

Международный Транспортно-Гуманитарный Университет

Кафедра «Организация движения, управление на транспорте и логистика»



**Методические указания  
к практическим занятиям по дисциплине  
«Общий курс транспорта»**

**Направление подготовки: 6В113-Транспортные услуги, для  
обучающихся по образовательной программе 6В11355 – «Логистика»**

Алматы – 2024

УДК 656.2 (075.8)

Методические указания к практическим занятиям составлены в соответствии с рабочим учебным планом дисциплины «Общий курс транспорта» для обучающихся по образовательной программе 6В11355 – «Логистика».

**Рецензенты:**

Жатканбаева Э.А. - Заведующий кафедрой “Транспортной техники и организация перевозок”, КазАДИ

Шарубеков М:Н. – к.т.н., кафедра «ОДУТИЛ»

**Авторы:**

Мырзахметов М.А.– к.т.н.

Касенбаева З.У. – старший преподаватель

Калжанова А.М. – старший преподаватель

Устемирова А.С. - старший преподаватель

В методических указаниях изложены требования к проектированию продольного профиля земляного полотна железнодорожной линии, а также общие требования к конструкции промежуточных станций и основы технологии их работы. Приведены примеры расчета отдельных устройств станций, элементов графика движения поездов, порядок его разработки и подсчета показателей. Предложены варианты расчетно-графической работы.

Методические указания обсуждены и получили положительное решение на кафедре «Организация движения, управление на транспорте и логистика» (Протокол № 1 от 28 августа 2024 года).

Методические указания рекомендованы к изданию в открытой печати и использованию в учебном процессе на Ученом совете МТГУ (Протокол № 1 от 29 августа 2024 года).

## **ВВЕДЕНИЕ**

Многоотраслевое хозяйство железнодорожного транспорта - это огромный конвейер, функционирование которого требует взаимно слаженной работы всех его звеньев. Железные дороги располагают различными инженерными сооружениями, техническими устройствами и средствами, такими как железнодорожный путь; подвижной состав; сооружения и устройства вагонного и локомотивного хозяйства, сигнализации и связи; железнодорожные станции и др.

Для того чтобы с наибольшей эффективностью направлять свои усилия на совершенствование перевозочного процесса, каждому специалисту необходимо быть не только профессионалом в своей области, но и иметь необходимые знания о железнодорожном транспорте в целом. Этой цели и служит дисциплина «Общий курс транспорта» по образовательной программе для обучающихся специальности 6B11300 - «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», 6B11355 – «Логистика».

# Практическое занятие № 1

## НИЖНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ

**Цель работы:** рассмотрение нижнего строения пути и искусственных сооружений.

**Земляное полотно.** Земляное полотно представляет собой комплекс грунтовых сооружений, получаемых в результате обработки поверхности земли и предназначенных для укладки верхнего строения пути, обеспечения устойчивости и защиты его от воздействия атмосферных и грунтовых вод. Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и долговечным, требующим минимальных расходов на его устройство, содержание и ремонт, а также обеспечивающим возможность механизации работ. Выполнение указанных требований достигается правильным выбором грунтов для насыпей и их тщательным уплотнением, приданием земляному полотну очертаний, способствующих надежному отводу воды, укреплением откосов насыпей и выемок.

Разрез, перпендикулярный продольной оси пути, называется **поперечным профилем земляного полотна**. В зависимости от формы поперечного профиля земляное полотно может представлять собой насыпь, выемку, полунасыпь, полувыемку или полунасыпь-полувыемку (рисунок 1). Различают индивидуальные и типовые поперечные профили. Типовые профили применяют при сооружении земляного полотна на надежном основании из обычных грунтов. Индивидуальные поперечные профили разрабатываются в сложных географических и геологических условиях.

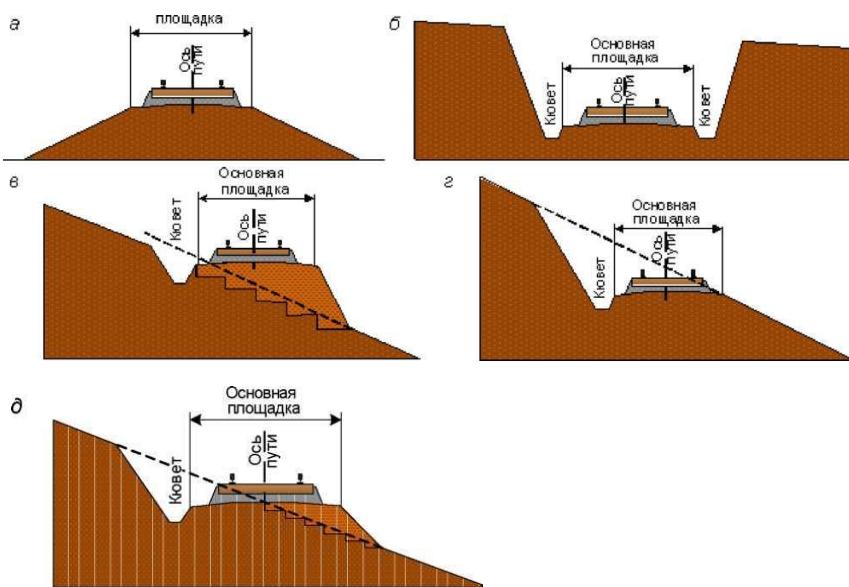


Рисунок 1. Виды земляного полотна:

а - насыпь; б - выемка; в - полунасыпь; г - полувыемка; д - полунасыпь-полувыемка

Насыпь и ее типовой поперечный профиль приведены на рисунке 2, а, б. Верхняя часть, на которую укладываются балласт, шпалы и рельсы, называется **основной площадкой**. На однопутных линиях основная площадка имеет форму трапеции с шириной верхней части 2,3 м и высотой 0,15 м, а на двухпутных - форму равнобедренного треугольника высотой 0,2 м. Такое очертание основной площадки способствует стоку воды, проникающей через балластный слой во время дождя и снеготаяния.

Полоса земли, на которую опирается насыпь, является ее **основанием**. Линия пересечения основной площадки с откосом называется **бровкой земляного полотна**, а откоса с основанием - **подошвой откоса**. Высотой насыпи считается расстояние от уровня бровок до основания ее по оси. Горизонтальная проекция  $l$  линии откоса называется его заложением, а отношение высоты откоса  $h$  к его заложению - крутизной откоса  $i$ , которое обозначается 1:n. Крутизна откосов устанавливается в зависимости от высоты насыпи, свойств грунтов, геологических, гидрологических и климатических условий местности. Широкое распространение получили откосы крутизной 1:1,5, называемые полуторными.

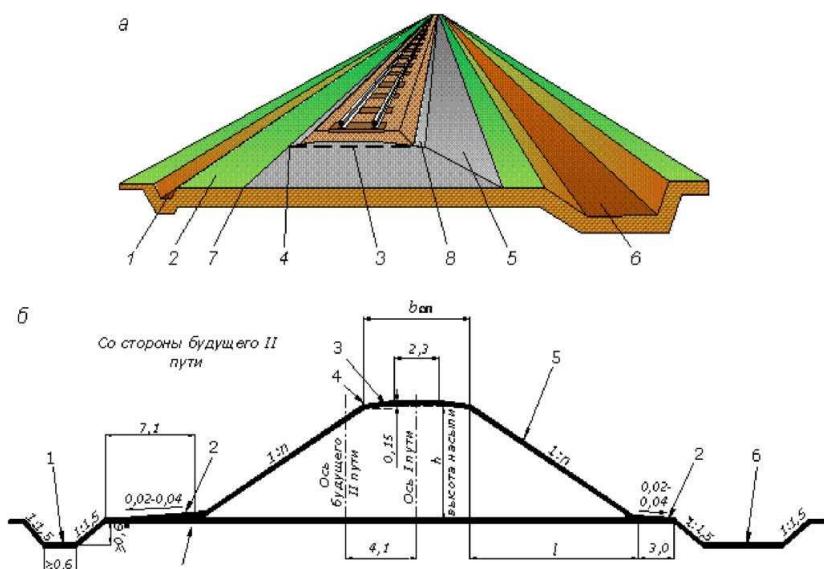


Рисунок 2. Насыпь (а) и ее типовой поперечный профиль (б), размеры приведены в метрах:

1 - водоотводная канава; 2 - берма; 3 - основная площадка; 4 - бровка земляного полотна; 5 - откос; 6 - резерв; 7 - подошва насыпи; 8 - обочина;  $h$  - расстояние от бровки земляного полотна до подошвы насыпи;  $l$  - длина горизонтальной проекции откоса насыпи; 1:n - крутизна откоса насыпи

Отвод поверхностных вод от насыпей, сооружаемых из привозного грунта, осуществляется продольными водоотводными канавами шириной (по дну) и глубиной не менее 0,6 м, которые при поперечном уклоне местности до 0,04 ‰ сооружаются с обеих сторон, а при большем уклоне - только с нагорной стороны. Если насыпь возводится из местного грунта, находящегося рядом с ней, то для отвода воды используются образующиеся при этом спланированные углубления, называемые резервами. Дну резервов

и водоотводных канав придают продольный уклон не менее 0,002 %.

