

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

Кафедра: «Станции и грузовая работа»

Н.А. Репешко, Н.М. Магомедова, В.В. Трапенов

Учебно-методическое пособие по
практическим занятиям

ОБЩИЙ КУРС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Ростов-на-Дону
2019

Н.А Репешко, и др. Общий курс железнодорожного транспорта: учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Н.А. Репешко, Н.М. Магомедова, В.В. Трапенов. Рост. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2019. – 47 с.

Дисциплина «Общий курс железнодорожного транспорта» представляет в учебно-методическом пособии краткие основные сведения о различных видах деятельности железнодорожного транспорта, ее специфике и особенностях работы.

Пособие предназначено для студентов железнодорожных вузов, обучающихся по всем специальностям всех форм обучения.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Н. Зубков (РГУПС, каф. УЭР)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Занятие 1. Взаимодействие железных дорог с другими видами транспорта	4
Занятие 2. Основные показатели работы железнодорожного транспорта	7
Занятие 3. Построение габаритов приближения строений и подвижного состава	10
Занятие 4. Построение поперечных профилей земляного полотна железнодорожного пути	11
Занятие 5. Построение схем одиночных стрелочных переводов	15
Занятие 6. Силы, действующие на поезд. Определение массы (веса) и длины поезда	19
Занятие 7. Раздельные пункты, элементы станций и основы их проектирования	21
Занятие 8. План и профиль железных дорог	23
Занятие 9. Тяговый подвижной состав. Тяговые расчеты.....	26
Занятие 10. Грузовые вагоны.....	32
Занятие 11. Пассажирские вагоны. Пассажирские поезда.....	37
Библиографический список.....	40

ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации основным видом транспорта является железнодорожный. На его долю приходится более 80 и около 40 % всего объема соответственно грузовых и пассажирских перевозок, выполняемых транспортом общего пользования. Железные дороги, будучи основой транспортной системы Российской Федерации, имеют чрезвычайно важное государственное, экономическое, социальное и оборонное значение. От них требуется своевременное, качественное и полное удовлетворение потребностей населения, грузоотправителей и грузополучателей в перевозках.

Железные дороги располагают различными инженерными сооружениями, техническими устройствами и средствами, основными из которых являются железнодорожные пути, подвижной состав (локомотивы и вагоны), локомотивное и вагонное хозяйства, сооружения и устройства сигнализации, связи, электро- и водоснабжения, железнодорожные станции и узлы.

Бесперебойная и безаварийная работа многоотраслевого хозяйства железнодорожного транспорта требует согласованного функционирования всех его звеньев. Для того чтобы с наибольшей эффективностью направить свои усилия на совершенствование перевозочного процесса, каждому специалисту необходимо не только быть профессионалом в своей области, но и обладать знаниями по вопросам, связанным с другими, смежными отраслями железнодорожного транспорта.

Изучение комплекса устройств, технического оснащения, технико-экономических показателей, основ эксплуатации железных дорог и взаимодействия их с другими видами транспорта. В результате студенты получают цельное представление о железнодорожном транспорте, взаимосвязи его отраслей и роли, избранной ими профессии в работе железных дорог, что весьма важно для формирования специалиста. Это в полной мере относится к техникам по эксплуатации, обслуживанию и ремонту подвижного состава, от которых в большой мере зависит исправность и готовность к перевозочной работе локомотивов и вагонов и, следовательно, бесперебойность и безопасность движения поездов и маневровой работы.

Практическое занятие 1

Взаимодействие железных дорог с другими видами транспорта

Основными видами транспорта являются: железнодорожный, Водный (речной и морской), автомобильный, воздушный и трубопроводный – составляют единую транспортную сеть.

Краткая характеристика основных видов транспорта

1 Железнодорожный транспорт. Железные дороги являются универсальным видом транспорта для перевозок всех видов грузов в межрайонных и во внутрирайонных сообщениях. Однако постройка железных дорог требует больших капитальных вложений (много металла и строительных материалов на 1 км пути), зависящих от топографических, климатических и экологических условий. Характеризуется: высокой провозной способностью, бесперебойностью движения независимо от погодных и климатических условий; сравнительно невысокой себестоимостью перевозок при достаточно большой скорости транспортирования грузов. Вместе с тем сооружение железных дорог требует больших капиталовложений. Общеизвестными преимуществами железных дорог перед другими видами транспорта являются лучшие показатели по экономичности, ресурсосберегаемости, экологии (шум, сохранность окружающей среды, землепользование), безопасности движения.

2 Автомобильный транспорт. Он обслуживает как междугородные, так и внутригородские перевозки. По объему перевозимых грузов в тоннах этот вид транспорта занимает первое место. Отличается: высокой маневренностью и возможностью регулировки транспортных средств в зависимости от потребности в перевозках; возможностью доставки грузов непосредственно потребителю без перегруза. На автомобильном транспорте начальная стоимость сооружения дорог сравнительно невысока. Существенными недостатками автомобильного транспорта являются худшие, чем при других видах транспорта, экологические показатели (загазованность, шум и т. д.), а также высокая себестоимость перевозок.

3 Речной транспорт. Имеет низкую себестоимость перевозок, большую провозную способность, незначительные затраты, малую материалоемкость, особенно по расходу металла. К недостаткам, ограничивающим использование речных путей, относятся: извилистость, увеличивающая длину маршрутов по речным путям; несовпадение их с маршрутами перевозок; мелководье некоторых рек в конце лета; замерзаемость рек и прекращение судоходства в зимний период.

4 Морской транспорт. Этот вид транспорта требует сравнительно небольших затрат на освоение путей сообщения. Характеризуется большой провозной способностью и низкой себестоимостью перевозок, а также регулярностью сообщений и крупно-тоннажностью морских судов. Скорость движения на морском транспорте выше, чем на речном. По регулярности перевозок морской транспорт уступает железным дорогам, так как некоторые порты замерзают в зимнее время.

Для транспортного обслуживания Арктики используются ледоколы и ледокольные транспортные суда. Морской транспорт является основным видом путей сообщения в обеспечении торговых связей России со многими странами

мира и в обслуживании приморских районов страны. К недостаткам следует отнести ограниченность внутренних маршрутов.

5 Воздушный транспорт. Это самый скоростной вид транспорта, обеспечивающий беспосадочные полеты на большие расстояния со скоростями 1000 км/ч и более. Важным преимуществом воздушных путей сообщения является возможность быстрой организации регулярной связи между любыми районами страны, где отсутствуют другие виды транспорта. Притом по кратчайшим направлениям с доступностью перевозок в сложных географических условиях местности (вертолеты), с практически неограниченными маршрутами. Основные недостатки воздушного транспорта: высокая себестоимость, ограниченная провозная способность и зависимость транспортировки от погодных условий.

6 Трубопроводный транспорт. На трубопроводном транспорте самая низкая себестоимость перевозок. Он обеспечивает массовую транспортировку наливных грузов и газов, высокую степень автоматизации, а также герметизацию и сохранность перевозок; может быть проложен повсеместно по наиболее короткому направлению. К недостаткам трубопроводного транспорта следует отнести однородность перевозимого груза в жидком и газообразном состоянии.

Задача 1. Определить оптимальный маршрут перевозки лесных грузов в количестве 5000 т из пункта А в пункт С на заданном полигоне А, К, Б, В, Г, Д, С (рис. 1).

Ориентировочная себестоимость перевозки грузов (2018 г.) в объеме 10 тонно-км на различных видах транспорта указана в табл. 1.

Таблица 1 - Ориентировочная себестоимость перевозки грузов (10 тонно-км)

Виды транспорта	Себестоимость перевозки 10 тонна-км, руб.
Железнодорожный	37,99
Автомобильный	33,45
Водный	23,59
Авиационный	151,22
Паромная переправа	21,12

Примечание. Себестоимость перегруза 10 тонн с одного вида транспорта на другой – 39,85 руб.

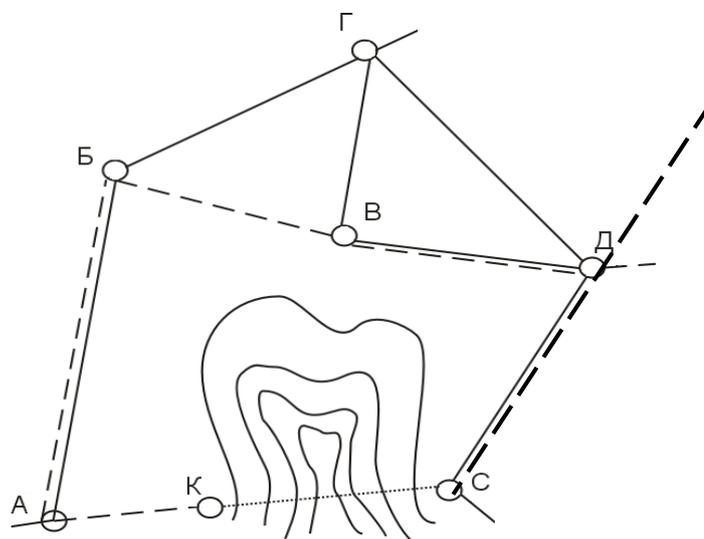


Рис. 1. Определение оптимального маршрута перевозки
лесных грузов:

————— железная дорога; - - - - - автомобильные
дороги; авиационный

Таблица 2 - Варианты задания с различными расстояниями между пунктами (по рис. 1)

Номер вари- анта	Протяженность участков между пунктами полигона в км.								
	А-Б	Б-Г	Б-В	Г-В	Г-Д	В-Д	Д-С	А-К	К-С
1	430	300	160	100	250	250	290	160	120
2	350	260	150	90	260	200	270	130	110
3	315	165	145	85	210	180	200	30	225
4	305	100	285	175	400	175	140	105	130
5	340	190	145	110	410	195	175	165	85
6	200	155	170	115	390	180	195	135	190
7	150	145	190	170	355	175	100	195	130
8	100	130	130	195	105	210	130	115	145
9	115	310	140	405	415	230	205	175	160
10	175	215	140	110	400	190	250	125	130
11	180	220	120	250	260	170	100	180	160
12	185	230	110	260	165	195	115	175	180
13	195	260	25	210	100	405	175	210	190
14	210	280	130	400	190	110	180	230	200
15	205	305	85	410	155	250	185	190	210
16	310	310	90	390	145	260	195	170	220
17	400	350	130	355	130	210	210	195	230
18	125	380	145	105	310	400	205	405	250
19	145	405	160	415	215	410	310	110	260
20	155	410	130	400	220	390	400	250	290
21	165	420	410	260	230	355	125	260	320
22	175	425	390	280	260	205	145	210	350
23	185	430	355	310	280	390	155	400	360
24	220	450	105	320	175	355	230	310	380
25	320	480	415	350	195	105	310	315	410
26	350	220	400	180	180	250	410	220	110
27	370	225	360	190	175	230	320	210	250

Практическое занятие 2

Основные показатели работы железнодорожного транспорта

Транспортный процесс сложен. Для его рационального ведения и получения высоких результатов необходимо иметь систему показателей, определяющих объем и качество эксплуатационной работы.

