушного транспорта, а также потребителям грузовых перевозок. Современные аэровокзалы – место, где сконцентрировано большинство служб аэропорта (рис. 2.18), но в большей степени для предоставления услуг пассажирских перевозок.



Рис. 2.18. Здание аэровокзала в Минске

Авиакомпании имеют соответствующую инфраструктуру для обеспечения высокого уровня ответственности за техническое состояние своих самолетов нормам безопасности, соблюдение норм технического обслуживания и эксплуатации самолетов, а также взаимодействия с национальными и международными диспетчерскими службами. Соответствующие 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. Большое значение придается безопасности. Для этого во всех аэропортах проводится предполетный контроль пассажиров, багажа и груза, для которого используются современные технические устройства (рис. 2.19).



Рис. 2.19. Устройства предполетного контроля

Логистическим элементом транспортной инфраструктуры, связанной с аэропортами, являются межтранспортные коммуникации, обеспечивающие доставку пассажиров в аэропорт и обратно. Это специальные пригородные железнодорожные линии, автобусы, такси.

В крупных мегаполисах мира, как правило, используется рельсовый транспорт (поезда-аэроэкспрессы), связывающий город с аэропортами прилегающих авиаузлов. Такие поезда-аэроэкспрессы внутри вагонов оборудованы специальными полками для багажа, а расписание движения может предусматривать только две точки – начальную (отправления) и конечную (прибытия).

Обслуживание потока улетающих и прилетающих воздушных судов можно разделить на инженерно-авиационное обслуживание и летно-эксплуатационное обслуживание.

Инженерно-авиационная служба несет ответственность за содержание воздушных судов в исправном состоянии в соответствии с установленными нормативами и за их своевременную подготовку к полетам. С этой целью специальным подразделением аэропорта, авиационно-технической базой, осуществляются установленные оперативные и периодические виды технического обслуживания воздушных судов.

Летно-эксплуатационное обслуживание воздушных судов включает в себя целый ряд различных видов устройств, обеспечивающих полеты: аэродромное, радиотехническое, светотехническое, метеорологическое, медицинское, обеспечение режима и охраны воздушных судов.

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 [10].

Трубопроводный транспорт – вид транспорта, осуществляющий передачу на расстояние по трубопроводам жидких, газообразных сред и твердых материалов. Передача осуществляется под воздействием разницы давлений в поперечных сечениях трубы, создаваемой насосными (для жидких сред) или компрессорными (для газообразных сред) станциями.

Трубопроводы прокладывают как по суше, так и под водой. Поэтому часто трубопроводный транспорт не относят к сухопутным видам, а выделяют в отдельную группу.

Инфраструктура трубопроводного транспорта включает искусственные сооружения для транспортировки газообразных и жидких веществ, а также твердых веществ в виде растворов; отраслевые предприятия трубопроводного транспорта, обеспечивающие надежное функционирование инженерных сооружений по перекачке продуктов.

Технические элементы системы трубопроводного транспорта включают:

– непосредственно трубопровод – линейную магистраль из сваренных и соответствующим образом изолированных труб с устрой-

ствами электрозащиты (рис. 2.20). Для строительства трубопроводов применяют трубы диаметром 520, 720, 820, 1020, 1220 и 1420 мм;

- перекачивающие и компрессорные станции в виде начальных и промежуточных станций для транспортировки жидкой и газообразной продукции по трубе. Промежуточные станции сооружаются через 80–150 км на магистральных трубопроводах;

- линейные узлы, представляющие собой устройства для соединения или разъединения параллельных или пересекающихся магистралей и перекрытия отдельных участков линий при ремонте;

- линии электроснабжения, если силовые агрегаты (насосы, компрессоры) имеют электрический привод;

- линии связи для передачи необходимой информации, обеспечивающей нормальное функционирование системы.



Рис. 2.20. Вид магистрального трубопровода

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 для дальнейшей перевозки.

Технологические трубопроводы используются в производственно-технологических процессах промышленных предприятий. По ним транспортируется сырье (газ, пар, жидкость и др.) для производства продукции, полуфабрикаты, готовая продукция, отходы производства.