Полоса земли от подошвы откоса насыпи до водоотводной канавы или резерва называется бермой. Для обеспечения отвода воды от насыпи берма имеет уклон в сторону водоотвода от 0,02 до 0,04 %.

Выемка и ее типовой поперечный профиль приведены на рисунке 3. Основная площадка выемки имеет такие же размеры, как у насыпи. С каждой стороны основной площадки земляного полотна в выемке создаются продольные водоотводы, называемые кюветами. Глубина кюветов, как правило, 0,6 м, а ширина по дну не менее 0,4 м. Дну кюветов придается продольный уклон 0,002.

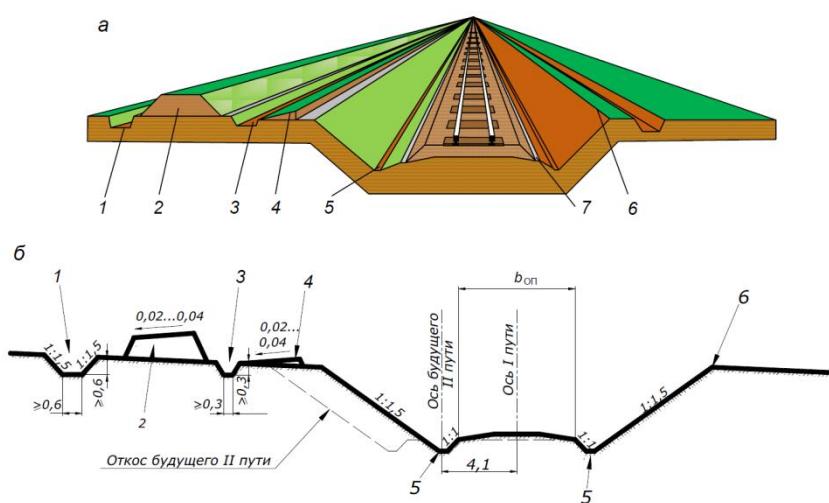


Рисунок 3. Выемка (а) и ее типовой поперечный профиль (б) (размеры приведены в метрах):

1- нагорная канава; 2 - кавальер; 3 - забанкетная канава; 4- банкет; 5 - кювет; 6 - бровка откоса; 7- обочина;  
 $b_{on}$  - ширина основной площадки земляного полотна

Удаленный при сооружении выемки грунт, не используемый для создания насыпи в другом месте, укладывают за откосом выемки с нагорной стороны в правильные призмы, называемые кавальерами. Для перехвата и отвода притекающих к выемке поверхностных вод за кавальерами сооружают нагорные канавы, а на полосе между кавальером и бровкой откоса выемки отсыпают банкет с поперечным уклоном в сторону от откоса для отвода воды в забанкетную канаву.

В неустойчивых грунтах и в стесненных условиях в качестве водоотводов устраивают лотки, которые могут быть железобетонными, бетонными, каменными или деревянными. По форме лотки подразделяются на трапецидальные, прямоугольные, треугольные и полукруглые. На станционных площадках для отвода поверхностных и грунтовых вод используются продольные и поперечные лотки с крышками, коллекторы, канализационные трубы, ливневые канализации, дренажные устройства.

Для предохранения земляного полотна от разрушений его откосы и

бермы укрепляют. Чаще всего для этих целей используют посев многолетних трав с густой стелющейся корневой системой. Кроме этого, используют такой способ защиты, как дернование откосов (сплошное или в клетку) - для этого предварительно срезанные куски дерна закрепляют на откосах деревянными спицами. При периодических затоплениях хорошо противостоят воздействию текущей воды древесно-кустарниковые насаждения, мощение откосов камнем. Однако эти способы защиты требуют больших затрат ручного труда. Поэтому на современном этапе чаще всего используют укрепления из железобетонных плит, укладку которых можно полностью механизировать.

**Искусственные сооружения.** Искусственные сооружения обеспечивают возможность пересечения железной дорогой водных преград, других железнодорожных линий, автодорог, глубоких ущелий, горных хребтов, застроенных городских территорий, а также безопасный проход людей через пути и устойчивость земляного полотна в сложных геологических и гидрологических условиях.

К искусственным сооружениям относятся мосты, трубы, тоннели, подпорные стены, регуляционные сооружения, галереи, селеспуски и др.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что относится к элементам нижнего строения пути?
2. Дайте определение поперечного профиля земляного полотна.
3. Назовите основные элементы поперечного профиля насыпи.
4. Назовите основные элементы поперечного профиля выемки.
5. Назовите виды водоотводных устройств.
6. Какие водоотводные устройства применяются на станциях?
7. Перечислите способы укрепления откосов земляного полотна.

## **Практическое занятие № 2**

### **ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

**Цель работы:** изучить понятие о категориях железнодорожных линий, трассе, плане и продольном профиле. Рассмотреть принцип построения продольного профиля земляного полотна.

**Понятие о категориях железнодорожных линий, трассе, плане и продольном профиле.** Трасса железнодорожной линии характеризует положение в пространстве продольной оси пути на уровне бровок земляного полотна. При прокладке трассы (трассировании) стремятся к тому, чтобы линия была как можно короче, проходила вблизи населенных пунктов и в наиболее благоприятных условиях рельефа местности, пересекала крупные

реки в удобных узких местах, требовала минимального объема земляных работ и наименьшего количества искусственных сооружений.

Проекция трассы на горизонтальную плоскость называется **планом**, а на вертикальную - **продольным профилем**. План пути представляет собой линию, на которой изображены прямые и кривые участки трассы с указанием их протяженности и параметров кривых. Продольный профиль изображается в виде ломаной линии. Отрезки, составляющие эту линию, называются **элементами**.

Точка пересечения двух смежных элементов называется **переломом профиля**, а расстояние между переломами - **длиной элемента**.

Продольный профиль линии характеризуется крутизной уклонов  $i$ , %, элементов и их длиной. Крутизна измеряется в тысячных долях и получается как частное от деления разности отметок конечных точек элемента профиля на его длину. Иначе, уклон элемента - это тангенс угла наклона элемента профиля к горизонту (рисунок 4).

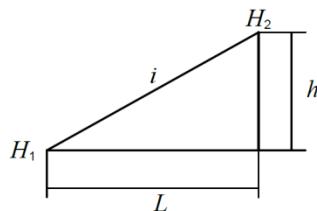


Рисунок 4. Уклон элемента

Уклон элемента определяется по формуле:

$$i = \frac{H_2 - H_1}{L} = \frac{h}{L} (1)$$

Например, если  $H_1 = 100$  м, а  $H_2 = 110$  м, то превышение

$$\Delta H = H_2 - H_1 = 110 - 100 = 10 \text{ м}$$

При длине элемента  $L = 1000$  м уклон определится в соответствии с формулой (1):

$$i = \frac{10}{1000} = 0,01 = 10 \%$$

Уклон элемента, по которому поезд движется на подъем, считается *положительным*, на спуск - *отрицательным*. Элементы с уклоном, равным нулю, называются *площадками*. Точка пересечения двух соседних прямолинейных элементов называется *переломом профиля*.

При проектировании железных дорог различают ограничивающие уклоны, определяющие наибольшую допускаемую крутизну элементов профиля, одним из которых является руководящий уклон.

Руководящим уклоном  $i_P$  называется наибольший затяжной подъем, по значению которого устанавливается норма массы поезда при одиночной тяге и расчетной минимальной скорости движения.