К числу основных показателей относятся:

1 Грузооборот. Определяется как сумма произведений массы перевезенных грузов на расстояние (дальность) перевозки:

$$\Sigma Pl = p_1 l_1 + p_2 l_2 + \dots + p_n l_n, \quad \text{тонно-км.}$$

(1)

2 Пассажирооборот. Находится как сумма произведений числа перевезенных пассажиров на соответствующие расстояния перевозки:

$$\Sigma Al = a_1 l_1 + a_2 l_2 + \dots + a_n l_n, \text{ пасс.-км.} \quad (2)$$

3 Приведенный грузооборот (приведенная продукция железнодорожного транспорта). Представляет собой сумму грузооборота и пассажирооборота:

$$П = \Sigma Pl + \Sigma Al, \text{ привед. тонно-км.} \quad (3)$$

4 Грузонапряженность. Это приведенная продукция железнодорожного транспорта, отнесенная к одному километру эксплуатационной длины сети или соответствующего участка железной дороги:

$$\Gamma = \frac{П}{L}, \text{ привед. тонно-км/км.} \quad (4)$$

5 Скорости движения. Их подразделяют на виды:

ходовая скорость – определяется делением пройденного пути на время движения (без учета времени на стоянках, при разгоне и замедлении поездов):

$$v_x = \frac{l}{t_x}, \text{ км/ч,} \quad (5)$$

где t_x – чистое время движения поезда на участке;

техническая скорость – это средняя скорость движения поезда на участке с учетом времени на разгон и замедление:

$$v_{техн} = \frac{l}{t_x + t_{пз}}, \text{ км/ч,} \quad (6)$$

участковая скорость – представляет собой среднюю скорость движения поезда на участке с учетом времени стоянок на промежуточных станциях, т. е.

$$v_{уч} = \frac{l}{t_x + t_{пз} + t_{пр.ст.}}, \text{ км/ч,} \quad (7)$$

маршрутная скорость – учитывает дополнительно продолжительность стоянок на технических станциях, т. е.

$$v_{марш} = \frac{l}{t_x + t_{пз} + t_{пр.ст.} + t_{техн.ст.}}, \text{ км/ч.} \quad (8)$$

6 Оборот вагона. Это время, которое затрачивается на полный цикл операций с момента начала погрузки вагона до момента следующей погрузки в этот же вагон, т. е.

$$\theta_s = \frac{1}{24} \left(\frac{l}{v_{уч}} + \frac{l}{L_{техн}} \cdot t_{техн} + k_m \cdot t_{зр} \right), \text{ сут.,} \quad (9)$$

где l – полный рейс вагона, равный

$$l = l_{зр} \cdot (1 + \alpha), \text{ км;} \quad (10)$$

здесь $l_{зр}$ – груженный рейс вагона, км;

α – коэффициент порожнего пробега;

$v_{уч}$ – участковая скорость, км/ч;

$L_{техн}$ – вагонное плечо, т. е. среднее расстояние между техническими станциями, км;

$t_{техн}$ – средний простой вагона на одной технической станции, ч;

$t_{зр}$ – средний простой вагонов на одну грузовую операцию, ч;

k_m – коэффициент местной работы, который определяет долю вагонного парка, участвующую в грузовых операциях, т. е.

$$k_m = \frac{U_n + U_в}{U_p}, \quad (11)$$

где $U_n, U_в$ – количество погруженных и выгруженных вагонов;

U_p – работа дороги (или подразделения), т. е. количество погруженных и принятых груженых вагонов с соседних подразделений, или количество выгруженных вагонов и сданных груженых вагонов на соседние подразделения:

$$U_p = U_n + U_{зр}^{np} = U_в + U_{зр}^{сд}, \quad (12)$$

здесь $U_{зр}^{np}$ – прием груженых вагонов;

$U_{зр}^{сд}$ – сдача груженых вагонов.

Средний простой вагонов, приходящийся на одну грузовую операцию (погрузку или выгрузку), определяется по формуле:

$$t_{зр} = \frac{t_n \cdot U_n + t_в \cdot U_в}{U_n + U_в}, \quad (13)$$

где $t_n, t_в$ – соответственно простой вагонов под погрузкой и выгрузкой в часах.

7 Рабочий парк вагонов определяется по формуле:

$$N = \theta \cdot U_p, \quad (14)$$

где θ – оборот вагона, сут.;

U_p – работа подразделения дороги, ваг.

Используя уже известные понятия, студент должен найти правильный ответ на вопрос: «На какие скорости влияет продолжительность стоянок поездов на станциях?»

Задача. Пользуясь данными таблицы 3, определить:

- 1 Время оборота вагона на железной дороге.
- 2 Ускорение оборота вагона при реализации одной из мер: увеличения скорости, вагонного плеча, сокращения простоя вагонов на станциях, уменьшения порожнего пробега вагонов.
- 3 Сокращение потребности в вагонном парке на отделении дороги в результате ускорения оборота вагона.

Таблица 3 - Исходная информация по вариантам

Показатели	Номера вариантов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Погрузка вагонов	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
2 Выгрузка вагонов	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900
3 Прием груженых вагонов	5000	5100	5200	5300	5400	5500	6600	7700	8800	9900
4 Грузный рейс, км	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
5 Техническая скорость, км/ч	45	47	45	46	48	47	50	55	52	58
6 Участковая скорость, км/ч	34	35	39	34	37	38	39	41	35	40
7 Простой вагона:										
а) – на технической станции, ч	4	2,5	2	3	4	5/3	4	3	4	5
б) – под погрузкой, ч	10	11	12	13	14	15	16/10	17	18	19
в) – под выгрузкой, ч	20	21/15	20	15	16	17	18	15	16	9
г) – на всех промежуточных станциях, ч	6	-	2	-	4	-	6	5	-	3
8 Коэффициент порожнего пробега	$\frac{0,30}{0,20}$	0,10	0,20	0,30	$\frac{0,40}{0,20}$	0,25	0,35	0,20	0,40	0,15
9 Вагонное плечо, км	100	110	120	135	140	155	160	$\frac{175}{200}$	180	190

Практическое занятие 3

Построение габаритов приближения строений и подвижного состава

Заданием предусмотрено: вычерчивание и изучение форм и основных размеров габаритов приближения строений (С) и подвижного состава (Т).

Вычерчивать габариты рекомендуется на *миллиметровой* бумаге формата А4 в масштабе 1:50 или формата А3 в масштабе 1:20. При выполнении задания следует пользоваться учебниками [1, 2] и руководствоваться ГОСТ 9238-73, которым утверждены габариты приближения строений и подвижного состава (рис. 2).

Таблица 4 - Различные виды габаритов подвижного состава и их размеры

Показатели, мм	Наименование габаритов					
	T	1-T	1-BM	0-BM	02-BM	03-BM
Высота	5300	5300	4700	4650	4650	4280
Ширина	3750	3400	3400	3250	3150	3150
Высота средней части габарита	3850	4000	3850	3500	3500	3170

Практическое занятие 4
Построение поперечных профилей земляного полотна железнодорожного пути

Заданием предусмотрено: вычерчивание и изучение форм и основных размеров поперечных профилей насыпей и выемок.

Поперечным профилем земляного полотна называется разрез, перпендикулярный продольной оси пути. Поперечное сечение земляного полотна может представлять собой насыпь, выемку, полунасыпь, полувыемку, полунасыпь-полувыемку, нулевое место. Размеры и форма поперечных профилей земляного полотна зависят от числа путей, разности отметок земляной поверхности и оси пути, характеристик грунта, поперечного уклона местности и категории железных дорог. На рисунках 3 и 4 приведены типовые поперечные профили насыпи и выемки. Минимально допустимая ширина основной площадки однопутных линий (м) на эксплуатируемой сети железных дорог России, а также установленная для вновь строящихся линий приведена в таблице 5.

Ширина земляного полотна на участках, расположенных в кривых, увеличивается с наружной стороны кривой в зависимости от радиуса кривой и категории линии. На двух- и многопутных линиях ширина основной площадки увеличивается на расстояние между осями крайних путей (на двухпутных линиях – на 4,1 м, а на трехпутных – на 9,1 м).

Поперечное очертание основной площадки земляного полотна на однопутных линиях имеет форму трапеции высотой 0,15 м и шириной поверху 2,3 м, а на двухпутных – форму равнобедренного треугольника высотой 0,2 м. В основном крутизна откосов насыпей и выемок составляет 1:1,5.

Таблица 5 - Минимально допустимая ширина основной площадки однопутных линий

Грунты	Категории железнодорожных линий						
	Эксплуатируемая общая сеть	Скоростные	Особо грузонапряженные	I	II	III	IV и V
Скальные, крупнообломочные и песчаные, кроме мелких и пылеватых песков	5,0	6,6	6,6	6,6	6,6	6,4	6,2
Остальные грунты	5,5	7,6	7,6	7,6	7,6	7,3	7,1

Ширина бермы со стороны будущего второго пути на однопутных линиях принимается не менее 7,1 м, а с противоположной стороны не менее 3 м. Для отвода воды от насыпи берма имеет уклон 0,02–0,04 (2–4 %).

Для отвода поверхностных вод от насыпей устраиваются продольные водоотводные канавы шириной по дну 0,6 м и глубиной не менее 0,6 м, откосы не круче 1:1,5. Они делаются при поперечном уклоне местности до 0,04 (4 %) с обеих сторон, а при большем уклоне – только с нагорной (верхней) стороны.

Водоотводным канавам придают продольный уклон не менее 3 ‰.

При ширине резерва более 10 м его дно в поперечном направлении делают двускатным, а при меньшей ширине – односкатным в сторону от насыпи. Резервы не устраиваются и заменяются продольной водоотводной канавой в случаях, если:

- грунт на полосе отвода непригоден для насыпи;
- отсыпка насыпи из резервов дороже, чем при транспортировке грунта из близлежащих выемок.

Для сбора и отвода поверхностных вод с основной площадки и откосов выемки делаются кюветы глубиной 0,6 м и шириной по дну 0,4 м. Крутизна откосов кюветов со стороны основной площадки 1:1, а с полевой стороны равна крутизне откоса выемки. Откосы выемки глубиной от 2 до 12 м в обычных грунтах имеют крутизну 1:1,5, в зависимости от физико-механических свойств грунтов и напластований, а в скальных грунтах – 1:0,2.

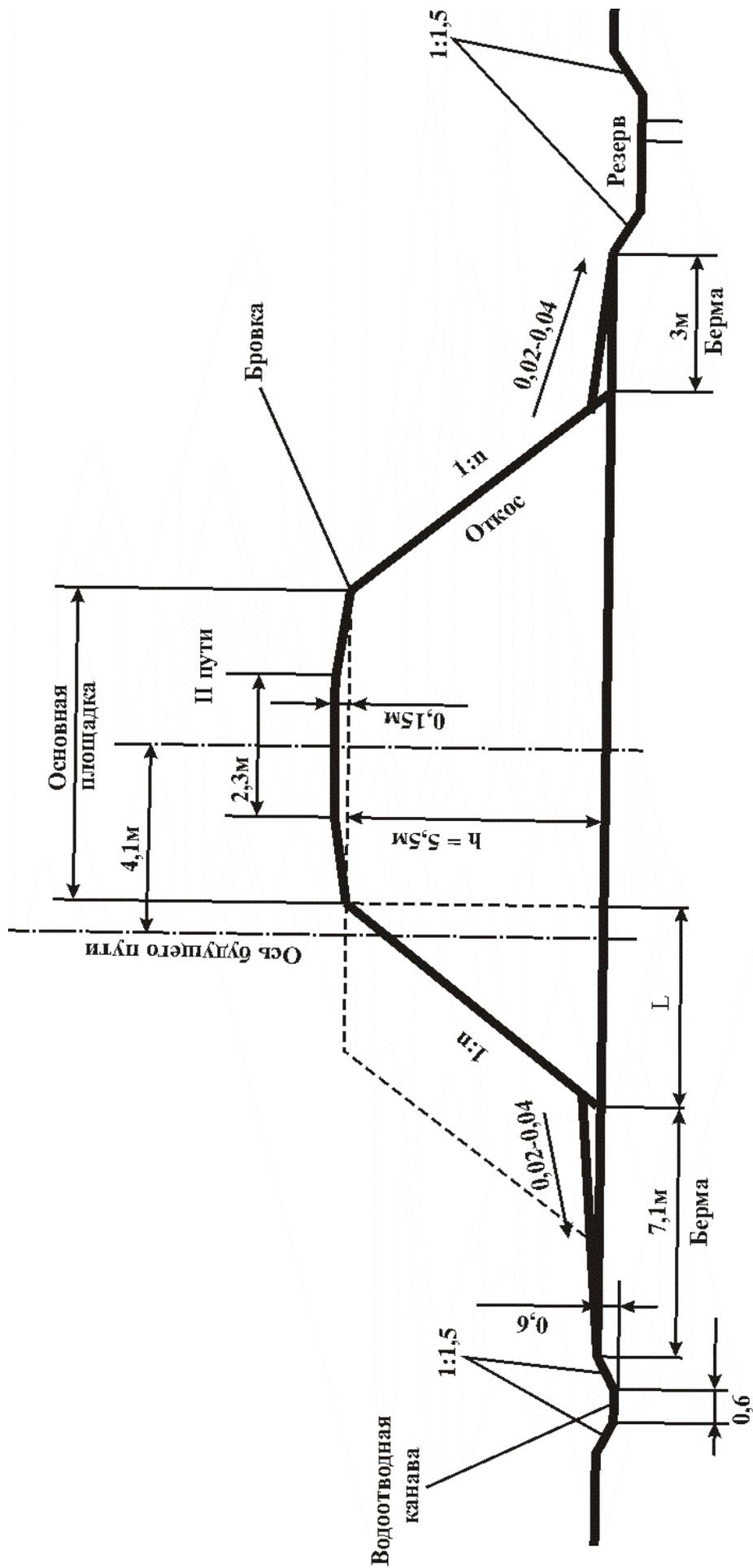
Задача. Начертить поперечные профили насыпи и выемки на миллиметровой бумаге в масштабе 1:200.