На рис. 2.21 приведены виды трубопроводов, используемых в трубопроводном транспорте в зависимости от транспортируемой среды.

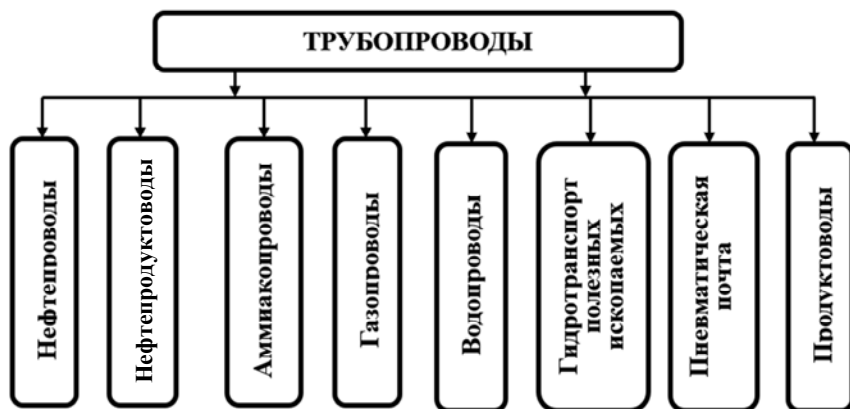


Рис. 2.21. Виды трубопроводов

По нефтепроводам транспортируют сырую нефть, по нефтепродуктоводам – нефтепродукты (моторное топливо, бензин, керосин, полученные в результате крекинга нефти). Другие виды продукции, кроме нефтепродуктов, транспортируются по соответствующим продуктоводам.

Аммиакопроводы предназначены для транспортировки аммиака.

По газопроводам транспортируется попутный нефтяной и природный газ. Большие объемы газа передаются на дальние расстояния – на экспорт, а также предприятиям собственной страны для производственных процессов и для обеспечения населения.

Гидротрубопроводный транспорт полезных ископаемых используется для перекачки на большие расстояния полезных ископаемых, обогащенных водой до уровня суспензий.

Пневматическая почта – трубопровод для перемещения по трубам физических объектов с помощью воздушного потока (чаще всего это стандартные капсулы с объектами небольшой массы и объема, например, на предприятиях для передачи пакета документов на значительное расстояние).

Трубопроводы изготавливают из разных материалов: стали, чугуна, цветных металлов, неметаллических материалов.

Наибольшее распространение в настоящее время получили в трубопроводном транспорте газопроводы и нефтепроводы, от использования которых достигается наибольшая экономическая эффективность.

Суммарная протяженность в мире газо- и нефтепроводов составляет более 1,9 млн км. Наибольшее распространение эти виды трубопроводов получили в нефте- и газодобывающих странах: США, Канаде, России, странах Ближнего и Среднего Востока, а также Западной и Восточной Европы, бедных ресурсами нефти и газа, но потребляющих в большом количестве эти виды топлива.

Среди стран по протяженности нефте- и газопроводов наиболее значимы:

– нефтепроводы: США (325 тыс. км); Россия (66 тыс. км); Канада (50 тыс. км); Китай (8 тыс. км); Саудовская Аравия (8 тыс. км); Мексика (6 тыс. км); Алжир (5 тыс. км); Румыния (4 тыс. км); Великобритания (4 тыс. км);

– газопроводы: США (440 тыс. км); Россия (148 тыс. км); Канада (95 тыс. км); ФРГ (55 тыс. км); Франция (30 тыс. км); Италия (18 тыс. км); Румыния (7 тыс. км); Мексика (7 тыс. км).

По объему работы трубопроводного транспорта лидирует Россия (более половины мирового грузооборота). Это обеспечивается, прежде всего, благодаря большому диаметру труб и давлению [13].

Газопроводы классифицируются на магистральные, резервные и линии газораспределительных сетей. В первых магистральных газопроводах поддерживалось рабочее давление 12–25 атм. Современные трубопроводы работают под давлением примерно 50–60 атм. Скорость движения нефти в трубопроводе обычно достигает 1–1,5 м/с.