Таблица 1

Допустимые значения руководящих уклонов для линий различной категории

Категория железнодорожной	Наибольший допускаемый руководящий
Скоростные	20
Особо грузонапряженные	9
I	12
II	15
III	20
IV	30

Категория линии выбирается по заданию преподавателя.

При построении продольного профиля железнодорожного пути необходимо соблюдение следующих условий:

- 1) длина элементов должна быть не менее половины длины поезда, т. е. половины полезной длины приемоотправочных путей;
- 2) под поездом одновременно рекомендуется располагать не более двух переломов профиля.

### **Принцип построения продольного профиля земляного полотна**

#### *Построение продольного профиля*

1. Продольный профиль вычерчивают в масштабе 1:10000 для горизонтальных расстояний и 1:1000 для вертикальных расстояний, с использованием миллиметровой бумаги. Нижняя его часть называется сеткой, а верхняя представляет собой собственно профиль.

2. Вычерчивается сетка согласно размерам, представленным на рисунке 5.

На сетке продольного профиля снизу указываются пикеты и километры. Каждый километр пути содержит 10 пикетов по 100 м.

3. В графе «Пикеты» проставляется нумерация пикетов. Расстояние (графа «Расстояние») между пикетами, согласно масштабу, 1 см.

4. В графе «Существующие отметки земли» вносятся отметки напротив каждого пикета согласно данным своего варианта (таблица 3 приложение 1).

5. По существующим отметкам строится продольный профиль. Для этого из всех отметок, согласно своему варианту, необходимо найти минимальное значение и отнять от него 5, полученное значение принимается за исходный ноль. В соответствии с рисунком 6 минимальное значение - 50,2, отнимаем 5, полученное значение округляем до целого числа в меньшую сторону, следовательно, условный ноль равен 45,0.

6. В поле продольного профиля откладываются существующие

отметки.



Рисунок 5. Сетка продольного профиля

7. На полученный существующий профиль наносится эскиз будущей трассы с соблюдением следующих рекомендаций:

- количество выемок и насыпей должно быть примерно пропорционально;
- между спуском и подъемом необходимо обязательное присутствие площадки;
- длина каждого элемента должна быть не менее половины длины поезда (длина поезда выбирается по таблице 2 приложение 1).

8. По полученному эскизу определяются значения уклонов каждого элемента по формуле (1) (рисунок5):

$$i_1 = \frac{54,0 - 51,0}{800} = 0,00375 = 3,75 \%$$

$$i_2 = \frac{54,0 - 54,0}{700} = 0 \%$$

$$i_3 = \frac{52,0 - 54,0}{500} = 0,004 = 4 \%$$

9. Начальная проектная отметка определяется по вертикальной шкале сетки. На рисунке 5 начальная проектная отметка составляет 51,0.

10. Проектные отметки последующих пикетов находятся по формуле

$$h_{nkn+1} = h_{nkn} + i \cdot L_{nk} \quad (2)$$

где  $h_{nkn}$  - отметка предыдущего пикета;

$i$  - уклон элемента;

$L_{nk}$  - расстояние между пикетами.

Знак «+» используется, если расчет ведется для элемента, на котором расположен подъем, знак «-» - если расположен спуск.

Например:

$$h_{nk1} = 51,0 + \frac{3,75 \cdot 100}{1000} = 51,38 \approx 51,4 \text{ м}$$

$$h_{nk1} = 51,38 + \frac{3,75 \cdot 100}{1000} = 51,76 \approx 51,8 \text{ м}$$

Данный пример показывает расчет для подъема, если же производится расчет для спуска, то знак «+» меняется на знак «-».

11. После того как проектные отметки рассчитаны, находят рабочие отметки. Рабочие отметки показывают величину земляных работ и определяются по формуле:

$$h_{\text{раб.отм}} = h_{\text{сущест.отм}} - h_{\text{проект.отм}} \quad (3)$$

Рабочие отметки рассчитываются для каждого пикета. Отметки со знаком «+» записываются выше линии профиля, со знаком «-» - ниже линии.

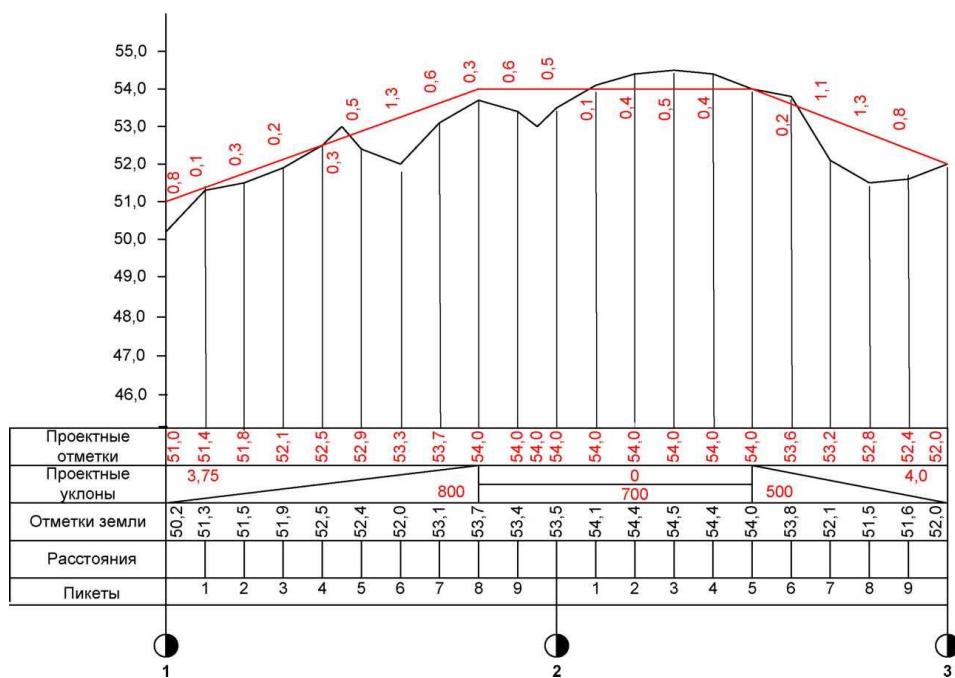


Рисунок 6. Продольный профиль земляного полотна железнодорожной линии

### Контрольные вопросы:

1. По каким признакам железные дороги подразделяются на категории?
2. Дайте определение понятий «трасса», «план» и «продольный профиль железнодорожной линии».

3. Охарактеризуйте элементы круговой кривой.
4. Назовите основные элементы плана и профиля железнодорожной линии.
5. Что представляет собой руководящий уклон железнодорожной линии?
6. Дайте определение понятия «железнодорожный путь».
7. Перечислите основные элементы железнодорожного пути.

### **Практическое занятие № 3**

## **МАСШТАБНАЯ УКЛАДКА ОБЫКНОВЕННОГО СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА**

**Цель работы:** рассмотрение обыкновенного стрелочного перевода.  
Построение обыкновенного стрелочного перевода.

### **Обыкновенный стрелочный перевод**

Для перехода подвижного состава с одного пути на другой служат устройства по соединению и пересечению путей, относящиеся к верхнему строению путей. Соединение путей между собой осуществляется стрелочными переводами, а пересечение путей - глухими пересечениями. С применением стрелочных переводов и глухих пересечений устраивают соединение путей, называемое стрелочной улицей, или съездом.

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

Обыкновенный стрелочный перевод служит для соединения двух путей. Он может быть правосторонним и левосторонним и применяется при отклонении бокового пути от прямого в ту или другую сторону (рисунок 7).

В состав стрелочного перевода (рисунок 8) входят:

- стрелка, включающая два рамных рельса, два подвижных жесткосвязанных остряка и переводной механизм;
- крестовинная часть, состоящая из сердечника, двух усовиков и контррельсов;
- рельсовая нить, располагающаяся между стрелкой и крестовинной частью;
- переводные брусья.

Стрелка направляет движущийся подвижной состав с прямого пути на ответвленный боковой и обратно.

Рамные рельсы - это часть рельсовых нитей, расходящихся на стрелочном переводе, к которым прижимаются остряки.

Остряки предназначены для направления подвижного состава на

прямой или боковой путь. Их соединяют друг с другом поперечными стрелочными тягами, с помощью которых один из них подводится вплотную к рамному рельсу, в то время как другой отводится от другого рамного рельса на расстояние, необходимое для свободного прохода гребней колес.