Высоту насыпи принять равной:

$$h_n = (N_{\text{вар}} + 2)/2, \text{ м.}$$

Глубину выемки принять равной:

$$h_v = 7 - h_n, \text{ м.}$$



L – заложение

h – высота откоса

$1:n$ – крутизна откоса ($h:L$)

Рис. 3. Типовой поперечный профиль насыпи

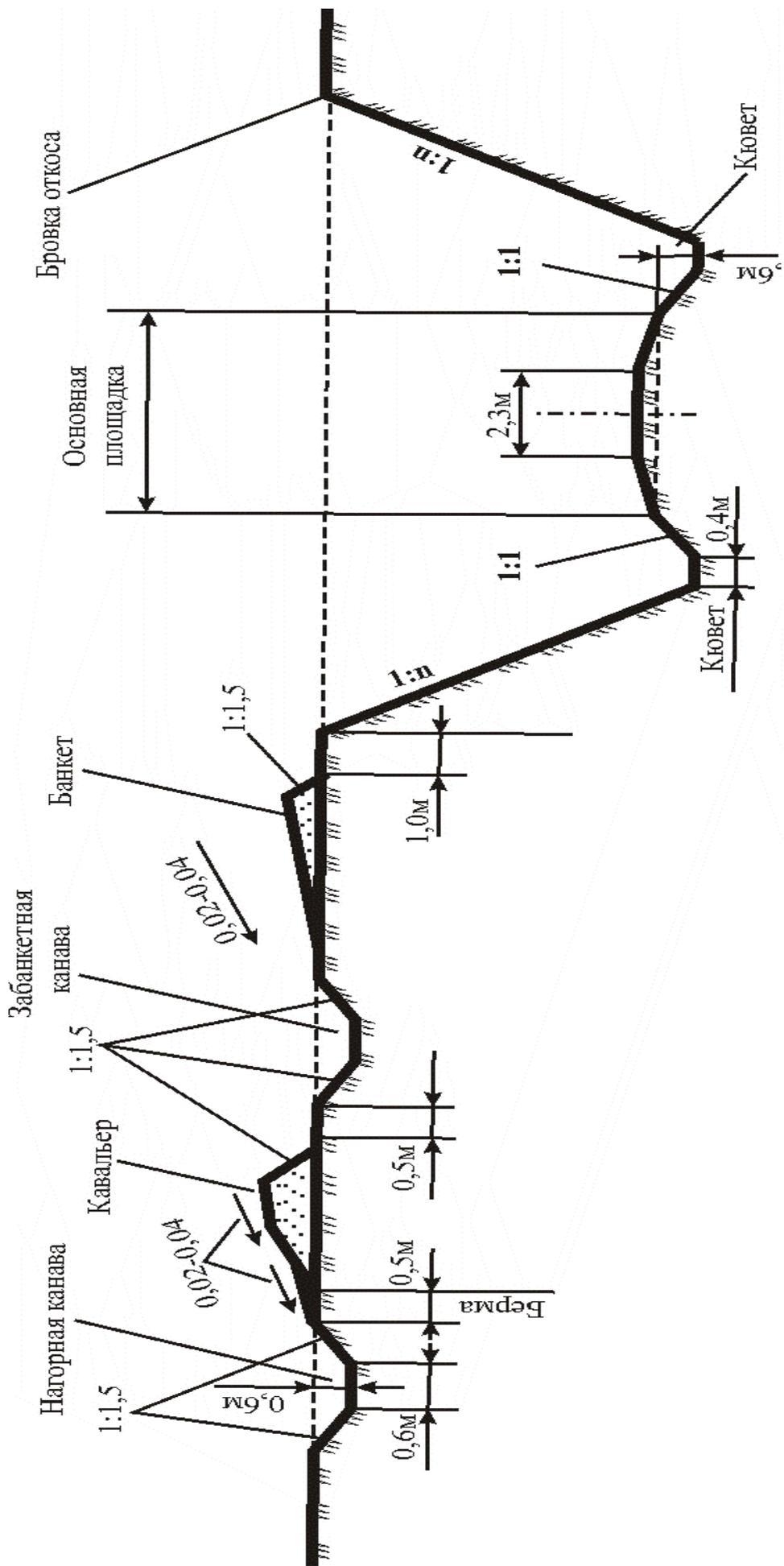


Рис. 4. Типовой поперечный профиль выемки

Практическое занятие 5

Построение схем одиночных стрелочных переводов

Заданием предусмотрено вычерчивание схем одиночного (одностороннего и симметричного) стрелочного перевода с указанием наименований основных его частей.

Для перехода подвижного состава с одного пути на другой служат устройства по соединению и пересечению путей, относящиеся к верхнему строению. Соединение путей между собой осуществляется стрелочными переводами.

В зависимости от назначения и условий соединения путей между собой стрелочные переводы подразделяют на одиночные, двойные и перекрестные. Одиночные переводы делятся на обыкновенные, симметричные и несимметричные.

Обыкновенный стрелочный перевод служит для соединения двух путей. Он может быть право- или левосторонним и различается в зависимости от типа рельсов и марки крестовины. Применяется при отклонении бокового пути от прямого в ту или другую сторону.

Стрелочный перевод состоит из следующих основных частей: стрелки, включающей два рамных рельса, двух подвижных остряков и переводного механизма; крестовины, состоящей из сердечника и двух усювиков; контррельсов, обеспечивающих направление гребней колес в соответствующие желоба крестовины; соединительных рельсовых нитей, к которым относится и переводная кривая; переводных брусьев (рис. 5).

При проектировании необходимо руководствоваться следующими основными размерами стрелочных переводов (рис. 6):

L_n – полная длина перевода;

t – расстояние от стыка рамного рельса до начала остряка;

a_o – расстояние от начала остряка до центра перевода;

b – расстояние от центра перевода до торца крестовины;

b_o – расстояние от центра до математического центра крестовины;

q – расстояние от математического центра крестовины до ее торца.

Симметричный перевод имеет те же основные элементы, что и обыкновенный, но, благодаря меньшей длине остряков, крестовины и переводной кривой, позволяет значительно сократить длину соединения путей. Симметричные переводы применяются при разветвлении основного пути на два под одинаковым углом $\alpha/2$ при укладке путей на станциях. Весьма редко применяются разносторонние *несимметричные* переводы, имеющие разные углы отклонения обоих путей от основного. Симметричный стрелочный перевод показан на рисунке 7.

В зависимости от назначения стрелочные переводы укладываются в путь с марками крестовины: 1/6, 1/8, 1/9, 1/11, 1/18, 1/22. Марка крестовины равна тангенсу угла стрелочного перевода или крестовины ($\operatorname{tg} \alpha$). Обозначается простой дробью и выражает отношение ширины сердечника крестовины в ее корне к длине сердечника.

Таблица 6 - Основные размеры стрелочных переводов в зависимости от марки крестовины и типа рельсов

Тип рельсов	Марка крестовины	Угол крестовины	Основные размеры, м	
			<i>a</i>	<i>b</i>
P75	1/11	5° 11' 40''	14,06	19,30
P65	1/22	2° 35' 50''	31,95	38,59
P65	1/18	3° 10' 12''	25,63	38,19
P65	1/11	5° 11' 40''	14,06	19,30
P65	1/11 ^{*1}	5° 11' 40''	14,06	20,42
P65	1/11 ^{*2}	5° 11' 40''	14,06	23,58
P65	1/9	6° 20' 25''	15,23	15,81
P50	1/18	3° 10' 12''	25,63	31,89
P50	1/11	5° 11' 40''	14,48	19,05
P50	1/9	6° 20' 25''	15,46	15,60
P50	1/6 ^{*3} - сим	9° 27' 45''	9,95	10,56
P50	1/6 ^{*4} - сим	9° 27' 45''	6,95	10,56

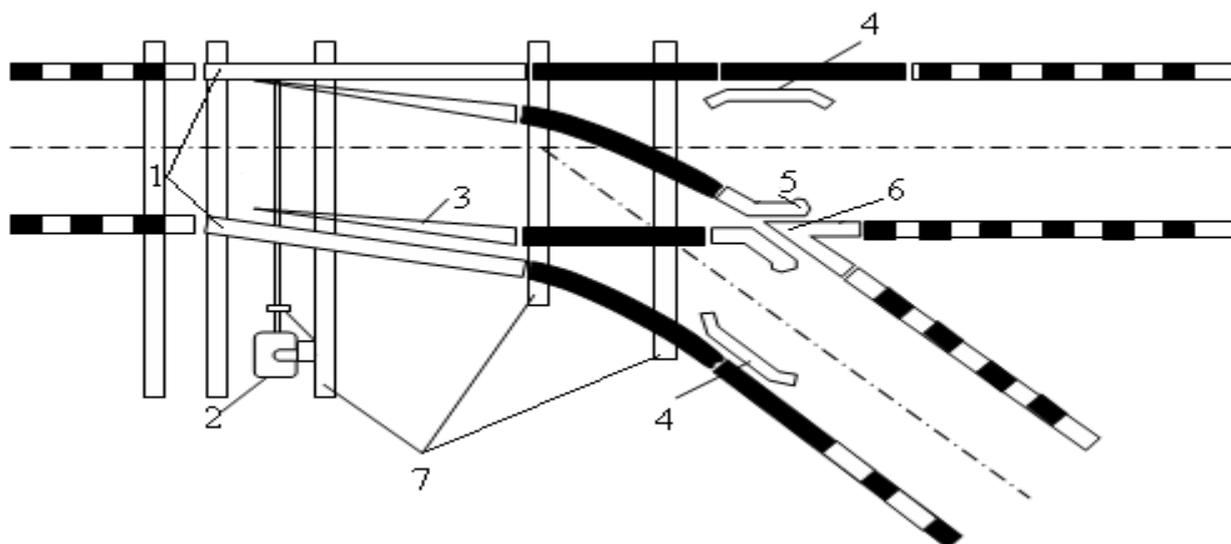


Рис. 5. Обыкновенный стрелочный перевод:

1 – рамный рельс; 2 – переводной механизм; 3 – остряк; 4 – контррельс;
5 – усовик крестовины; 6 – сердечник крестовины; 7 – стрелочные брусья

Стрелочные переводы, укладываемые рядом на одном пути, могут иметь различное взаимное расположение. Основные схемы смежной укладки одиночных обыкновенных стрелочных переводов показаны на рисунке 8.

Схемы на рисунке 8, *a, б* – встречная укладка переводов с боковыми путями в разные стороны и одну сторону.

Схемы на рисунке 8, *в* – попутная укладка переводов с боковыми путями в разные стороны.