Магистральные газопроводы предназначены для транспортировки газа на большие расстояния. Они могут прокладываться как на поверхности земли, так и на определенной глубине в земле.

Через определенные интервалы магистрального газопровода расположены газораспределительные станции, представляющие собой сложное инженерное сооружение (рис. 2.22), на которых давление понижается до уровня, необходимого для снабжения потребителей. Управление работой газораспределительной станции выполняется из специализированных пунктов управления.



Рис. 2.22. Вид газораспределительной станции

По типу прокладки различают наземные, надземные, подземные, подводные газопроводы.

Нефтепровод – комплексная система для транспортировки нефти и продуктов ее переработки от места их добычи или производства к пунктам потребления или перевалки на другой вид транспорта (на железнодорожный либо водный транспорт). Техническим оснащением нефтепроводов являются трубопроводы (подземные, наземные, подводные), головные и промежуточные нефтеперекачивающие насосные станции, нефтехранилища, оборудование для обезвоживания и дегазации нефти, подогрева вязких сортов нефтепродуктов, особые емкости и другие линейные и вспомогательные сооружения.

Нефтепроводы подразделяются на магистральные, подводящие, промысловые, заводские и нефтебазовые.

Диаметр магистрального нефтепровода составляет 200–1220 мм, давление, как правило, 5–6 Мн/см² (50–60 кгс/см²).

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 протяженность до нескольких десятков километров.

Промысловые, заводские и нефтебазовые трубопроводы предназначены для внутрипроизводственных перекачек.

Основные характеристики магистрального нефтепровода: протяженность, производительность, диаметр, давление и число перекачивающих станций.

Для сооружения нефтепровода применяются в основном сварные трубы из углеродистой и низколегированной стали. При расчете мощности и параметров магистрального нефтепровода учитывают характеристики нефти и нефтепродуктов: вязкость и плотность.

Магистральные нефтепроводы имеют важные для его функционирования элементы:

- начальная станция (материнская станция) – место, где нефть закачивается в нефтепровод (рис. 2.23). На станции расположены резервуары для хранения нефти, а также компрессорные и насосные установки, придающие нефти начальное ускорение;

- перекачивающие станции, которые размещаются вдоль всего нефтепровода и обеспечивают движение нефти по трубе за счет давления. При перекачке высоковязкой и высокостаывающей нефти на перекачивающих станциях применяют подогрев;

- регулирующие задвижки для изоляции любого участка нефтепровода при необходимости, в том числе для проведения ремонта;

- регулирующая станция, где операторы могут изменять давление внутри трубопровода;

- принимающая станция, где нефть выходит из трубы и отправляется конечному потребителю.



Рис. 2.23. Вид начальной станции нефтепровода

В качестве принимающей станции может служить станция, размещенная в порту для перекачки нефти в танкер (рис. 2.24).



Рис. 2.24. Вид принимающей станции нефтепровода

Технологии эксплуатации трубопроводов обеспечивают непрерывность транспортировки продукции, надежны и не зависят от времени года и климатических условий. Высокая герметичность трубопроводных каналов обеспечивает сокращение потерь нефти в 1,5 и 2,5 раза по сравнению с транспортировкой ее соответственно железнодорожным или водным транспортом.

3. ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕРМИНАЛЫ

Транспортный терминал – специальный комплекс сооружений, технических и технологических устройств, организованно взаимосвязанных и предназначенных для выполнения операций, связанных с процессом транспортировки, а именно: погрузочно-разгрузочные, складские работы, таможенное оформление, консолидация, деконсолидация различных партий грузов, коммерческо-информационное и финансовое обслуживание. Такой терминал, в котором осуществляется централизованное планирование с учетом обеспечения логистического товародвижения, еще называют транспортно-логистическим терминалом (ТЛТ) [3].