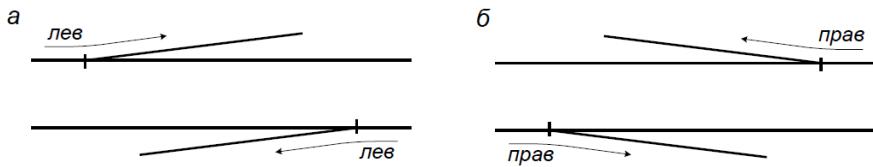


Рисунок 7. Левосторонний (а) и правосторонний (б) стрелочные переводы

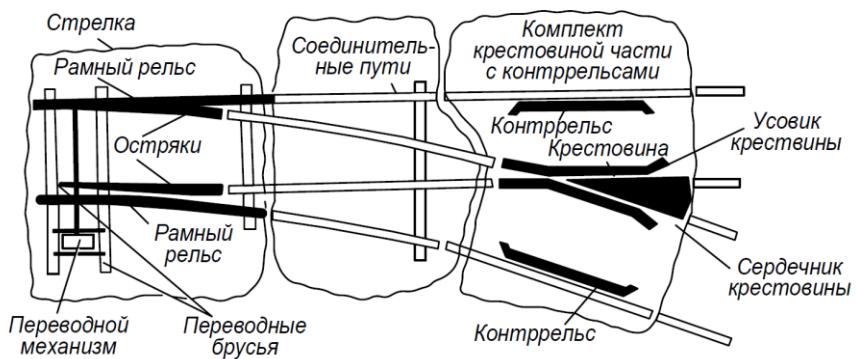


Рисунок 8. Основные элементы обыкновенного стрелочного перевода

Перевод остряков из одного положения в другое осуществляется специальными стрелочными приводами через одну из тяг, а в пологих стрелочных переводах, остряки которых не имеют значительной длины, - через две тяги и более. Тонкая часть остряка называется острием, а другой его конец корнем. Корневое крепление обеспечивает поворот остряков в горизонтальной плоскости и соединение с примыкающими к ним рельсами.

Величина отхода этого остряка от оси первой тяги называется шагом остряка.

Крестовина (рисунок 9) состоит из сердечника 3, двух усовиков 1 и желобов 2. Она обеспечивает пересечение гребнем колес рельсовых головок, а контррельсы направляют гребни колес в соответствующие желоба при прохождении колесной пары по крестовине. Точка пересечения продолжения рабочих граней сердечника крестовины называется ее математическим центром, а самое узкое место между усовиками - горлом крестовины. Угол  $\alpha$ , образуемый рабочими гранями сердечника, называется углом крестовины. Соединительная часть перевода, лежащая между стрелкой и крестовиной, включает в себя прямой участок и переводную кривую. Радиус этой кривой зависит от угла крестовины: чем меньше угол, тем больше радиус. Переводы с меньшими углами крестовины допускают более высокие скорости

движения поездов.

Обыкновенные стрелочные переводы различаются типом рельсов (Р75, Р65 и др.), конструкцией остряков (прямолинейные или криволинейные) и маркой крестовины, характеризующей ее угол.

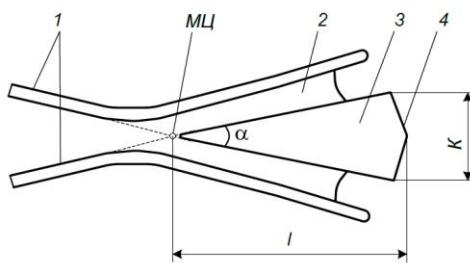


Рисунок 9. Схема крестовины:

$l$  - усовики; 2 - желоба; 3 - сердечник; 4 - хвост крестовины;  $МЦ$  - математический центр крестовины;  $K$  - ширина сердечника крестовины;  $l$  - длина сердечника крестовины;  $\alpha$  - угол крестовины

### Марка крестовины

$$M = \frac{1}{N} = \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$

где  $\alpha$  - угол крестовины;

$N$  - целое число, показывающее, во сколько раз длина сердечника больше его ширины в хвостовой части, измеренной перпендикулярно к одной из рабочих граней.

На железных дорогах используются обыкновенные стрелочные переводы с крестовинами марок 1/9, 1/11, 1/18, 1/22.

Так как марка стрелочного перевода является функцией  $\operatorname{tg} \alpha$ , то для масштабной укладки необходимо отложить в прямом направлении количество равных частей, указанное в знаменателе, и по перпендикуляру - одну часть. Начальную и конечную точки соединить (рисунок 10). Угол, который образовался в процессе построения, является марочным углом крестовины  $\alpha$ .

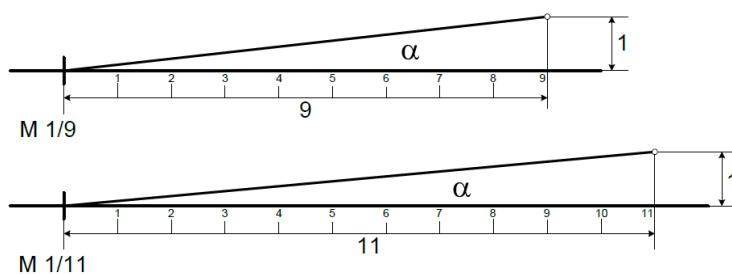


Рисунок 10. Пример масштабной укладки обыкновенных стрелочных переводов  $M 1/9$  и  $M 1/11$

Точка пересечения осей прямого и бокового путей называется центром стрелочного перевода (ЦСП). Основные осевые размеры стрелочного перевода:  $L$  - полная или практическая длина перевода - расстояние от переднего стыка рамного рельса до торца крестовины, измеренное по прямому направлению;  $R$  - радиус переводной кривой.

Полная длина перевода

$$L = a + b \quad (5)$$

где  $a$  - расстояние от ЦСП до оси стыка рамного рельса;

$b$  - расстояние от ЦСП до торца крестовины.

### Построение обычного стрелочного перевода

Рассмотрим пример масштабной укладки стрелочного перевода марки 1/11 с типом рельсов Р65 (рисунок 11). Основные размеры стрелочного перевода приведены в таблице 2.

1. Рекомендуемый масштаб: горизонтальный - 1:100, вертикальный - 1:100.
2. По горизонтали с помощью штрихпунктирной линии вычерчивается ось главного пути.
3. По оси главного пути обозначается центр стрелочного перевода.
4. От центра стрелочного перевода в правую сторону откладывается ось бокового пути.
5. От ЦСП по оси основного пути откладывают расстояния  $a_0$ ,  $b_0$ ,  $m$ ,  $q$ , где  $a_0$  - расстояние от ЦСП до начала остряков;  $b_0$  - расстояние от ЦСП до математического центра крестовины (МЦ);  $m$  - расстояние от начала остряков до передних стыков рамных рельсов;  $q$  - расстояние от МЦ до торца крестовины.

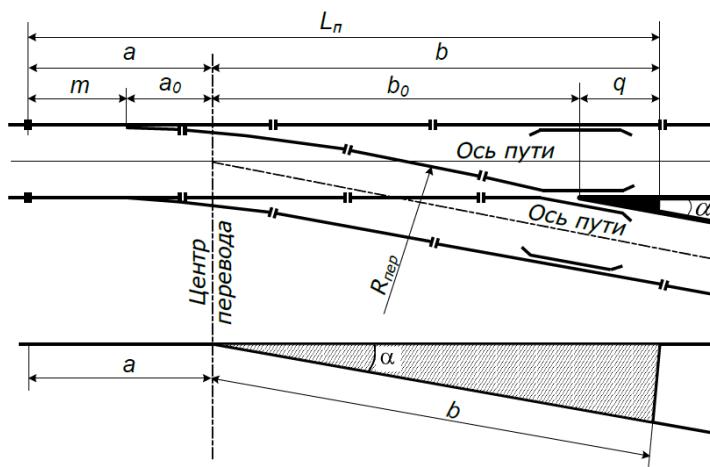


Рисунок 11. Схема одиночного обычного стрелочного перевода

Значения параметров стрелочного перевода выбираются из таблицы 4 приложения 1.