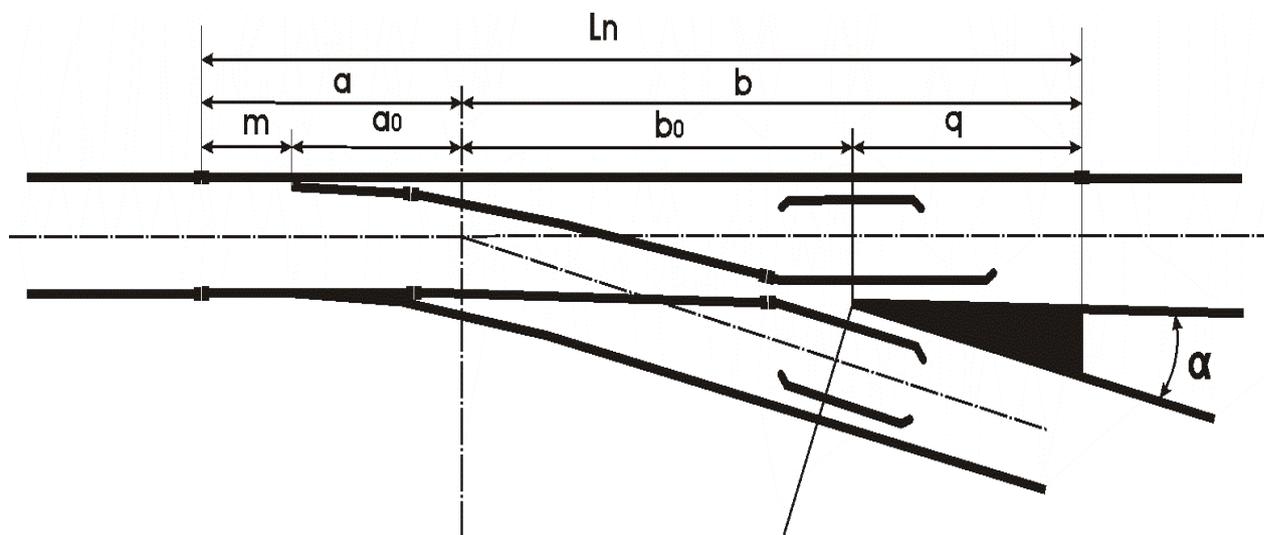


Рис. 6. Схема обыкновенного стрелочного перевода

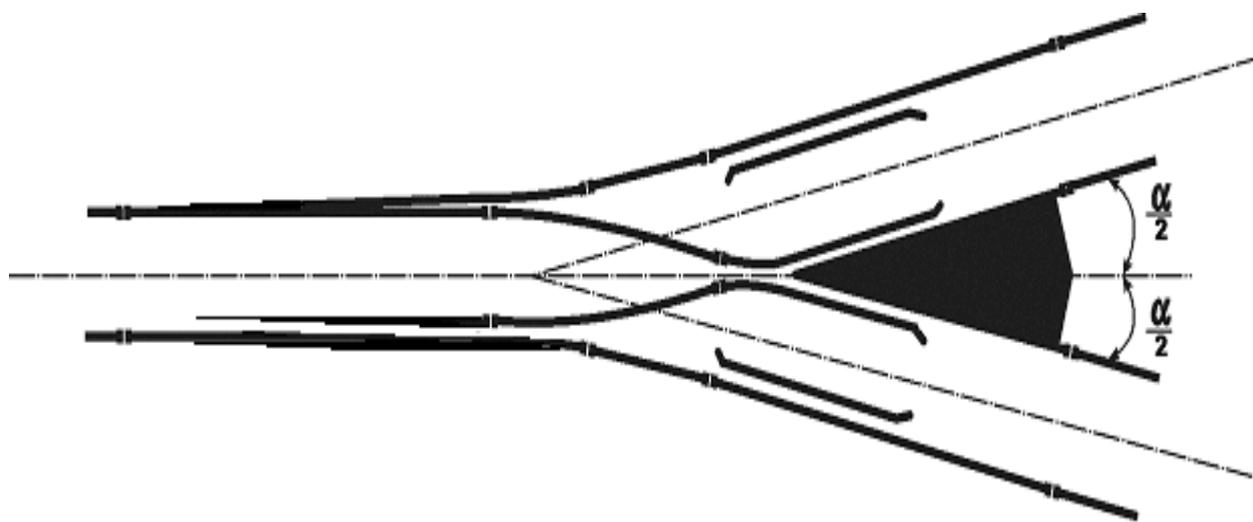


Рис. 7. Схема одиночного симметричного стрелочного перевода

При ответвлении двух параллельных путей в одну сторону (рис. 8, *з*) и в разные стороны (рис. 8, *д*) расстояние между центрами переводов зависит от заданного расстояния между осями путей.

На главных путях при скоростях движения больше 120 км/ч прямая вставка d составляет 25 м. На главных путях при скоростях движения меньше 120 км/ч прямая вставка в два раза короче. На приемоотправочных путях вставка d в схеме 8, *а* должна быть не менее 12,5 м, а в схемах рисунка 8, *б*, *в* – 6,25 м.

На прочих путях при укладке переводов по схемам рисунка 8, *а*, *б*, *в* d может приниматься 6,25 м.

Во всех случаях при укладке смежных переводов на рельсах различных типов длина прямой вставки устанавливается не менее 12,5 м.

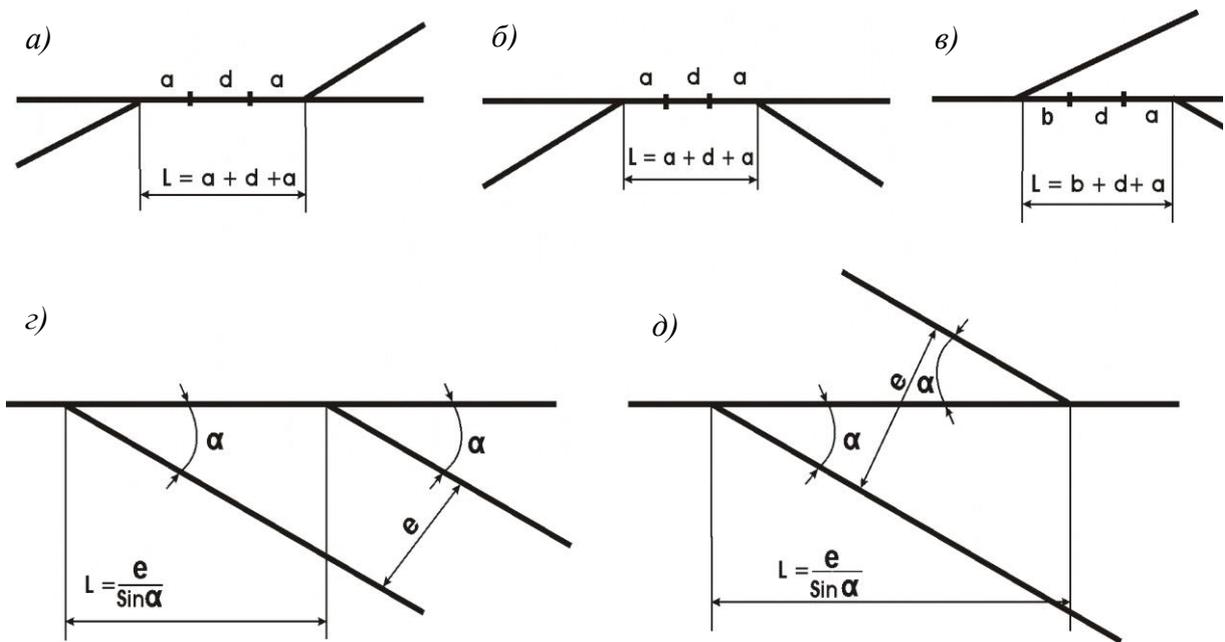


Рис. 8. Схемы взаимного расположения стрелочных переводов

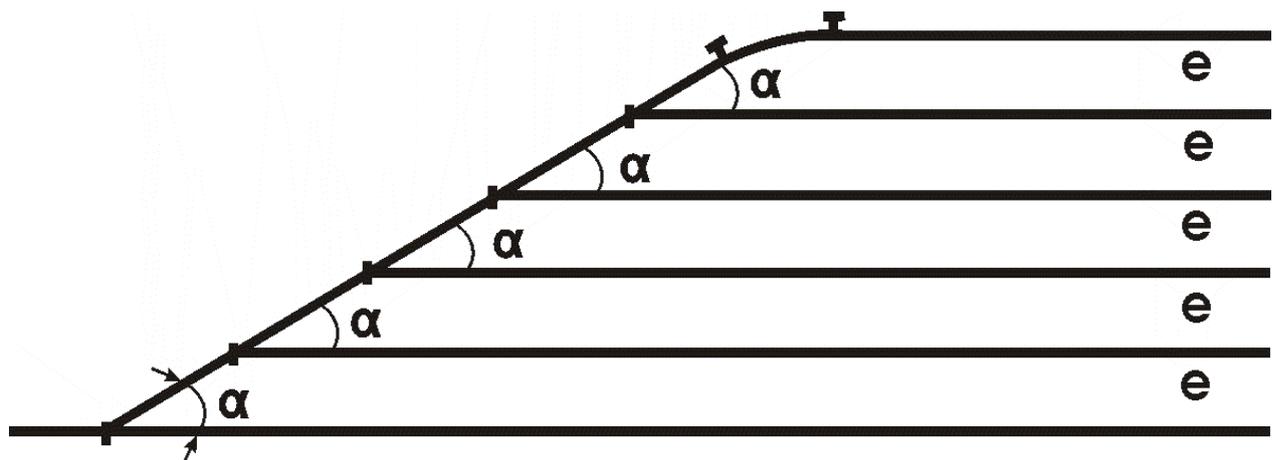


Рис. 9. Схема стрелочной улицы под углом крестовины

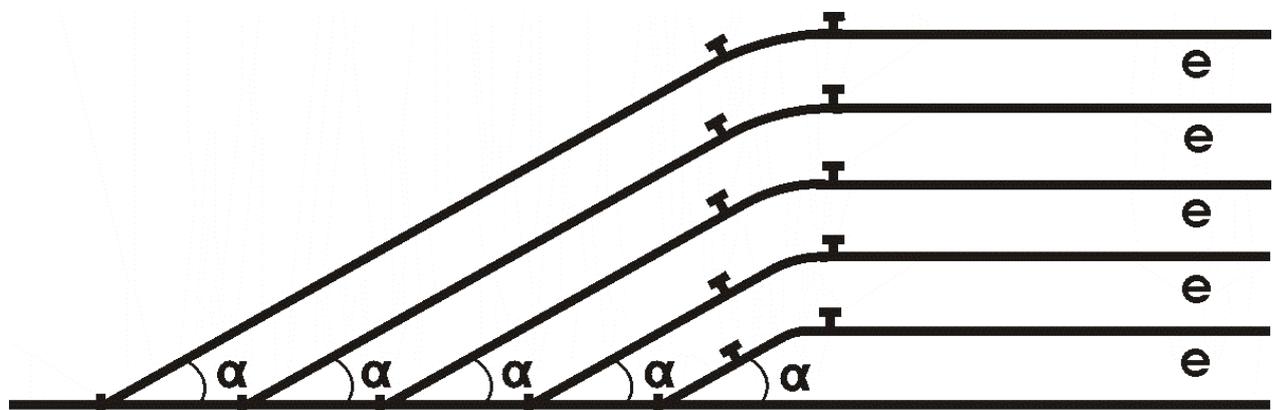


Рис. 10. Схема стрелочной улицы на основном пути

Практическое занятие 6

Силы, действующие на поезд. Определение массы (веса) и длины поезда

На поезд при движении действуют силы: тяги F_k , сопротивления W , тормозная B_T . В расчетах пользуются либо полной величиной этих сил, либо удельной величиной, т. е. отнесенной к 1 т веса поезда, и обозначают соответствующими малыми буквами: f_k , w , b_T .

Сила тяги F_k – создается тяговыми двигателями локомотива во взаимодействии с рельсами, приложена к движущим колесам и направлена в сторону движения поезда. Наибольшая сила тяги локомотива по условиям сцепления колес с рельсами составляет

$$F_k < 1000 \cdot \varphi_k \cdot P_{\text{сц}}, \text{ кгс}, \quad (15)$$

где φ – коэффициент сцепления колес с рельсами;

$P_{\text{сц}}$ – сцепной вес локомотива.

Сила сопротивления W возникает при движении поезда и направлена в сторону, противоположную ему. Силы сопротивления, вызываемые трением осей в подшипниках между колесами и рельсами, ударами в рельсовых стыках, называются основным сопротивлением движению.

Другие силы сопротивления, которые возникают при определенных условиях движения, называются дополнительными сопротивлениями. Сюда относятся сопротивления движению от уклонов и кривизны пути.

Тормозными силами B_T называются искусственно создаваемые силы, возникающие в процессе торможения подвижного состава. Тормозные силы направлены против движения. Они управляемы и зависят в определенных пределах от реакции машиниста.