Терминалы классифицируют на универсальные и специализированные. Универсальный терминал представляет собой группу складов с центром распределения, на которых производится переработка широкой номенклатуры совместимых грузов. Специализированные терминалы осуществляют операции с грузами одного наименования (например, с нефтепродуктами – контейнерные терминалы).

Транспортно-логистический терминал отличается от логистического центра и склада или распределительного центра по следующим функциональным параметрам [1]:

– логистический центр – место хранения более широкого ассортимента продукции, которое может находиться на разных стадиях движения материального потока от поставщика до конечного потребителя;

– распределительный центр – место хранения товаров в период их движения от места производства до оптовой или розничной торговой точки.

В переводе с английского *terminal* обозначает конечную остановку, пункт назначения. В мировой практике принято понятие *freight terminal* (грузовой терминал), которое объясняется как транспортно-распределительный центр, не только оказывающий услуги по складированию товаров всевозможного назначения, но и предлагающий множество сопутствующих услуг. Современные терминалы характеризуются еще и тем, что организуют мультимодальные перевозки грузов с участием различных видов транспорта.

Транспортно-логистический терминал может занимать различную территорию (от 60 до 100 га и больше) в зависимости от работ, которые на нем выполняются, иметь достаточно свободные проходы и проезды между зданиями, удобную планировку.

Современные грузовые транспортные терминалы, являясь предприятиями, осуществляют разнообразную деятельность, включая продажу таких услуг, как перевозка, обработка и хранение грузов и др. При осуществлении своей деятельности терминал взаимодействует с перевозчиками, клиентами, посредниками, таможней, банком и рядом других контрагентов. Поэтому представительства этих взаимодействующих субъектов часто размещаются на территории терминалов.

Технологические процессы, протекающие на терминалах, включают:

– основные, связанные с обработкой экспортных, импортных и транзитных грузов: прием груза от отправителя, размещение его на складе, при необходимости – таможенное оформление, упаковка, консолидация и расконсолидация груза, погрузка на соответствующее транспортное средство, оформление документов, отправка по назначению; если импорт или транзит, то работа с грузом с последующей выдачей клиенту либо отправка другим видом транспорта;

– вспомогательные: составление расписания и отслеживание графика выполнения всех этапов технологического цикла; подготовка тары и контейнеров; оказание разнообразных услуг клиентам, начисление оплаты и отслеживание платежей; охрана, розыск груза и идентификация груза без маркировки.

В настоящее время практикуется концентрированная переработка грузов в большом количестве, что способствовало созданию специализированных терминалов.


Существуют также таможенно-логистические терминалы – комплекс зданий, сооружений, территорий, в пределах которого оказываются услуги, связанные с таможенным оформлением товаров и транспортных средств, их хранением, а также иные сопутствующие услуги.

Таблица 3.1

Примеры специализированных терминалов

Вид	Название терминала
	<p>Контейнерный терминал Лонг-Бич (Китай)</p>
	<p>Нефтеналивной терминал в Санкт-Петербурге</p>
	<p>Зерновой терминал в Новороссийске</p>

Продолжение табл. 3.1

Вид	Название терминала
	<p>Терминал по перевалке удобрений</p>
	<p>Терминал легковых автомобилей (США)</p>
	<p>Терминал генеральных грузов</p>

Вид	Название терминала
	Таможенно-логистический терминал

4. ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Показатели транспортной инфраструктуры можно рассматривать с двух позиций:

1. Уровень развития и имеющиеся возможности транспортной инфраструктуры.
2. Уровень использования транспортной инфраструктуры и, соответственно, имеющиеся резервы.

Для любой из этих позиций основой являются транспортные потоки, которые определяют нагрузку на инфраструктуру. От их объемов и интенсивности зависит необходимая мощность инфраструктуры (путей сообщений, подвижного состава, материально-технической базы и др.). Чем больше поток, тем выше нагрузка.

4.1. Показатели использования транспортной сети

Основными показателями, характеризующими уровень развития транспортной сети как основы транспортной инфраструктуры грузовых перевозок, являются пропускная, провозная и перерабатывающая способности.