Таблица 2

Основные размеры стрелочного перевода с маркой крестовины 1/11 и типом рельсов Р65

Тип рельсов	Марка крестовины	Угол крестовины	Расстояние						Прямая вставка перед крестовиной	Полная длина стрелочного перевода	
			от оси передних стыков рамных рельсов до начала остряков	от начала остряков до ЦСП	от оси передних стыков рамных рельсов до ЦСП	от ЦСП до МЦ крестовины	от МЦ крестовины до ее заднего стыка	от ЦСП до торца крестовины			
-	$\operatorname{tg}\alpha$	$\alpha$	$m$	$a_0$	$a = m + a_0$	$b_0$	$q_1$	$b = b_0 + q_1$	$H$	$L_n$	
Колея 1520 мм											
P65	1/11	5°11'40"	2,769	11,294	14,063	16,754	2,550	19,304	3,285	33,367	

**Контрольные вопросы:**

1. Каково назначение стрелочных переводов?
2. Перечислите основные элементы стрелочных переводов.
3. Как определяется марка стрелочных переводов?
4. Охарактеризуйте стрелочные переводы по типам рельсов и маркам крестовин.
5. Как зависят марки крестовин стрелочных переводов от назначения путей?
6. Как определяется сторонность обычновенных стрелочных переводов?

**Практическое занятие № 4**

**УСТРОЙСТВО ЛОКОМОТИВОВ**

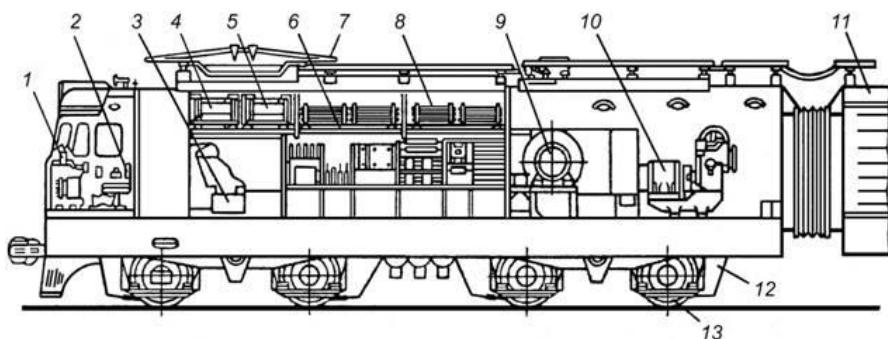
**Цель работы:** изучить устройство электровозов и тепловозов.

Электровозы относятся к электрическому неавтономному тяговому подвижному составу. В зависимости от рода применяемого тока различают электроподвижной состав постоянного и переменного тока. Кроме электровозов к электрическому подвижному составу относятся и электропоезда.

**Электрический подвижной состав включает в себя механическую часть, пневматическое и электрическое оборудование.**

К механическому оборудованию электровозов относятся кузов и тележки (экипажная часть).

К электрическому оборудованию электровозов постоянного тока относятся токоприемники, тяговые электродвигатели, вспомогательные машины, аппараты управления, предназначенные для пуска тяговых двигателей, изменения скорости и направления движения электровоза, электрического торможения, защиты оборудования от перегрузок, перенапряжений и токов короткого замыкания. На рисунке 12 показано расположение основного оборудования в электровозах постоянного и переменного тока.



**Рисунок 12. Расположение основного оборудования на электровозе постоянного тока ВЛ-10:**

1 – пульт управления; 2 – кресло машиниста; 3 – быстродействующий выключатель; 4, 5 – балки индуктивных шунтов и резисторов; 6, 8 – блоки пусковых резисторов и ослабления возбуждения; 7 – токоприемник; 9 – мотор-вентилятор; 10 – мотор-компрессор; 11 – кузов второй секции электровоза; 12 – тяговый электродвигатель; 13 – колесная пара.

**Кузов электровоза** служит для размещения в нем кабины машиниста, электрического оборудования, вспомогательных машин и компрессора. Каркас кузова выполняется из металла, его наружная обшивка состоит из стальных листов, а кабина машиниста имеет внутреннюю обшивку с тепло- и звукоизоляцией. У четырех- и шестиосных (односекционных) электровозов кабины машиниста расположены с обеих сторон кузова, а у двухсекционных – на одном конце каждой секции.

**Тележка электровоза** (литая или сварная) состоит из рамы, колесных пар с буксами, рессорного подвешивания и тормозного оборудования. К тележкам крепят электродвигатели.

**Рама тележки** представляет собой конструкцию, состоящую из двух продольных балок – боковин и соединяющих их поперечных балок. Рама воспринимает вертикальную нагрузку от кузова и через рессорное подвешивание передает ее на колесные пары.

**Колесные пары** воспринимают вес электровоза, на них передается крутящий момент тяговых электродвигателей (рисунок 13). Колесную пару

формируют из отдельных элементов: оси, двух колесных центров с бандажами (или безбандажных для цельнолитых колес) и зубчатых колес тяговой передачи. Оси колесных пар заканчиваются шейками, на которые опираются бусы с роликовыми подшипниками.

**Рессорное подвешивание** является промежуточным звеном между рамой тележки и буксами. Оно служит для смягчения толчков и ударов при прохождении колесами неровностей пути и равномерного распределения нагрузки между колесными парами.

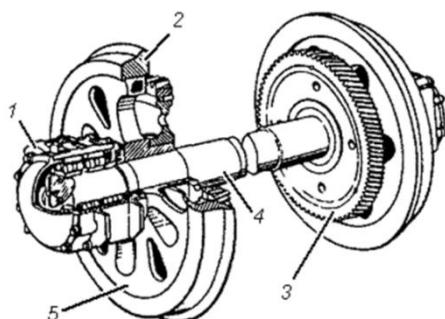


Рисунок 13. Колесная пара электровоза:

1 – корпус буксы; 2 – бандаж; 3- зубчатое колесо; 4 – ось; 5– колесный центр

**Основными аппаратами управления электровозом** являются контроллеры машиниста, устанавливаемые в каждой кабине управления (рисунок 14).

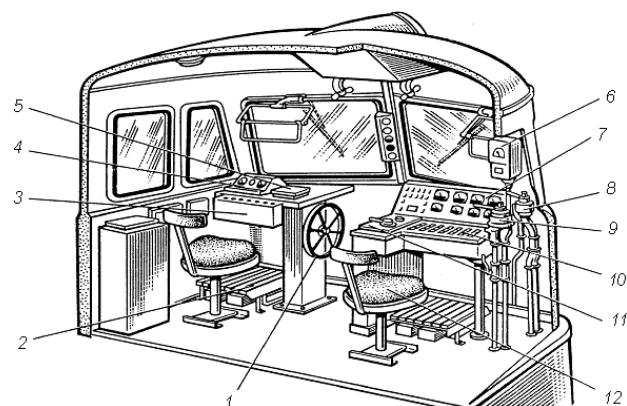


Рисунок 14. Кабина машиниста электровоза переменного тока:

1 – ручной тормоз; 2 – электрические печи; 3 – кнопочный выключатель; 4 – панель с приборами; 5 – электрическая плитка; 6 – скоростемер; 7 – панель с приборами и сигнальными лампами; 8 – кран вспомогательного тормоза; 9 – кран машиниста; 10 – кнопочные выключатели; 11 – контроллер машиниста; 12 – сиденье машиниста

**Контроллер машиниста** является основным аппаратом в цепи управления, предназначенный для дистанционного пуска и управления работой тяговых двигателей. Главная рукоятка контроллера служит для переключения тяговых электродвигателей с одной схемы соединения на другую. С помощью реверсивной рукоятки изменяется направление движения электропоезда (ток в обмотках возбуждения тяговых электродвигателей изменяет направление).

**Устройства защиты от перегрузок и коротких замыканий** цепи тяговых электродвигателей представлены быстродействующим выключателем, дифференциальным реле и реле перегрузки.

**Токоприемник** соединяет силовую цепь электровоза с контактным проводом. Электровозы имеют по два токоприемника, при движении в нормальных условиях работает один из них. В некоторых случаях, например, при разгоне с тяжелым составом или при гололеде, поднимают одновременно оба токоприемника.

К **вспомогательным электрическим машинам** электровоза относятся мотор-вентиляторы, мотор-компрессоры, мотор-генераторы и генераторы тока управления. Вспомогательные машины электровоза приводятся в действие от контактной сети.

В электровозах переменного тока, кроме вышеперечисленного вспомогательного оборудования, имеются мотор-насосы, обеспечивающие циркуляцию масла для охлаждения трансформатора и мотор-вентиляторы для охлаждения трансформатора и выпрямителя.