В зависимости от того, какие управляемые силы использует машинист в данный момент, различают следующие режимы движения:

1 Режим тяги, когда двигатели локомотива включены. На поезд действуют силы тяги и сопротивления

$$F_k, W, B_T = 0.$$

2 Режим холостого хода, когда двигатели отключены, поезд движется по инерции. На поезд действуют силы сопротивления

$$W, F_k = 0, B_T = 0.$$

3 Режим торможения, когда для быстрого снижения скорости или остановки поезда вводятся тормозные силы B_m . При этом на поезд действуют силы

$$W, B_T, F_k = 0.$$

Масса (вес) поезда определяется из условия равномерного движения на расчетном подъеме, когда силы тяги локомотива и полное сопротивление поезда равны, т. е. $F_k = W$:

$$F = P(w_0' + i_p) + Q(w_0'' + i_p), \quad (16)$$

откуда:

$$Q = \frac{F_k - P_{\text{сц}}(w_0' + i_p)}{w_0'' + i_p}, \quad (17)$$

где w_o' , w_o'' – основное удельное сопротивление локомотива и вагонов при расчетной скорости, кгс/тс;

F_k – сила тяги локомотива при той же скорости, кгс;

P_{cy} – вес локомотива, т;

i_p – величина расчетного подъема, ‰.

Длина поезда определяется по формуле:

$$L_n = \frac{Q}{q_4} \cdot \gamma_4 \cdot l_4 + \frac{Q}{q_8} \cdot \gamma_8 \cdot l_8 + l_{\text{лок}} + 10, \quad (18)$$

где q_4 , q_8 – вес соответственно четырех-, восьмиосных вагонов в составе поезда;

$l_{\text{лок}}$ – длина локомотива, м;

γ_4 , γ_8 – доля соответственно четырех-, восьмиосных вагонов в составе поезда;

l_4 , l_8 – длины вагонов ($l_4 = 15$ м, $l_8 = 20$ м);

10 – запас длины пути на неточную остановку поезда, м.

Таблица 7 - Исходные данные для решения задачи

Наименование характеристик	Номера вариантов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Доля вагонов:										
- 4-осных	0,96	0,91	0,93	0,95	0,90	0,92	0,91	0,94	0,89	0,96
- 8-осных	0,04	0,09	0,07	0,05	0,10	0,08	0,09	0,06	0,11	0,04
2 Вес вагона:										
- 4-осного	70	69	58	61	65	60	71	73	61	59
- 8-осного	140	141	125	132	129	181	130	145	150	139
3 Основное удельное сопротивление вагонов при расчетной скорости	1,6	1,7	1,6	1,7	1,5	1,7	1,7	1,5	1,5	1,7
4 Руководящий уклон участка	9	7	15	12	8	10	10	12	11	13
5 Наибольший уклон путей раздельного пункта	2,5	0	2	1	1,5	0	0	2,5	1,5	1
6 Серия локомотива	2ТЭ 10Л	ВЛ 23	ВЛ8	ВЛ 10	ВЛ 60к	ВЛ 80к	2М 62	ТЭ3	2ТЭ 10В	3ТЭ 10М
7 Вес локомотива, т	258	138	184	184	138	184	240	254	276	414
8 Расчетная сила тяги, тс	50,6	34,9	46,5	46,0	36,8	49,0	40,0	40,4	50,6	75,9
9 Длина локомотива, м	34	28	28	33	21	33	36	34	34	51
10 Основное удельное сопротивление локомотива, кгс/тс	2,29	2,89	2,89	3,02	2,90	2,92	2,22	2,23	2,29	2,29

Задача. Пользуясь данными таблицы 7, определить:

1 Массу (вес) поезда.

2 Длину поезда.

3 Выбрать стандартную длину приемоотправочных путей.

На основе, изложенного и других данных о взаимодействии сил тяги, сопротивления и торможения найдите правильные ответы из приведенных ниже:

1 На затяжном подъеме стрелка скоростемера локомотива перестала колебаться лишь после того, как машинист уравновесил силу тяги локомотива с сопротивлением поезда от уклона.

2 При движении поезда под уклон без изменения силы тяги локомотива скорость поезда начала снижаться лишь после того, как машинист включил тормоза.

3 На разъезд с двух сторон однопутного участка прибыли два тяжеловесных поезда. Через 5 мин. были отправлены с разъезда в разные стороны в своих направлениях. Длина первого поезда на 2 вагона превышала длину второго и на 5 вагонов – полезную длину приемоотправочных путей на разъезде.

4 Перед подходом поезда к уклону машинист включил тяговые двигатели, и поезд стал снижать скорость. Затем без вмешательства машиниста скорость движения поезда начала увеличиваться.

5 При движении поезда под уклон, величина которого соответствует удельному сопротивлению поезда, достигнутая максимальная скорость движения поезда не уменьшилась при включенных двигателях на всем протяжении участка с указанным профилем пути.

Практическое занятие 7 **Раздельные пункты, элементы станций и основы их проектирования**

Для пропуска необходимого числа поездов по участку и обеспечения безопасности движения поездов железнодорожные линии делятся на перегоны или блок-участки раздельными пунктами.

Различают раздельные пункты с путевым развитием и без него.

К раздельным пунктам с путевым развитием относятся: разъезды, обгонные пункты и станции, на которых предусматривается скрещение или обгон поездов и производство грузовых или технических операций.

К раздельным пунктам без путевого развития относятся: путевые посты (блок-посты при полуавтоматической блокировке, посты примыкания на однопутном перегоне с двухпутной вставкой и т. п.) и проходные светофоры автоблокировки, которые служат для разграничения движущихся поездов.

Станции, разъезды и обгонные пункты должны располагаться на горизонтальной площадке. В отдельных случаях их располагают на уклоне не более 1,5 ‰, в трудных условиях – не более 2,5 ‰. Основным конструктивным элементом всех станций является их путевое развитие.

На всех схемах железнодорожные пути и стрелочные переводы изображают в осях. При проектировании и строительстве станций необходимо знать координаты центров стрелочных переводов, предельных столбиков, светофоров и других элементов относительно оси станции и оси главного пути.

Известны три случая установки выходных и маневровых сигналов (рис. 11).

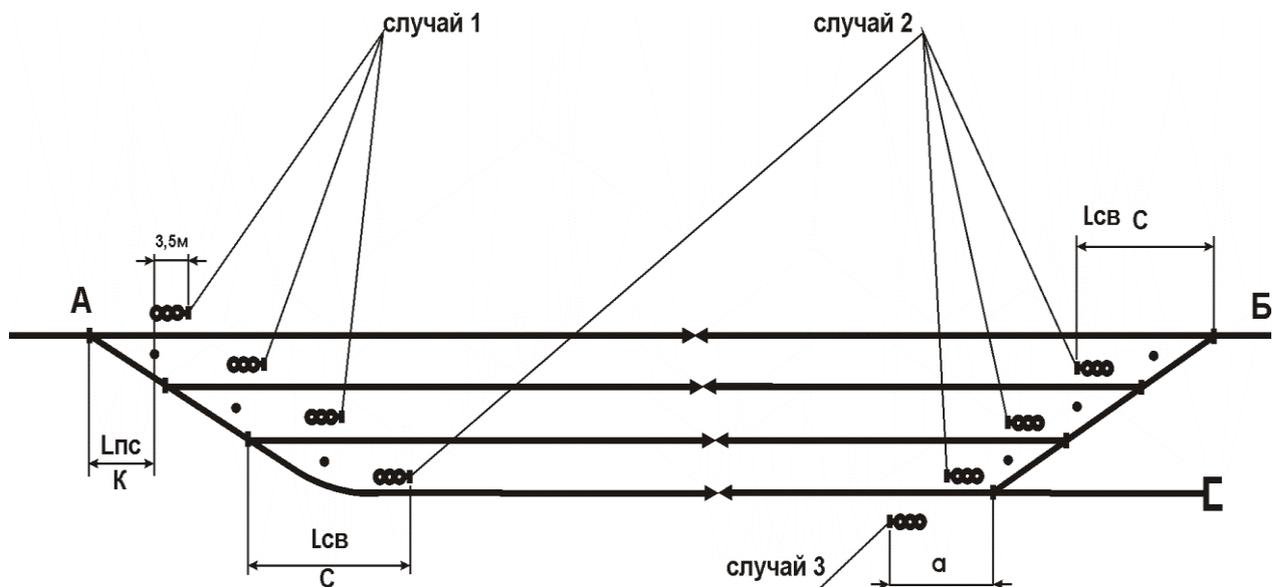


Рис. 11. Схемы установки сигналов

Случай 1 – когда предельный столбик, ограничивающий длину данного пути в этом конце, находится в одном междупутье с выходным сигналом с этого пути. Расстояние от центра перевода до сигнала определяется по таблице 8.

Случай 2 – сигнал, находящийся в разных междупутьях с предельным столбиком для данного пути, устанавливаются в створе с изолирующим стыком, т. е. на расстоянии 3,5 м за предельным столбиком.

Случай 3 – выходной сигнал, за которым уложен противошерстный стрелочный перевод, может быть установлен в створе со стыком рамного рельса.

Входные сигналы при тепловозной тяге устанавливаются на расстоянии не менее 50 м от остряка первой по ходу встречной стрелки или от предельного столбика, если первый стрелочный перевод пошерстный. На электрифицированных линиях входные сигналы удаляются от первой стрелки на 300 м.

Пути раздельного пункта нужно пронумеровать. Главные пути нумеруют римскими цифрами (I, II, III), а приемоотправочные пути и другие станционные пути – арабскими цифрами, порядковыми номерами вслед за номерами главных путей от пассажирского здания в полевую сторону.

Стрелочные переводы обычно нумеруются нечетными цифрами со стороны прибытия нечетных поездов (до оси станции) и четными – со стороны прибытия четных поездов. Нумерация начинается с входных стрелок станции.

Пассажирские платформы устраиваются длиной 500 м. Ширина основной пассажирской платформы в пределах расположения пассажирского здания 6 м, а на остальном протяжении – не менее 3–4 м. Ширина промежуточных платформ – 4 м. Для прохода пассажиров из пассажирского здания на низкие промежуточные платформы устраивают переходы на уровне головки рельсов. Число переходов должно быть не менее двух, а ширина – не менее трех метров. Размеры вокзала могут быть следующими: 6,0×18,0; 12,0×18,0; 12,0×42,0 м.

Задача. Произвести необходимые расчеты для определения расстояний от оси раздельного пункта до центров стрелочных переводов, предельных

столбиков и выходных светофоров. Исходные данные принять по таблицам 8 и 9.

Таблица 8

Расстояния между ЦСП, до предельных столбиков и светофоров

Марка крестовины	Тип рельсов	Расстояние между центрами стрелочных переводов (l) 3-я схема взаимной укладки		Расстояние от центров стрелочных переводов до предельных столбиков (K) и светофоров (C) при R = 300 м, e = 5,3 м	
		d=12,5 м	d=6,25 м	K	C
1/9	P-50	43,56	37,31	40	64
1/9	P-50	43,54	37,29	40	64
1/11	P-65	46,03	39,78	47	72
1/11	P-65	45,86	39,61	47	72

Таблица 9

Исходные данные для решения задачи

Номер варианта	Полезная длина путей	Схема разъезда	Тип рельсов	Марка крестовины	Ширина между-путий
1	850		P-50	1/9	5,3
2	850		P-50	1/11	6,5
3	1050		P-65	1/9	6,5
4	1050		P-65	1/11	5,3
5	1250		P-50	1/9	6,5
6	1250		P-65	1/11	5,3
7	1550		P-50	1/9	6,5
8	1550		P-50	1/11	5,3
9	1700		P-65	1/9	6,5
10	1700		P-65	1/11	5,3

Вопрос: Какие из технических мероприятий вы считаете более эффективными для увеличения пропускной способности на однопутном участке, оборудованном автоблокировкой?

Выберите правильный ответ из числа приведенных.

Ответы

- 1 Удлинение путей на станциях, разъездах, обгонных пунктах.
- 2 Увеличение количества приемоотправочных путей на разъездах.
- 3 Строительство новых вокзалов, введение дополнительных касс для продажи билетов пассажирам.
- 4 Строительство дополнительного разъезда на ограничивающем перегоне, а на других перегонах – установка дополнительных проходных светофоров.