Пропускная способность отдельных элементов транспортной сети или всей сети в целом определяется максимальным транспортным потоком (количество автотранспортных средств, поездов, судов), который может быть пропущен по элементам сети в единицу времени [14].

Пропускная способность автомобильного транспорта зависит от технического оснащения пути (ширины проезжей части, состояния дорожного покрытия, количества поверхностных пешеходных переходов); структуры потока; количества пассажирских остановок; системы регулирования дорожного движения и др.

Для железнодорожного транспорта пропускная способность зависит от путевого развития (однопутный или двухпутный) и технического оснащения участка пути (системы регулирования движения поездов), которые определяют максимально допускаемую скорость движения поездов и минимальные интервалы между поездами, а также от структуры потока (количества пассажирских и грузовых поездов, которые имеют различную скорость движения) и других факторов.

Пропускная способность водных путей может ограничиваться имеющимися на пути судоходными каналами с ограниченными возможностями пропуска судов. Например, Суэцкий канал, соединяющий Индийский океан и Средиземное море, имеет длину 160 км и ширину по зеркалу воды до 350 м. Он обеспечивает примерно 12 % мировой торговли, каждый день по нему проходят порядка 50 судов. В марте 2022 г. он был заблокирован мега-контейнеровозом Ever Given, на снятие контейнеровоза с мели ушло 6 суток (рис. 4.1). На тот момент прохода через канал ожидало более 360 судов. Вместе с тем, строительство этого канала позволило водному транспорту проходить в обе стороны между Европой и Азией, не огибая Африку, расстояние сократилось на 8 тыс. км.

Провозная способность. Возможный объем грузовых перевозок в тоннах на данном элементе транспортной сети в течение периода времени (год, месяц, сутки) называется ее провозной способностью. Эта величина связана с пропускной способностью и зависит от проследовавших груженых транспортных средств. Чем больше грузов перевозится поездами, автомобилями, судами по участку пути, тем больше фактическая провозная способность этого участка.

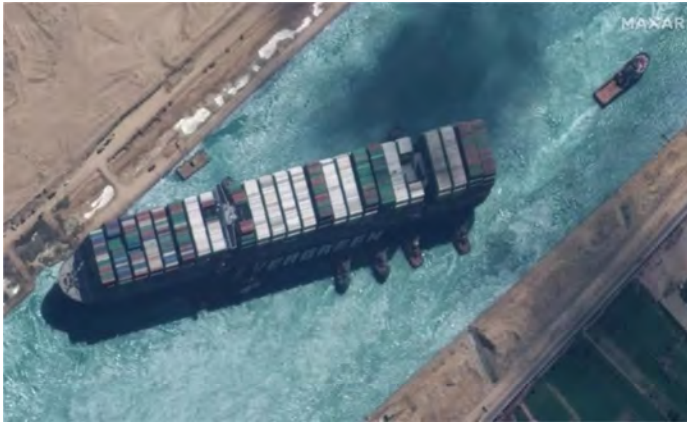


Рис. 4.1. Вид Суэцкого канала и перегородившего его контейнеровоза Ever Given длиной 400 м, направляющегося из Китая в Роттердам

О перерабатывающей способности говорят, когда оценивают работу таких элементов транспортной сети, как грузовые терминалы, где происходит обработка грузов (погрузка, разгрузка, консолидация, упаковка и др., перевалка из одного вида транспорта на другой для дальнейшей транспортировки), и железнодорожные станции, которые занимаются расформированием и формированием поездов, т. е. переработкой вагонов.

С учетом этого при эксплуатации существующей транспортной сети важно определить:

1. Оптимальный транспортный поток с учетом обеспечения необходимых резервов. Если поток превышает оптимальное значение, сеть будет работать в режиме перегрузок, с заторами, отказами, экономическими потерями.

2. Оптимальную мощность сети для пропуска заданных или прогнозируемых потоков.

Для каждого вида транспорта характерна своя система показателей использования инфраструктуры, отражающая его специфику. Однако существует группа показателей, которая является единой для всех видов транспорта. Это показатели, связанные с перевозочной работой. Различают показатели количественные (объемные) и качественные.