Скорость движения электровоза зависит от схемы соединения тяговых двигателей, которое бывает **последовательное, последовательно-параллельное и параллельное**.

При **последовательном** соединении двигателей шестиосоного электровоза напряжение контактной сети 3000 В будет поровну разделено между всеми двигателями и составит 500 В.

При **последовательно-параллельном** соединении двигатели соединяются в две параллельные цепи по три двигателя в каждой. В этом случае к каждому двигателю будет подводиться напряжение 1000 В.

При **параллельном** соединении в трех параллельных цепях включено по два двигателя, и, следовательно, каждый двигатель будет иметь напряжение 1500 В.

Так как частота вращения тягового двигателя зависит от напряжения, то наименьшая скорость электровоза будет при последовательном, а наибольшая при параллельном соединении двигателей.

На электровозах переменного тока электрическое оборудование отличается от электровозов постоянного тока. На них установлены тяговые трансформаторы, которые понижают напряжение до номинального. Далее ток преобразуется в постоянный в кремниевых выпрямителях и поступает на тяговые двигатели постоянного тока. Характерной особенностью электровозов переменного тока является то, что их тяговые двигатели работают на постоянном токе и имеют постоянное параллельное соединение. Это значительно повышает коэффициент сцепления электровоза.

При электрической тяге мощность локомотивов не ограничена первичным двигателем, поэтому электровозы могут иметь большие мощности по сравнению с автономными локомотивами. Тяговые электродвигатели у электровозов позволяют при движении на расчетных подъемах работать на режимах с нагрузками, превышающими номинальные,

если при этом перегрев обмоток электродвигателей не превышает допустимых размеров. Электровозы могут при торможении возвращать в тяговую сеть часть энергии движения поезда (рекуперативное торможение).

Эксплуатационные затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт электровозов ниже, чем на автономных локомотивах. Провозная способность электрифицированных линий значительно превышает провозную способность неэлектрифицированных железных дорог. Электровозы имеют значительно больший срок службы (50 и более лет), ремонт их проще, чем тепловозов. Вместе с тем введение электрической тяги требует больших капитальных вложений (устройство контактной сети, линий электропередачи, тяговых подстанций). Однако затраты на железных дорогах с высокой интенсивностью движения быстро окупаются. Поэтому на железных дорогах России электрическая тяга нашла широкое применение на грузонапряженных линиях со сложным профилем и в пригородном движении.

### **Устройство тепловозов**

Тепловозы, дизельпоезда, автомотрисы, мотовозы и газотурбовозы относятся к автономному тяговому подвижному составу.

*По конструкции тепловозы подразделяют на одно-, двух- и многосекционные.* Магистральные односекционные тепловозы для управления имеют две кабины машиниста; двухсекционные – по одной кабине в каждой секции. У многосекционных тепловозов в промежуточных секциях кабин нет, а управление локомотивом осуществляется из кабин головных секций.

Увеличение количества секций преследует цели увеличения мощности локомотива, так как в каждой секции размещаются дополнительные энергетические установки. Если число колесных пар не превышает шести, тепловоз, как правило, односекционный. При большем числе колесных пар кузов тепловоза оказывается слишком длинным и тяжелым, что усложняет его конструкцию. Поэтому такие тепловозы строят из нескольких секций, которые соединяются между собой автосцепкой и межсекционными соединениями электрических цепей для управления из одной кабины машиниста. При необходимости, каждая секция может работать как отдельный локомотив.

*Тепловоз включает в себя следующие основные части: первичный двигатель, передачу, кузов, экипажную часть, аппаратуру управления и вспомогательное оборудование.*

**Первичным двигателем** на тепловозе является дизель. Чтобы привести во вращение колесные пары тепловоза от дизеля, требуется специальная передача. На тепловозах применяют двухконтактные бескомпрессорные двигатели внутреннего сгорания. Мощность двигателя пропорциональна количеству сжигаемого в цилиндрах топлива. Однако чем значительнее его расход, тем больше нужно подавать воздуха.

**Передача** обеспечивает тягование тепловоза с места и реализацию полезной мощности дизеля во всем диапазоне значений скорости движения. **Передача может быть механической, электрической или гидравлической.** Наиболее широко применяется электрическая передача постоянного или постоянно-переменного тока.

**Экипажная часть** состоит из следующих узлов: рамы тележки, колесных пар с буксами и рессорного подвешивания. У большинства тепловозов главная рама кузова опирается на две трехосные тележки через восемь боковых опор. На главной раме, представляющей собой жесткую сварную конструкцию, размещаются кабина машиниста, кузов, силовое и вспомогательное оборудование тепловоза. Тележки имеют раму, опоры, буксы, колесные пары, рессорное подвешивание и тормозное оборудование.

**Аппаратом управления** тепловозом является контроллер, расположенный на пульте в кабине машиниста (рисунок 15).

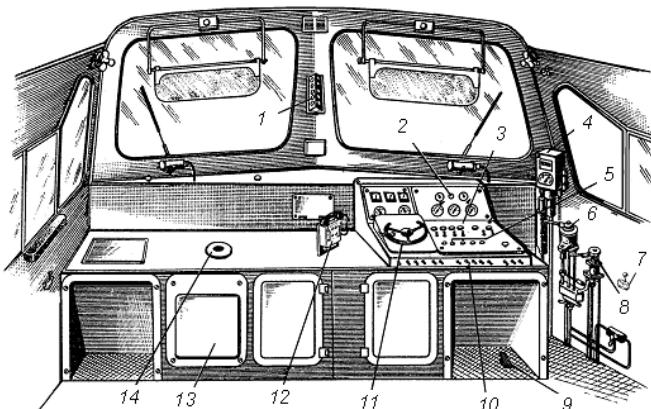


Рисунок 15. Внутренний вид кабины управления тепловоза 2ТЭ10В:

1 – локомотивный светофор; 2 – кнопка аварийной остановки дизеля; 3 – сигнальная лампа; 4 – скоростемер; 5 – кнопки пуска дизелей; 6 – кран машиниста; 7 – ручной тифон; 8 – кран вспомогательного тормоза; 9 – педаль песочницы; 10 – тумблеры; 11 – штурвал контроллера; 12 – пульт радиостанции; 13 – бытовой холодильник; 14 – электроплитка

Контроллер имеет главную рукоятку для включения электрических цепей управления и регулирования частоты вращения вала дизеля, а также реверсивную рукоятку для изменения направления движения тепловоза. Главная рукоятка может иметь до 16 ходовых позиций. Реверсивная рукоятка необходима для переключения обмоток возбуждения тяговых двигателей с целью изменения направления движения. Рукоятка имеет три рабочих положения: «Вперед», «Нулевое» и «Назад». Если реверсивную рукоятку снять, то тепловоз нельзя привести в движение. В кабине машиниста также расположена и другая аппаратура, обеспечивающая безопасность движения.

**К вспомогательному оборудованию** относятся топливная система, системы смазки и охлаждения и др.

## **Контрольные вопросы:**

1. Из каких основных частей состоит электровоз?
2. В чем преимущества и недостатки электровозов по сравнению с тепловозами?
3. Из каких основных частей состоит тепловоз?
4. Вспомогательные электрические машины.
5. Устройства защиты от перегрузок и коротких замыканий цепи тяговых электродвигателей.

## **Практическое занятие № 5**

### **КОНСТРУКЦИИ ВАГОНОВ**

**Цель работы:** изучить конструкцию вагонов.

#### **Классификация и основные типы вагонов**

В состав вагонного парка входят пассажирские и грузовые вагоны. **Вагоном** называется единица подвижного состава железных дорог, оборудованная всеми необходимыми средствами для включения в состав поезда и предназначенная для перевозки грузов или пассажиров.

В зависимости от технических характеристик вагоны классифицируют следующим образом:

- по числу осей (четырех-, многоосные);
- по виду материала и технологии изготовления кузова (цельнометаллические, с деревянной или металлической обшивкой, с кузовом из легких сплавов);
- по грузоподъемности, массе тары вагона, нагрузке на 1 п.м пути, габариту подвижного состава и другим показателям.

Уменьшение тары вагонов, представляющее собой одну из основных задач вагоностроения, обеспечивает увеличение грузоподъемности грузовых вагонов, и, следовательно, повышение провозной способности железных дорог, экономию металла, необходимого для постройки вагонов, электроэнергии и топлива, расходуемых локомотивами при перевозке, а также снижение себестоимости перевозок.