Практическое занятие 8

План и профиль железных дорог

Положение продольной оси пути в пространстве на уровне бровки земляного полотна называется трассой.

Проекция трассы на горизонтальную и вертикальную плоскости называют планом пути и продольным профилем, а разрез земляного полотна плоскостью, перпендикулярной оси пути – поперечным профилем.

Продольный профиль состоит из отдельных элементов, различных по крутизне и протяженности. Крутизна элементов профиля определяется уклоном i , представляющим собой отношение разности высот точек по концам элемента h к горизонтальному расстоянию (горизонтальному заложению) между ними l . Крутизна уклонов измеряется в тысячных (‰).

$$i = \frac{h}{l} \cdot 1000, \quad \text{‰} \quad (21)$$

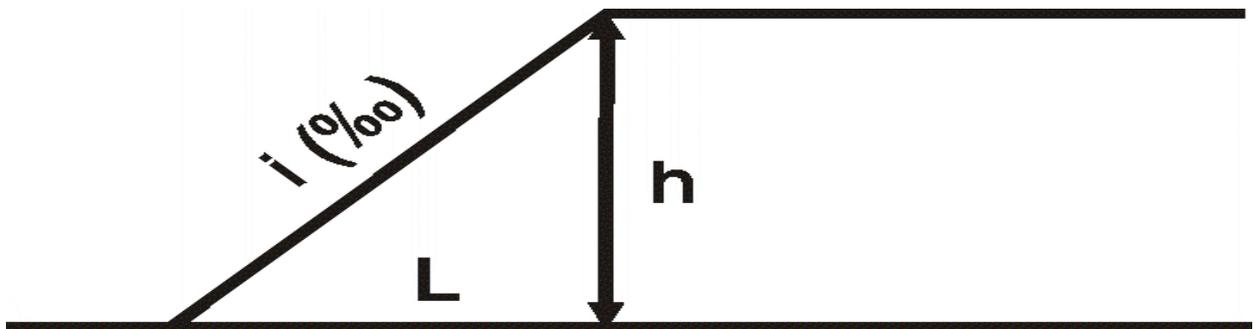


Рис. 12. Соотношение элементов продольного профиля

Задача. На основании данных об отметках земли и проектной линии (табл. 12), используя размеры типовых поперечных профилей насыпи и выемки, произведите расчет объема земляных работ при сооружении железной дороги между пунктами по вариантам (табл. 9).

Из трех нижеприведенных соображений выберите правильное.

1 Для уменьшения строительной стоимости железнодорожного пути трассу в сильно пересеченной местности проектируют по кратчайшему пути.

2 Для лучшего вписывания железнодорожной линии в рельеф местности и уменьшения капитальных затрат на ее строительство проектировщики применяют кривые малого радиуса и даже удлиняют трассу.

3 Спряmlение железнодорожной трассы в плане и смягчение уклонов сокращают протяженность пути, капитальные затраты и эксплуатационные расходы.

Таблица 10 - Исходные данные для расчета объемов земляных работ

№ варианта	Заданная длина пути между пунктами	Отметки земли (ОЗ) и проектные отметки (ПО) в пунктах 1, 2, 3, 4, 5, 6											
		1		2		3		4		5		6	
		ОЗ	ПО	ОЗ	ПО	ОЗ	ПО	ОЗ	ПО	ОЗ	ПО	ОЗ	ПО
1	<u>1-2-3</u> 100, 180	70	65	71	67	74	69	73	70	76	71	75	72
2	<u>2-3-4</u> 120, 160	113	118	114	116	108	114	106	112	107	110	105	108
3	<u>3-4-5</u> 180, 240	146	145	148	145	153	145	155	145	154	145	152	145
4	<u>4-5-6</u> 190, 205	194	202	196	202	197	202	195	202	198	202	193	202
5	<u>1-2-3</u> 180, 100	35	27	34	26	33	25	31	24	30	23	33	22
6	<u>2-3-4</u> 160, 120	49	58	51	59	53	60	54	61	52	62	56	63
7	<u>3-4-5</u> 240, 180	108	112	109	112	106	112	104	112	105	112	107	112
8	<u>4-5-6</u> 205, 190	87	82	88	80	86	78	80	76	84	74	80	72
9	<u>1-2-3</u> 120, 160	394	390	396	390	394	390	398	390	396	390	392	390
10	<u>2-3-4</u> 180, 240	128	125	126	125	129	125	132	125	131	125	134	125

Практическое занятие 9

Тяговый подвижной состав. Тяговые расчеты

Цель работы: изучить типы тягового подвижного состава, ознакомиться с основными типами вагонов, их технико-экономическими характеристиками и конструкцией.

Порядок выполнения работы:

1. Дать общую характеристику тяговому подвижному составу.
2. Рассчитать массу грузового поезда.

Движение поездов на железнодорожном транспорте осуществляется с помощью тягового подвижного состава, который подразделяется на:

1. Локомотивы.
2. Моторвагонный подвижной состав:
 - моторный;
 - прицепный.

Локомотив (фр. Locomotive от лат. loco moveo – сдвигаю с места) – транспортное средство, предназначенное для использования на железной дороге. Локомотив имеет собственную энергетическую установку (двигатель) и используется для перемещения несамоходных вагонов.

Преимущества локомотивов:

1. Удобство технического обслуживания. Проще обслуживать один локомотив, чем много самоходных вагонов или секции МВПС.
2. Безопасность. Технические системы локомотива могут представлять опасность для пассажиров (это в первую очередь относится к паровым котлам паровозов), поэтому безопаснее оборудовать ими не сам вагон, а отдельный локомотив.
3. Простота замены. В случае поломки локомотив проще заменить другим, чем заменять целый поезд или группу вагонов при использовании моторвагонного подвижного состава.
4. Эффективность. При простое вагонов в случае использования моторвагонного подвижного состава их энергетические установки тоже простаивают. Локомотив же можно перебрасывать с одного участка на другой, использовать для ведения другого поезда и таким образом наиболее эффективно использовать его энергетическую установку.
5. Цикл устаревания. Разделение вагонов и приводящей их в движение энергетической установки позволяет просто заменить один из элементов в случае прихода в негодность.

Классификация локомотивов представлена в табл. 11.

Таблица 11 - Классификация локомотивов

Определение	Внешний вид
1	2
<p>Паровоз – локомотив, использующий в качестве энергетической установки паровую машину</p>	
<p>Тепловоз – локомотив с двигателем внутреннего сгорания – дизелем, превращающем химическую энергию, заключенную в топливе, в механическую</p>	
<p>Электровоз – локомотив с электрическими тяговыми двигателями, получающими питание от энергосистемы через тяговые подстанции и контактную сеть</p>	

Продолжение таблицы 11

<p>Газотурбовоз – локомотив, приводимый в движение газовой турбиной</p>			
<p>Дизель – поезд, состоящий из моторных и прицепных вагонов и приводимый в движение от дизелей, располагаемых в моторных вагонах, предназначен для перевозки пассажиров на электрифицированных линиях</p>			
<p>Турбовоз – поезд, который имеет газую турбину вместо двигателя</p>			
<p>Автомотриса – самоходный пассажирский железнодорожный вагон с двигателем внутреннего сгорания. К ней могут быть прицеплены одна – две платформы</p>			
<p>Мотовоз – локомотив небольшой мощности, используемой для маневровой работы</p>			
<p>Контактно – аккумуляторные поезда – локомотив с электродвигателями, которые могут питаться как от аккумуляторов, так и от контактной сети</p>			
<p>Авто – и мотодрезины – самоходные поправки соответственно с автомобильным и автотрениковым двигателем</p>			
			

Классификация локомотивов

По роду службы:

- маневровые – передвижение отдельных вагонов на путях, железнодорожной станции и подъездных путях;
- грузовые – развивают силу тяги, позволяющую водить поезда большой массы;
- пассажирские – предназначены для вождения более легких поездов, но с большей скоростью;
- универсальные;
- промышленные.

По типу кузова:

- с несущей рамой и съемным кузовом;
- с несущими боковыми стенками и рамой;
- с цельнонесущим кузовом (когда рама, боковые стены и крыша работают как одно целое).

По числу секций:

- односекционные;
- двухсекционные;
- многосекционные.

Как тепловозы, так и электровозы любой мощности можно соединить по две и более единицы с управлением из одной секции. Такое их использование в поездной службе называют работой по системе многих единиц.

Односекционные



Двухсекционные



Трехсекционные



Рис. 13. Классификация локомотивов по числу секций

Для характеристики количества, расположения и назначения осей применяется осевая формула. В осевой формуле для локомотивов тележечного типа цифра указывает число осей в тележке. Знак «о», расположенный в индексе цифры, означает, что каждая ось ведущая, то есть имеет индивидуальный тяговый электродвигатель. Количество цифр означает число тележек. В осевой формуле тепловозов с гидропередачей возле цифры знак «о» не ставится. Знак «-» или «+» указывает на отсутствие или наличие жесткой связи между тележками.

Например:

$2_0 - 2_0$ – локомотив имеет две двухосные тележки, каждая ось ведущая.

Электровоз состоит из:

1) Механической части:

- кузов;

- тележки (рама, колёсные пары, тяговые двигатели, буксы, элементы тяговой передачи – редукторы);
- рессорное подвешивание тормозная и рычажная передача;
- 2) электрического оборудования;
- 3) пневматического оборудования.

Таблица 12 - Основные характеристики электровозов

Локомотивы	Род тока	Осевая характеристика	Расчетная скорость, V_p , км/ч	Конструкционная скорость, V_{max} , км/ч	Специальная масса m_l , т	Длина по осям автосцепок L_m , м
ВЛ8	постоян.	$2_o+2_o+2_o+2_o$	43,3	80	184	28
ВЛ10	постоян.	$2(2_o-2_o)$	46,7	100	184	33
ВЛ10 ^у	постоян.	$2(2_o-2_o)$	45,8	100	200	33
ВЛ11	постоян.	$2(2_o-2_o)$	46,7	100	184	33
ВЛ15	постоян.	$2(2_o-2_o-2_o)$	47,7	100	300	45
ВЛ23	постоян.	3_o+3_o	43,3	110	138	21
ВЛ60 ^к	перем.	3_o-3_o	43,5	100	138	21
ВЛ80 ^к	перем.	$2(2_o-2_o)$	44,2	110	184	33
ВЛ80 ^р	перем.	$2(2_o-2_o)$	43,5	110	192	33
ВЛ85	перем.	$2(2_o-2_o-2_o)$	50,9	110	288	45

Тяговые расчеты

Масса грузового состава определяется исходя из полного использования тяговых и мощностных характеристик локомотива.

Из условия движения поезда с равномерной скоростью по расчетному затяжному подъему масса состава брутто в тоннах по силе тяги локомотива определяется по формуле

$$Q_{бр} = \frac{F_{кр} - P(w'_0 + i_p)}{(w''_0 + i_p)}, \text{ т,}$$

- где $F_{кр}$ – расчетная сила тяги локомотива, тс;
 P – расчетная масса локомотива, т;
 w'_0 – основное удельное сопротивление движению локомотива, кгс/тс;
 i_p – крутизна расчетного подъема, ‰;
 w''_0 – основное удельное сопротивление состава, кгс/тс.

Основное удельное сопротивление движению локомотива при его движении в режиме тяги под током зависит от скорости движения и конструкции пути и определяется по формуле

$$w'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot V + 0,0003 \cdot V^2, \text{ кгс/тс,}$$

где V – расчетная скорость, км/ч.

Для расчетов V принимается как расчетная скорость заданного локомотива в режиме движения на расчетном подъеме без перегрева двигателя.

Основное удельное сопротивление движению состава также зависит от конструкции пути и при средней массе состава, приходящейся на одну ось колесной пары $q > 6т$, определяется по формуле

$$w_0'' = 0,7 + \frac{3 + 0,01 \cdot V + 0,0025 \cdot V^2}{q_0}, \text{ кгс/тс},$$

где q_0 – нагрузка на ось вагона, т/ось.

Нагрузка на ось вагона определяем по формуле

$$q_0 = \frac{q}{4}, \text{ т},$$

где q – вес вагона брутто, т.