Среди объемных показателей использования транспортной инфраструктуры для грузовых перевозок выделяют следующие:

1. Размеры (в поездах, вагонах, автотранспортных средствах, судах) и объемы (в тоннах) выполняемой работы:

– количество пропущенных по участкам транспортной сети транспортных средств, груженых или порожних:

$$\sum N = N_1 + N_2 + \dots + N_n, \quad (4.1)$$

где N_1, N_2, \dots, N_n – количество транспортных средств (в единицах) на 1-м, 2-м, ..., n -м участках;

– объемы погрузки, выгрузки, перегрузки грузов в транспортных пунктах или узлах:

$$\sum P = P_1 + P_2 + \dots + P_n, \quad (4.2)$$

где P_1, P_2, \dots, P_n – количество груза (в тоннах) в 1-м, 2-м, ..., n -м пунктах или узлах;

– грузооборот (в тонно-км) – показатель, который называют продукцией транспорта, характеризует количество работы при перевозке определенных объемов на определенные расстояния:

$$\sum PL = P_1L_1 + P_2L_2 + \dots + P_nL_n, \quad (4.3)$$

где $P_1L_1, P_2L_2, \dots, P_nL_n$ – грузооборот отдельных партий груза (P_1, P_2, \dots, P_n) при соответствующем расстоянии их перевозки (L_1, L_2, \dots, L_n).

2. Техничко-эксплуатационные характеристики (кроме пропускной, перерабатывающей и провозной способности):

– интенсивность транспортного потока – число транспортных единиц, пропущенных или переработанных за единицу времени. Если обозначить транспортный поток за период времени t как $N(t)$, то средняя интенсивность потока в принятую единицу времени (час, сутки) составит

$$r(t) = N(t) / t; \quad (4.4)$$

– плотность транспортной сети – пространственная характеристика потока, число транспортных единиц, приходящихся на единицу длины сети. Если на участке сети длиной L_i на каждый момент времени t_i будет находиться N_i транспортных единиц, то плотность потока на момент t_i составит

$$\lambda(t_i) = N_i(t_i) / L_i. \quad (4.5)$$

На каждый момент времени t_i транспортные единицы на участке распределены неравномерно, поэтому рассчитывают среднюю плотность потока $\bar{\lambda}(t_i)$ на некотором временном интервале T :

$$\bar{\lambda}(t_i) = \sum \lambda(t_i) / T; \quad (4.6)$$

– эксплуатационная длина сети $\sum L_{\text{экс}}$, которая представляет собой суммарную протяженность всех линий, связывающих населенные пункты страны. Данное понятие позволяет оценивать степень обслуживания государства транспортом. Так в Беларуси эксплуатационная длина железных дорог общего пользования – 5,49 тыс. км, автомобильных дорог общего пользования – 86,96 тыс. км. Для внутреннего водного транспорта протяженность судоходных путей составляет 2,07 тыс. км;

– грузонапряженность – параметр, характеризующий интенсивность использования транспортной сети (или степень загрузки сети работой), измеряемый количеством тонно-километров, приходящихся на 1 км эксплуатационной длины сети. Грузонапряженность может рассчитываться и для отдельного участка или региона сети:

$$\Gamma = \sum PL / \sum L_{\text{экс}}. \quad (4.7)$$

Для оценки обеспеченности территории страны или региона транспортной сетью используют интегральные коэффициенты для определения уровня насыщения страны транспортной сетью. К ним относятся:

– плотность (густота) транспортной сети по отношению к территории, км/км²

$$\lambda_s = \sum L_{\text{экс}} / S, \quad (4.8)$$

где $\sum L_{\text{экс}}$ в тыс. км, S – площадь территории в тыс. км²;

– плотность транспортной сети по отношению к населению, км/1000 чел.

$$\lambda_A = \sum L_{\text{экс}} / A, \quad (4.9)$$

где A – численность населения страны или региона в миллионах человек.