Наиболее важным показателем, характеризующим технико-экономическую эффективность вагона, является коэффициент тары:

$$\kappa_t = \frac{T}{P} \quad (6)$$

где  $T$  – тара вагона, т;

$P$  – грузоподъемность вагона, т.

Этот коэффициент показывает, какая часть массы вагона приходится на каждую тонну его грузоподъемности. Чем меньше коэффициент тары, тем экономичнее вагон. Для пассажирских вагонов коэффициент тары определяется как отношение тары вагона к числу мест.

Показателем вместимости вагона служит удельный объем кузова  $V_y$ , а у платформ – удельная площадь пола  $f_y$ :

$$V_y = \frac{V}{P} \quad (7)$$

$$f_y = \frac{F}{P} \quad (8)$$

где  $V$  – вместимость кузова вагона, м<sup>3</sup>;  
 $F$  – площадь пола платформы, м<sup>3</sup>.

Воздействие вагонов на верхнее строение пути и искусственные сооружения характеризуется силой, с которой колесная пара действует на рельсы, т. е. осевым давлением, и давлением на 1 п. м пути.

Допустимая нагрузка зависит от прочности железнодорожного пути и мощности элементов его верхнего строения (иначе говоря, от типа рельсов, числа шпал на 1 км пути, вида балласта). Исходя из этого сила, с которой колесная пара действует на рельс, для грузовых вагонов на наших дорогах ограничена 228 кН. Допустимая нагрузка определяется прочностью искусственных сооружений и для основных вагонов составляет 88 кН на 1 п. м пути.

Возрастание допустимой нагрузки позволяет при той же длине станционных путей увеличить массу поездов и, следовательно, повысить провозную способность железной дороги. Таким образом, допустимая нагрузка определяет и грузоподъемность вагонов.

При проектировании вагонов устанавливают, исходя из заданного габарита подвижного состава, объем кузова, а для платформ – площадь пола, и затем по этим данным находят внутренние размеры вагонов.

При выборе длины вагона учитывают вынос его кузова в кривых участках пути условий размещения в вагонах грузов и контейнеров.

**Парк пассажирских вагонов** включает в себя цельнометаллические четырехосные вагоны для перевозки пассажиров, вагоны-рестораны, почтовые, багажные, почтово-багажные вагоны и вагоны специального назначения (вагоны-клубы, вагоны-лаборатории, служебные, санитарные и др.).

Устройство пассажирских вагонов зависит от дальности перевозок. По назначению эти вагоны бывают дальнего, межобластного и пригородного сообщения. Вагоны дальнего следования подразделяют на мягкие и жесткие; купейные (двух или четырехместные) и некупейные (плацкартные и общие). В вагонах межобластного сообщения мягкие кресла расположены в

общем пассажирском салоне. Вагоны межобластного сообщения используются для перевозки пассажиров на расстояние до 700 км. В вагонах пригородного сообщения перевозят пассажиров до 150 км.

***Парк грузовых вагонов состоит из универсальных и специальных вагонов следующих типов:***

- крытые – предназначаются для перевозки грузов, требующих защиты от атмосферных воздействий и механических повреждений;
- полувагоны – предназначены для навалочных, штабельных и штучных грузов, не требующих защиты от атмосферных воздействий;
- платформы – для длинномерных, штабельных, громоздких, сыпучих грузов, колесно-гусеничной техники, не требующих защиты от атмосферных воздействий;
- цистерны – для жидких, газообразных и пылевидных грузов;
- изотермические – для скоропортящихся грузов;
- хопперы – для перевозки массовых сыпучих грузов;
- транспортеры – для крупногабаритных и тяжеловесных грузов, которые не могут быть перевезены в других вагонах;
- думпкары (самосвалы) – для перевозки и автоматизированной выгрузки вскрышных пород, рудных грузов, грунта, песка и т. п.

***Универсальные вагоны*** предназначены для перевозки широкой номенклатуры грузов и включают крытые вагоны с дверями в боковых стенах, полувагоны с люками в полу, платформы с откидными бортами и изотермические вагоны (рисунок 16).

***Специальные вагоны*** – цистерны, хопперы (крытые и открытые), транспортеры, думпкары, а также крытые для перевозки скота, бумаги в рулонах, полувагоны с глухим кузовом, платформы и крытые вагоны для перевозки автомобилей, платформы для крупнотоннажных контейнеров и лесоматериалов, изотермические для перевозки молока, живой рыбы и т. д. (рисунок 17).

Для оценки принадлежности к роду работы вагона, его типа и технической характеристики на них наносят знаки, надписи и номер.

Номер вагона, наносимый на боковой стене, у всех грузовых вагонов имеет восемь знаков. Он состоит из семи основных цифр, несущих информацию о типе вагона, его технических и коммерческих признаках, и восьмой – контрольной, предназначенной для проверки правильности передачи номера в документах.

На каждый грузовой и пассажирский вагон составляется технический паспорт, в котором имеются записи дат проведения плановых видов ремонта, модернизации и указывается состояние вагона.

### **Устройство вагонов**

Все вагоны, независимо от назначения, имеют следующие основные узлы: кузов, раму, ходовые части, ударно-тяговые устройства, тормозное оборудование.

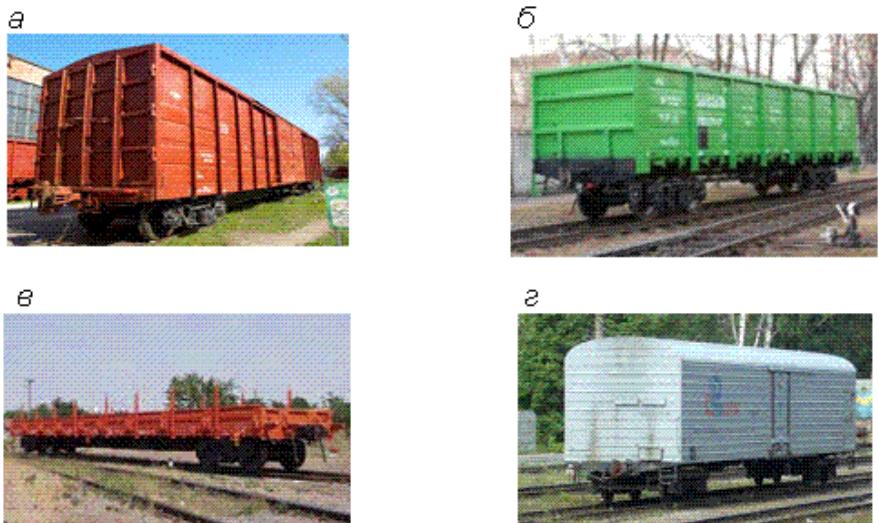


Рисунок 16. Универсальные грузовые вагоны:  
а - крытый цельнометаллический; б - полувагон; в - платформа; г – изотермический

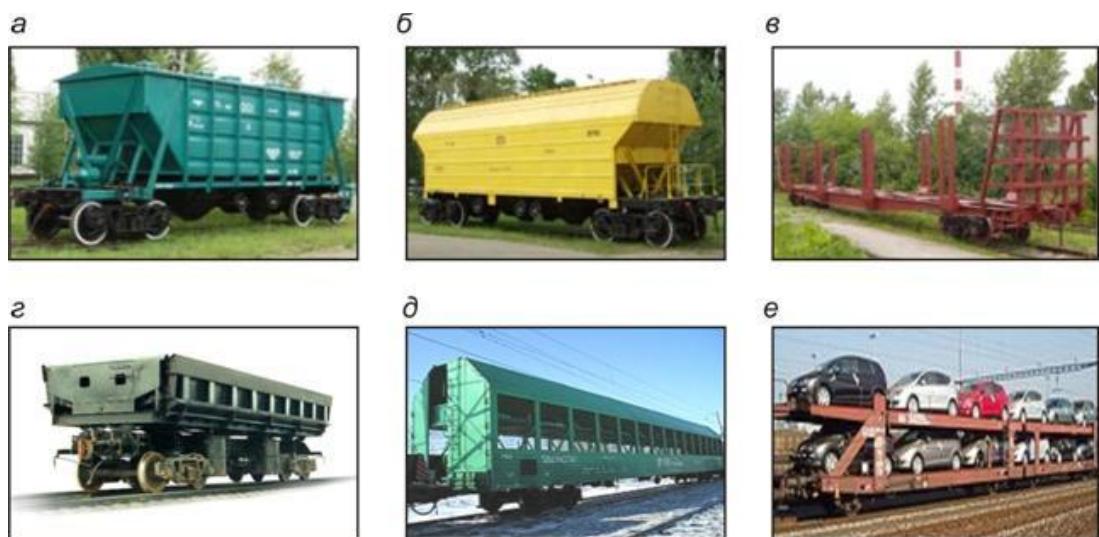


Рисунок 17. Специальные грузовые вагоны:  
а – вагон-хоппер для перевозки цемента; б – вагон-хоппер для перевозки зерна; в – платформа для перевозки лесоматериалов; г – вагон-думпкар; д – вагон для перевозки автомобилей; е – платформа для перевозки автомобилей

**Кузов** служит для размещения в вагоне пассажиров или грузов. В эксплуатации находятся грузовые вагоны с большим разнообразием кузовов, которые классифицируются в зависимости от рода перевозимых грузов, материала обшивки, конструкции рамы и выгрузки грузов.