Тяговыми расчетами предусматривается проверка рассчитанной массы состава на трогание с места после вынужденной остановки на подъеме по формуле

$$Q_{mp} = \frac{F_{к.мп}}{(w_{mp} + i_{mp})}, \text{ т}, \quad (1)$$

где $F_{к.мп}$ – сила тяги локомотива при трогании с места состава, кгс;

w_{mp} – удельное сопротивление состава при трогании с места, кгс/тс;

i_{mp} – крутизна наиболее трудного элемента на отдельных пунктах (станциях) заданного участка, ‰ ($i_{mp} = i_p$);

Удельное сопротивление состава при трогании с места:

$$w_{mp} = \frac{28}{q_0 + 7}, \text{ кгс/тс}.$$

Масса состава должна быть не меньше массы состава, определенной на расчетном подъеме, то есть $Q_{mp} \geq Q_{бр}$. В этом случае трогание с места будет обеспечено.

Для обеспечения пропуска поездов по приемоотправочным путям, при скрещении и обгонах, рассчитаем величину состава поезда, исходя из последней длины приемоотправочных путей.

Проверка возможности установки поезда на приемоотправочных путях выполняется из условия:

$$l_n \leq l_{non}, \text{ м},$$

где l_n – длина поезда, м;

l_{non} – длина приемоотправочных путей, м.

Длину поезда определяем по формуле:

$$l_{п} = l_c + m_n \cdot l_n + 10, \text{ м},$$

где l_c – длина состава, м;
 m_l – число локомотивов, шт;
 l_l – длина локомотива, м.

$$l_c = \sum n_i l_{i,м},$$

где n_i – число вагонов в составе, ваг;
 l_i – длина вагона по осям автосцепки, м.

Полезная длина приемоотправочных путей определяется округлением рассчитанной длины поезда до большего значения стандартной полезной длины (850, 1050, 1250 м).

В процессе выполнения работы необходимо ознакомиться с основными типами тягового и нетягового подвижного состава, эксплуатируемого на железных дорогах РФ.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Принципы устройства и работы электровоза.
2. Преимущество электрической тяги перед тепловозной.
3. Какова классификация локомотивов по видам тяги?
4. Каковы основные составные части электровоза?
5. Принципы устройства и работы тепловоза.

Практическое занятие 10 **Грузовые вагоны**

Цель работы: изучить типы грузовых вагонов, ознакомиться с их технико – экономическими характеристиками и конструкцией.

Порядок выполнения работы:

1. Дать общую характеристику грузовых вагонов.
2. Привести основные различия крытых вагонов от полувагонов.

Грузовой вагон – железнодорожный вагон, который используется для перевозки каких – либо грузов, товаров. В состав парка грузовых вагонов входят:

- 1) универсальные:
 - крытые вагоны;
 - платформы;
 - полувагоны;
 - цистерны;
- 2) специализированные:

- изотермические вагоны;
- вагоны специального назначения.

Крытые вагоны закрыты со всех сторон, предназначены для перевозки разнообразных грузов, обеспечения их сохранности в неблагоприятных метеоусловиях, защиты от кражи и механических повреждений. Эти вагоны, оснащенные соответствующим оборудованием, могут быть использованы и для массовой перевозки людей. Кузов крытого вагона имеет в каждой из боковых стен задвижные двери и по два люка с металлическими крышками. Люки служат для освещения, вентиляции и загрузки вагонов сыпучими грузами. Крытые вагоны, выпускаемые в настоящее время, имеют металлический кузов и расширенный дверной проем.



Рис. 14. Крытый вагон

Крытые вагоны подразделяются на:

- 1) универсальные – для перевозки тарно-штучных, сыпучих грузов;
- 2) специализированные – для перевозки скота и птицы, легковых автомобилей и других грузов.

На **платформах** перевозят длинномерные, громоздкие и тяжеловесные грузы. Платформы оборудуют невысокими откидными металлическими бортами и приспособлениями для установки стоек, необходимых при перевозке бревен, столбов, досок и т.п. Для перевозки крупнотоннажных контейнеров массой брутто 10, 20 и 30 т выпускают специальные четырехосные платформы, снабженные фитингами – устройствами для установки и крепления контейнеров.



Рис. 15. Платформа

Полувагоны – наиболее распространенный тип вагонов грузового парка. Они служат в основном для перевозки навалочных сыпучих грузов (уголь, руда, кокс, щебень, гравий и др.), контейнеров и прочих грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков. Могут быть люковые или безлюковые.



Рис. 16. Полувагон

Разновидностью полувагонов являются так называемые вагоны-хопперы для перевозки сыпучих и пылевидных грузов (щебень, гравий, песок, цемент, зерно и др.). Кузов имеет форму воронки, в нижней части расположены люки, через которые груз высыпается при разгрузке под действием силы тяжести, что способствует быстрой разгрузке.



Рис. 17. Хоппер

На внутренних путях крупных металлургических заводов руду и строительные сыпучие материалы перевозят преимущественно полувагонами-самосвалами, называемыми думпкарами. Это четырехосные полувагоны с кузовом прямоугольной формы, снабженные пневматическим устройством для разгрузки, при выполнении которой кузов наклоняется и одновременно открывается борт с соответствующей стороны.



Рис. 17. Думпкар

Жидкие грузы (нефть, керосин, бензин, масло, кислоты и т. п.) перевозят в цистернах. Цистерна представляет собой специальный металлический сварной резервуар (котел) цилиндрической формы, имеющий в верхней части люки для наливания груза, очистки и ремонта. Разнообразие грузов обуславливает существенные различия в конструкции цистерн.



Рис. 18. Цистерна

В зависимости от вида перевозимых грузов цистерны могут быть разделены на две группы:

1) общего назначения – для перевозки нефтепродуктов широкой номенклатуры:

- светлых (бензин, лигроин и т. п.) нефтепродуктов;
- темных (нефть, минеральные масла и т. п.) нефтепродуктов;

2) специальные – для перевозки отдельных видов грузов.

Изотермические вагоны используют в летнее время для перевозки скоропортящихся грузов (мясо, рыба и др.), а зимой – грузов, теряющих свои качества при замерзании (овощи, фрукты, молоко и др.).

Для поддержания в вагонах необходимой температуры их оборудуют приборами охлаждения и отопления, а кузова снабжают тепловой изоляцией. Для перевозки скоропортящихся грузов применяют также автономные рефрижераторные вагоны, оборудованные холодильными агрегатами и дизель-генераторными установками с автоматическим (без обслуживающего персонала) управлением.



Рис.19. Рефрижераторные вагоны

Помимо универсальных изотермических вагонов, используемых для перевозки скоропортящихся грузов, находятся в эксплуатации и специализированные вагоны для транспортирования живой рыбы, молочных и других продуктов.

Вагоны специального назначения предназначены для грузов, требующих особых условий перевозки:

– транспортеры – это многоосные платформы (12, 16, 20 и более осей) для перевозки громоздких и тяжеловесных машин и оборудования, грузоподъемностью 130, 180, 230 и 300 т;

– вагоны для перевозки скота, живой рыбы, битума, легковых автомобилей;

– вагоны, предназначенные для технических и бытовых нужд железных дорог: вагоны-мастерские, вагоны восстановительных и пожарных поездов.

Состав оборудования этих вагонов определяется их назначением.

В каждом вагоне, независимо от назначения и конструкции, имеются общие элементы: ходовые части. К ним относятся колесные пары, буквы с подшипниками и рессорное подвешивание. У четырехосных и многоосных вагонов все эти части объединены в тележки.

Ходовые части вагона представляют, как правило, две двухосные тележки, которые имеют связь с кузовом, обеспечивающую свободу взаимных угловых перемещений в трёх плоскостях, а также передачу продольных тяговых и тормозных усилий.

На каждом конце вагона установлено ударно – тяговое и переходное устройство, состоящее из автосцепного устройства с поглощающим аппаратом (для передачи продольных нагрузок в поезде), амортизаторов буферного типа и опирающейся на них переходной площадки (с мостиком и уплотнительной рамкой), образующей замкнутый тоннель между сцепленными вагонами.

Основные характеристики вагона:

1. Грузоподъемность – наибольшая масса груза, которая может перевозиться в данном вагоне.
2. Количество осей.
3. Удельный объем кузова.
4. Длина вагона.
5. Конструкционная скорость.
6. Наличие переходной площадки.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Понятие грузового вагона.
2. Назначение крытых вагонов.
3. Что такое коэффициент тары вагона?
4. Основные элементы вагона.

Практическое занятие 11 **Пассажирские вагоны. Пассажирские поезда**

Цель работы: изучить типы пассажирских вагонов, ознакомиться с их технико-экономическими характеристиками и конструкцией.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с характеристиками пассажирских вагонов.
2. По унифицированному весу составить композицию поездов (согласно варианту):
 - пассажирского дальнего следования;
 - скорого.
3. Рассчитать населенность.
4. Посчитать доходы от продажи билетов.

Таблица 13 - Исходные данные

Вариант	Унифицированный вес	Направление
1	800	Екатеринбург – Москва
2	850	Екатеринбург – С.-Петербург
3	900	Челябинск – Москва
4	950	Челябинск – С.-Петербург

Парк пассажирских вагонов включает в себя:

- цельнометаллические четырехосные вагоны для перевозки пассажиров;
- вагоны-рестораны;
- почтовые;
- багажные;
- почтово-багажные вагоны;
- вагоны специального назначения (вагоны-клубы, вагоны-лаборатории, служебные, санитарные и др.).

Устройство пассажирских вагонов зависит от дальности перевозок. По назначению эти вагоны бывают:

- 1) дальнего следования:
 - мягкие;
 - жесткие;
 - купейные;
 - некупейные;
 - межобластного сообщения;
 - пригородного сообщения.

В вагонах межобластного сообщения мягкие кресла расположены в общем пассажирском салоне.

Пассажирские поезда дальнего следования в зависимости от скорости движения делятся на:

- скорые;
- пассажирские.

Скорые поезда по сравнению с пассажирскими в пути следования меньше останавливаются, а остановки – короче. В скорых поездах в стоимость включена доплата за скорость. Уровень комфортности пассажирских и обычных скорых поездов одинаков.

Скорый поезд может иметь собственный стиль (уникальное оформление) и название, тогда он называется фирменным.

Пассажирские поезда имеют следующую нумерацию:

Нумерация пассажирских поездов, в зависимости от их предназначения делится на скорые, высокоскоростные и пассажирские. Нумерация скорых поездов открывает список:

1-150 - Скорые круглогодичные (скорость маршевая от 50 км/час (вкл.) до 91 км/час (искл.), маршрут следования свыше 150 км);

151-298 - Скорые сезонного и разового обращения (скорость маршевая от 50 км/час (вкл.) до 91 км/час (искл.), маршрут следования свыше 150 км);

301-450 - Пассажирские круглогодичные (скорость маршевая до 50 км/час (искл.), маршрут следования свыше 150 км);

451-598 - Пассажирские сезонные, разового назначения и детские (как исключение, скорость маршевая до 50 км/час. Для этой категории предусмотрен маршрут следования состава более 150 км);

701-750 - Скоростные (скорость маршевая 91 км/час и более);

751-788 – Высокоскоростные (скорость маршевая 161 км/час и более);

790-799 - поезда системы «Экспресс 3». Данная нумерация поездов обязательна для поездов международного сообщения государств-участников Содружества на всем маршруте следования;

801-898 - поезда, обслуживаемые моторвагонным подвижным составом (кроме скоростных и высокоскоростных поездов);

901-920 - поезда служебного (специального) назначения;

921-940 - поезда номерные туристические или коммерческие;

941-960 - людские;

961-970 - грузопассажирские составы;

971-998 - почтово-багажные составы.

Нумерация пригородных поездов

Все пассажирские поезда, кроме электричек и пригородных поездов, имеют трехзначное число в номере. А составы местного назначения — четырехзначное значение:

6001-6099 - электропоезда, приграничные пригородные, пригородные (маршевая скорость 91 км/час и более);

7001-7198 - скоростные пригородные;

7201-7598 - скорые пригородные и городские;

7601-7628 - поезда служебного (специального) назначения.

Нумерация технических поездов

Чтобы не возникало путаницы при идентификации составов, для технических введена четырехзначная система нумерации, для хозяйственных поездов она начинается с 4000.