4.2. Показатели использования транспортных средств

Использование транспортных средств в грузовых перевозках оценивают в основном качественными показателями:

– оборот транспортной единицы Q (вагона, локомотива, судна, автомобиля, самолета);

– время (в сутках или часах), затрачиваемое транспортной единицей на выполнение одного перевозочного цикла. Это время исчисляется от загрузки транспортной единицы до следующей очередной загрузки этой единицы. За это время подвижная единица участвует: в начальной операции, включая погрузку; в следовании от пункта отправления к пункту назначения; в конечной операции, при которой совершается выгрузка; в следовании в порожнем состоянии к пункту новой очередной погрузки. Чем меньше оборот, тем большую перевозочную работу можно выполнить наличным парком транспортных средств. Оборот транспортной единицы определяется по формуле:

$$Q = l_{\text{полн}} / v_{\text{ср}} + t_{\text{нач}} + t_{\text{кон}}, \quad (4.10)$$

где $l_{\text{полн}}$ – полное расстояние, проходимое транспортной единицей за оборот (полный рейс) и состоящее из груженой и порожней частей рейса (если порожний пробег будет иметь место), км;

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения в рейсе, км/ч;

$t_{\text{нач}}$, $t_{\text{кон}}$ – время нахождения в пунктах погрузки и выгрузки, час;

– среднесуточный пробег – количество километров, которое проходит в среднем каждая транспортная единица за сутки. В общем случае среднесуточный пробег состоит из пробега в груженом и порожнем состояниях и находится в следующей функциональной связи с оборотом:

$$l_{\text{сут}} = l_{\text{полн}} / Q. \quad (4.11)$$

Если известен пробег $\sum n l_{\text{полн}}$ всего транспортного парка $\sum n$, то среднесуточный пробег транспортного средства можно определить:

$$l_{\text{сут}} = \sum n l_{\text{полн}} / \sum n; \quad (4.12)$$

– средняя дальность перевозки груза транспортным средством (в километрах) – это отношение суммарного грузооборота к общему объему перевозки груза:

$$l_{\text{ср}} = \sum PL / \sum P; \quad (4.13)$$

– коэффициент использования парка транспортных средств – процент работающих единиц от общего списочного их наличия;

– коэффициент использования пробега – доля груженого пробега транспортной единицы $l_{\text{гр}}$ в общем пробеге $l_{\text{полн}}$ за расчетный период:

$$\gamma = l_{\text{гр}} / l_{\text{полн}}; \quad (4.14)$$

– нагрузки на транспортные средства (вагоны, суда, автомобили). Эти нагрузки характеризуют степень использования грузоподъемности транспортного средства.

Каждый вид транспорта использует свои транспортные средства, отличающиеся от транспортных средств любого другого вида транспорта. В связи с этим качество использования транспортных средств имеет характерные особенности и соответствующий набор измерителей. Одни измерители могут быть одинаковыми у нескольких видов транспорта, другие применяются только на каком-либо одном виде.

На *железнодорожном транспорте* для оценки степени использования грузоподъемности вагонов существует понятие статической и динамической нагрузки.

Статическая нагрузка измеряется в тоннах перевезенного груза и характеризует степень использования грузоподъемности каждой транспортной единицы в среднем на стадии ее первоначальной загрузки. Средняя статическая нагрузка за сутки, месяц, год на единицу эксплуатируемого парка транспортных средств для сети или отдельного полигона сети может быть рассчитана отношением общего объема перевезенного груза $\sum P$ на количество транспортных средств $\sum n$, которыми этот объем был перевезен:

$$P_{\text{ст}} = \sum P / \sum n. \quad (4.15)$$

Динамическая нагрузка, в отличие от статической, показывает уровень использования грузоподъемности транспортных средств с учетом пробега их не только в груженом состоянии, но и в порожнем, а также малогрузном (недоиспользование грузоподъемности). Чем больше пробег полногрузных единиц по сравнению с малогрузными, тем выше средняя динамическая нагрузка и наоборот. Средняя динамическая нагрузка на единицу рабочего парка (в тоннах) определяется по формуле:

$$P_{\text{дин}} = (\sum PL) / (\sum nl_{\text{полн}}). \quad (4.16)$$

На *автомобильном транспорте* применяется коэффициент использования грузоподъемности автомобиля, определяемый делением массы фактически перевезенного груза P (в тоннах) на номинальную (или паспортную) грузоподъемность автомобиля q_n :

$$\beta = P / q_n. \quad (4.17)$$

На *водном транспорте* различают два вида грузоподъемности: полная (в характеристиках судна называется дедвейт) и чистая. Дедвейт учитывает общее количество тонн, которое может быть погружено без ущерба для его безопасности. В это количество тонн