Нумерация локомотивов

Толкачи-резервные, следующие для подталкивания или после подталкивания поездов имеют следующую нумерацию:

- 4001-4148 - грузовые толкачи;
- 4151-4188 - пассажирских локомотивов;
- 4191-4198 - хозяйственных локомотивов.

Резервные локомотивы, следующие без вагонов:

- 4201-4228 - для подталкивания грузовых поездов;
- 4231-4258 - для подталкивания вывозных и передаточных поездов;
- 4261-4298 - для подталкивания хозяйственных поездов;
- 4401-4698 - нумерация зависит от категории поездов: ускоренных, со-единенных, сквозных, участковых, сборных или сборно-участковых;
- 4701-4778 - тягачи для хозяйственных работ;
- 4779-4798 - рельсосмазыватели;
- 4801-4898 - от (к) вывозных, маневровых и передаточных поездов.

Сплотки резервных локомотивов, находящиеся в эксплуатации:

- 4901-4960 - грузовых составов;
- 4961-4990 - обозначение пассажирских составов;
- 4991-4998 - хозяйственных составов. На север и восток поезд движется под четным номером, под нечетным – на юг и запад. Когда поезд меняет направление движения, номер меняется на парный, т. е 1/2, 123/124 и т. п. Поезда с одинаковыми цифрами не встречаются на одной станции и не идут по одному маршруту.

Категории вагонов:

- СВ – мягкий с двухместными купе;
- СВМ – мягкий с двух- и четырехместными купе;
- М – мягкий с четырехместными купе;
- К – купейный с четырехместными купе;
- КБ – купейный с купе-буфетом;
- КР – купейный с радиостанцией;
- ПЛ – некупейный со спальными местами (плацкартный);
- О – не купейный с местами для сидения (общий);
- ОБЛ – межобластной с местами для сидения;
- Р – вагон-ресторан;
- П – почтовый;
- Б – багажный.

Плацкартный вагон состоит из девяти купе открытого типа. Вагон рассчитан на 54 спальных места, по 4 места в каждом купе: два нижних места, два верхних и 18 боковых мест: верхних и нижних. В каждом купе, а также на боковых местах имеется складной стол, третья полка для вещей и место для сумок под каждым нижним пассажирским местом (рундук). Вагон оборудован двумя туалетами с унитазами и умывальниками, титаном для подогрева воды, рабочим (тормозной конец) и нерабочим (нетормозной конец) тамбурами, двухместным купе для проводников с верхней и нижней полками и столом.



Рис. 20. Схема плацкартного вагона

Купейный вагон имеет девять четырехместных купе, два туалета с умывальниками в передней и задней части вагона, а также двухместное купе проводников. Вагон предназначен для перевозки 36 пассажиров. В купе имеются мягкие или жесткие (в зависимости от года выпуска вагона и типа поезда) спальные полки, две верхние и две нижние, имеющие мягкую спинку, стол, плафон освещения на потолке и небольшие лампы для чтения, зеркало на двери купе. Место для багажа имеется под спальными полками, а также в нише, находящейся над проходом вагона. Основное преимущество купейного вагона – это запираемое купе на четверых человек и меньшее, по сравнению с плацкартным, число пассажиров в вагоне. В настоящее время в некоторых поездах РЖД введены женские купе, билеты мужчинам в такие купе не продаются. При покупке билета необходимо уточнить кассиру, что вам необходим билет в купе для женщин. На цену билета это не влияет.

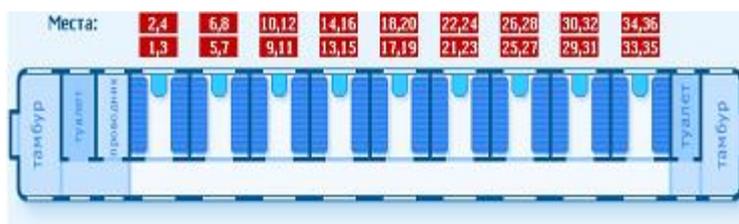


Рис. 21. Схема купейного вагона

СВ (спальный) вагон имеет девять двухместных купе, два туалета с умывальниками в передней и задней части вагона, а также двухместное купе проводников. Вагон предназначен для перевозки 18 пассажиров. В купе имеются мягкие спальные полки, имеющие мягкую спинку, стол, плафон освещения на потолке, плафон освещения на каждой из стен, а также небольшие лампы для чтения, зеркало на двери купе и стенах. Некоторые купе в СВ укомплектованы телевизором. Место для багажа имеется под спальными полками, а также в нише, находящейся над проходом вагона. В туалете вагонов СВ зачастую используются стульчаки с гигиенической пленкой, а на умывальниках установлен смеситель, при открытии кранов которого вода течет постоянно, т. е. не нужно нажимать на клапан как в купейном вагоне или плацкарте. В вагоне значительно тише, свежее и спокойнее, нежели в вагонах с большей вместимостью.

Недостаток – цена проезда, обычно в 4–5 раз превышающая цену проезда в плацкартном вагоне и в 2 раза превышающая цену купейного билета.

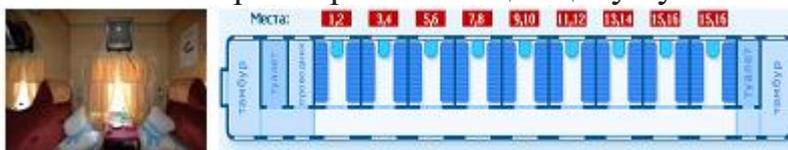


Рис. 22. Внутренняя обстановка и схема СВ вагона

В зависимости от веса поезда устанавливают композицию состава. Композиция – порядок размещения в определенной последовательности пассажирских вагонов разных типов и их количество.

Определяя композицию составов, необходимо учитывать характер, мощность и дальность следования пассажиропотоков, категорию поезда, а также характеристику пунктов, между которыми обращаются пассажирские поезда.

В табл. 14 приведена схема формирования состава, их вес и населенность по каждой категории поездов.

Таблица 14 - Схема формирования составов

Характеристика вагонов				Категория поездов					
Тип вагона	Условное обозначение вагона	Количество мест в вагоне	Вес вагона, т	Скорые			Пассажирские		
				Число вагонов	Общая населенность, чел	Общий вес, т	Число вагонов	Общая населенность, чел	Общий вес, т
Багажный	Б	-	49	-	-	-	1	-	69
Почтовый	П	-	48	1	-	58	-	-	-
Жесткий открытый неплацкартный	О	81	57	-	-	-	1	81	57
Жесткий открытый плацкартный	ПЛ	52	59	9	468	531	10	520	590
Жесткий купейный	К	34	60	5	190	300	4	136	240
Вагон – ресторан	ВР	-	65	1	-	65	1	-	65
Мягкий/Люкс	М/Л	8	59	-	-	-	-	-	-
Спальный вагон прямого сообщения	СВ	18	59	1	18	59	-	-	-
Жесткий купейный с буфетом	КБ	26	56	-	-	-	-	-	-
Купейный вагон с радиорубкой	КР	16	57	1	16	57	1	16	57
Итого				18	692	1070	18	753	1078



Рис. 23. Пример композиции пассажирского поезда

Пассажирский вагон состоит из следующих основных узлов:

1. Кузов:

- крыша
- две боковые стены;
- две торцевые стены;
- рама с полом.

2. Ходовые части.

3. Ударно-тяговое (сцепное) оборудование.

4. Тормоза.

Все пассажирские вагоны оборудованы тормозной системой – комплексом устройств, состоящим из автоматического электропневматического тормоза и механической тормозной рычажной передачи, установленных на кузове и вагонных тележках, а также кран экстренного торможения.

На пассажирских вагонах смонтировано следующее оборудование:

1. Внутреннее (устройства, составляющие интерьер вагона и выполняющие его планировку в соответствии с назначением). Каждый пассажирский вагон имеет систему электроснабжения, обеспечивающую питание электроэнергией всех его потребителей.

2. Климатическое (комплекс оборудования – установки отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, необходимые для обеспечения в вагоне нормальных температурных условий и воздухообмена).

3. Санитарно-техническое (санитарные узлы и система водоснабжения).

Основные технические характеристики

1 Линейные размеры пассажирского вагона:

- длина вагона (расстояние между торцевыми стенками вагона) – 23,6 метра;
- с учётом автосцепок – 24,75 метра.

2 База вагона (расстояние между шкворнями) – 17 метров.

3 Тара вагона (собственная масса вагона в порожнем состоянии).

4 Осноть (количество осей под вагоном) – четыре оси.

5 Населённость (количество мест).

Знаки и надписи

На торцевой стене пассажирского вагона трафаретом наносят:

- место приписки вагона (ВЧД-8);
- дата последнего деповского ремонта (ДР);
- дата и место последнего заводского ремонта (КР1, КР2);
- весенне-осеннее «оздоровление» (ТО2);
- дата единой технической ревизии (ТО3);

- знак «высокое напряжение»;
- высота автосцепки над уровнем головки рельса (98–1080).

На боковой стороне вагона наносят:

- у входной двери рабочего тамбура: тару вагона, количество посадочных мест;
- в центре вагона логотип железнодорожной компании и номер вагона.

Характерные особенности всех пассажирских вагонов:

- цельнометаллический кузов, что повышает их прочность и долговечность;
- тележки типа КВЗ-ЦНИИ, обеспечивающие скорость движения до 160 км/ч, и электропневматические тормоза;
- автономная система электроснабжения мощностью от 4,9 до 28 кВт в зависимости от типа вагона;
- облицовка внутренней поверхности кузова твердыми пластиками;
- установки кондиционирования воздуха и автоматическая нагнетательная вентиляция, люминесцентное освещение, холодное и горячее водоснабжение, устройства защиты и сигнализации режима работы электрооборудования и др.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Каков состав парка пассажирских вагонов?
2. Как делятся пассажирские вагоны по назначению?
3. Как делятся пассажирские поезда дальнего следования по скорости движения?
4. Каким образом нумеруются пассажирские поезда?
5. Какие категории вагонов в составе пассажирского поезда?
6. Основные узлы вагона.
7. Каким оборудованием оснащены пассажирские вагоны?
8. Каковы линейные размеры пассажирского вагона?
9. Какие знаки и надписи наносят на боковой стороне вагона?

Библиографический список

1 **Железные дороги. Общий курс** : учеб. для вузов ж.- д. трансп. / Ю.И. Ефименко, В.И. Ковалев, С.И. Логинов и др. ; под ред. Ю.И. Ефименко - 6-е изд., перераб. и доп. – М: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. – 503 с.

2 Правительство Российской Федерации Постановление от 15 апреля 2011 года N 272 Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом (с изменениями на 22 декабря 2018 года).

3 Инструкции по движению поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте Российской Федерации, - Приложение № 8 к ПТЭ ЖД РФ утвержденным приказом Минтранса России № 286 от 21.12.2010.

4 **Сханова, С.Э.** Транспортно-экспедиционное обслуживание: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С.Э. Сханова, О.В. Попова, А.Э. Горев. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 432 с.

5 Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Утверждены Приказом Минтранса России от 21 декабря 2010 г. N 286.

6 Инструкции по сигнализации на железнодорожном транспорте Российской Федерации, - Приложение № 7 к ПТЭ ЖД РФ, утвержденным приказом Минтранса России № 286 от 21.12.2010.

7 **Сапожников, В.В.** Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте. [Электронный ресурс]: Учебные пособия - Электрон. дан. - М.: «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. - 288 с.

8 Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики. [Электронный ресурс] / В.В. Сапожников, В.В. Сапожников, Ю.А. Кравцов. - Электрон. дан. - М.: «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. - 394 с.

Репешко Наталия Александровна
Магомедова Наталья Мусаевна
Трапенов Владимир Викторович

Учебно-методическое пособие
по практическим занятиям

ОБЩИЙ КУРС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Редактор

Корректор

Подписано к печати . . . 2019. Формат 60×84/16
Бумага газетная. Ризография. Усл. печ. л. .
Уч.-изд. л. . Тираж экз. Изд. № . Заказ № .

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения»
Ризография ФГБОУ ВО РГУПС.

Адрес университета: 344038, Ростов н/Д, пл. им. Ростовского стрелкового
полка народного ополчения, д. 2.