входят не только вес груза, но и вес людей на судне, вес необходимых для перемещения судна запасов: воды питьевой, продовольствия, топлива и т. д.

Чистая грузоподъемность судна – это максимальный вес груза, который может быть принят к перевозке судном. Чистая грузоподъемность зависит от веса запасов, необходимых для движения судна до места их пополнения. Запасы зависят от длительности рейса, района плавания, времени года и других факторов. Поэтому чистая грузоподъемность судна – величина не постоянная.

Грузоподъемность в отдельных регионах мира может иметь разную меру. Применяется:

- английская тонна – 1016 кг, неметрическая мера;
- американская тонна – 906 кг, неметрическая мера;
- метрическая тонна – 1000 кг.

Важнейшим показателем, отражающим степень использования транспортных средств по времени и по грузоподъемности, является производительность транспортной единицы (вагона, автомобиля, судна, самолета), измеряемая числом тонно-километров за сутки, приходящихся на каждую единицу рабочего парка:

$$W = (\sum PL) / \sum N. \quad (4.18)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логистика перевозок грузов и пассажиров : учеб. пособие / А. А. Михальченко [и др.] ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 365 с.
2. Управление грузовыми потоками в транспортно-логистических системах / Л. Б. Миротин [и др.] ; под ред. Л. Б. Миротина. – М. : Горячая линия – Телеком, 2010. – 704 с.
3. Загорский, И. О. Транспортная инфраструктура / И. О. Загорский, П. П. Володькин, А. С. Рыжова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 228 с.
4. Логистика транспортных узлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bstudy.net/731788/ekonomika/logistika_transportnyh_uzlov. – Дата доступа : 24.06.2022.
5. Милославская, С. В. Транспортные системы и технологии перевозок : учеб. пособие / С. В. Милославская, Ю. А. Почаев. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 116 с.
6. Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности : Закон Республики Беларусь от 2 декабря 1994 г. № 3434-ХП.
7. Автомобильные дороги : СН 3.03.04-2019. – Введ. 22.09.2020. – Минск, 2020.
8. Автомобильный транспорт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://geographyofrussia.com/avtomobilnyj-transport/>. – Дата доступа : 24.06.2022.
9. Транспортная инфраструктура : учеб. пособие / В. И. Потапов. – Самара : Издательство Самарского университета, 2018. – 63 с.
10. Транспорт. Управление и страхование : учеб. пособие : в 2 ч. / А. А. Михальченко [и др.] ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2013. – Ч. 1 : Транспорт. Управление. – 248 с.
11. Инфраструктура водного транспорта : учеб. пособие / Н. Н. Казаков ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 225 с.
12. Казаков, Н. Н. Организация работы речного флота : учеб. пособие / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 294 с.
13. Трубопроводный транспорт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://geographyofrussia.com/truboprovodnyj-transport/>. – Дата доступа : 24.06.2022.

14. Транспорт. Общий курс : учеб. пособие / А. А. Михальченко [и др.] ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 315 с.

Учебное издание

ПИЛЬГУН Татьяна Владимировна
ОСИПОВА Юлия Александровна

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Учебно-методическое пособие
для обучающихся по специальности
«Транспортная логистика (по направлениям)»

В 2 частях

Часть 1

ИНФРАСТРУКТУРА ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Редактор *Н. Ю. Казакова*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 12.01.2023. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 5,06. Уч.-изд. л. 3,84. Тираж 100. Заказ 613.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.