В зависимости от рода грузов кузова делятся на открытые (платформы, полувагоны, думпкары и др.) и закрытые (крытые, цистерны, изотермические, хопперы и т. д.). Кузов может иметь металлическую или деревянную обшивку. Двери устраиваются на боковых стенах или в виде люков в полу и крыше. Рамы кузовов могут быть с хребтовой балкой и без нее. *Кузов состоит из рамы, боковых и торцовых стен, а также пола.* Все

элементы кузова соединены на сварке в единую жесткую несущую конструкцию, воспринимающую все виды нагрузок.

*Рама* является основанием, на котором смонтированы стены, автосцепное и тормозное оборудование. Она состоит из несущих продольных (хребтовой и боковых) и поперечных (концевых, шкворневых и промежуточных) балок.

К *ходовым частям вагона* относятся колесные пары, буксы, рессорное подвешивание. В четырехосных и многоосных вагонах эти элементы объединены в тележки, которые обеспечивают более легкое прохождение вагонов в кривых участках пути и более плавный ход. По числу осей тележки бывают двух-, трех-, четырехосные и многоосные.

*Колесная пара вагона* состоит из оси и двух цельнокатанных колес с диаметром 950 мм. Ось колесной пары изготовлена из проката круглого сечения. Соединение колес с осью осуществляется с помощью прессовой посадки.

*Буксы* передают на колесные пары нагрузку от вагона. В корпусах букс расположены подшипники, внутренние кольца которых закреплены на шейках осей.

*Рессорное подвешивание* состоит из двух комплектов, размещенных в рессорных проемах боковых рам.

*Тормозами* называют устройства, предназначенные для получения регулируемых дополнительных сил сопротивления движению подвижного состава или удержания его на месте.

*Тормоза подвижного состава железных дорог подразделяются на фрикционные и электрические.*

*Автосцепное устройство* относится к ударно-тяговому оборудованию вагонов и предназначено для сцепления вагонов между собой и локомотивом, восприятия и смягчения воздействия продольных усилий, возникающих во время движения, а также для удержания вагонов на определенном расстоянии друг от друга.

### **Контрольные вопросы:**

1. По каким признакам классифицируются вагоны?
2. Перечислите технико-экономические показатели вагонов.
3. Какие вагоны включает в себя парк пассажирских вагонов?
4. Как подразделяются пассажирские вагоны в зависимости от их назначения?
5. Из каких вагонов состоит парк грузовых вагонов?
6. Какие вагоны относятся к специальным?

## **Практическое занятие № 6**

### **СИГНАЛЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

**Цель работы:** рассмотреть сигналы, применяемые на железнодорожном транспорте.

#### **Общие сведения о сигналах**

Так как движение поездов и маневровая работа на станциях осуществляются в условиях непрерывно изменяющейся обстановки, то для быстрой передачи на расстояние различных приказов и извещений работникам, связанным с движением поездов, применяют железнодорожную сигнализацию.

Сигнал - условный видимый или звуковой знак, при помощи которого подается определенный приказ. Сигнал является приказом и подлежит беспрекословному выполнению. Применяемые на транспорте сигналы по способу их восприятия классифицируются на видимые и звуковые.

#### **Классификация сигналов**

Видимые сигналы подаются светофорами, дисками, щитами, фонарями, флагами, сигнальными указателями и знаками. В качестве отличительных признаков видимых сигналов используются цвет, форма, положение и число сигнальных показаний, а также различные режимы горения светофорных огней - непрерывный и мигающий.

Звуковые сигналы отличаются числом и сочетанием звуков различной продолжительности и подаются свистками локомотивов, дрезины, ручными свистками, духовыми рожками, сиренами, гудками, а также петардами.

Сигналы устанавливаются Инструкцией по сигнализации на железных дорогах РК. В зависимости от того, где и когда они применяются, а также от основного их назначения сигналы подразделяют на группы.

Видимые сигналы в зависимости от времени применения подразделяются на дневные,очные и круглосуточные.

Видимые сигналы делятся:

- на постоянные сигналы - светофоры, применяемые при движении поездов и маневровой работе;
- ручные сигналы, применяемые при движении поездов (подаются фонарями, флагами, дисками);
- поездные сигналы, применяемые для обозначения поездов, локомотивов и других подвижных единиц (фонари, светоотражатели, диски, флаги);
- переносные сигналы ограждения - для ограждения опасных участков, мест производства работ и препятствий для движения поездов на перегонах и станциях; для ограждения подвижного состава на станционных путях и при вынужденной остановке на перегоне.

Кроме сигналов, существует и другое сигнальное оборудование:

- сигнальные указатели: маршрутные, стрелочные, путевого заграждения, гидроколонок, перегрева бус, извещающие о положении, например, опустить токоприемник электровоза;

- сигнальные знаки, требующие от машиниста определенного действия, имеют только одно значение - «поднять токоприемник» или «работа снегоочистителя».

По назначению постоянные сигналы - светофоры - подразделяются:

1. на основные - ограждают станции и блок-участки на перегонах, разрешают или запрещают движение поездов по пунктам и участкам;

2. предупредительные - извещают о приближении к основным сигналам и их показаниям.

#### **По назначению основные сигналы делятся:**

- на входные - разрешают или запрещают проследовать поезду с перегона на станцию;

- выходные - разрешают или запрещают отправиться поезду со станции на перегон;

- проходные - разрешают или запрещают поезду проследовать с одного блок-участка на другой;

- маршрутные - разрешают или запрещают поезду проследовать из одного парка станции в другой;

- прикрытия - для ограждения мест пересечения в одном уровне железных дорог с другими железными дорогами, трамвайными путями, троллейбусными линиями;

- заградительные, предупредительные, повторительные, маневровые, горочные, локомотивные.

На рисунке 18 показано размещение светофоров различного назначения на перегонах, оборудованных разными видами путевой блокировки, и на станции.

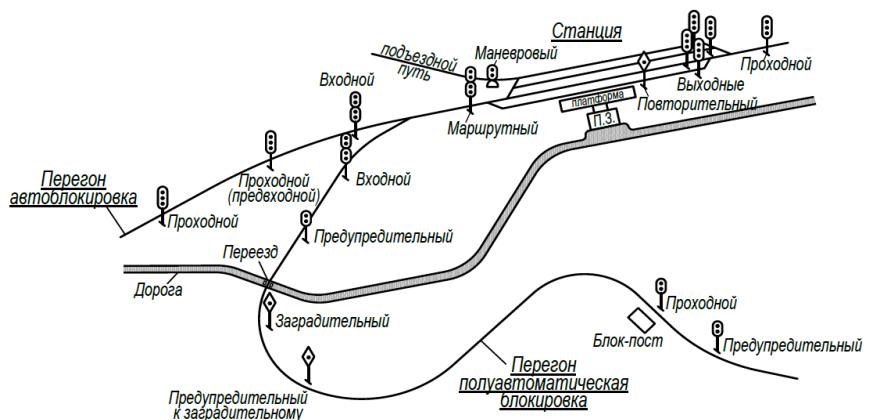


Рисунок 18. Размещение светофоров различного назначения на перегонах и станции

Основными сигнальными цветами на транспорте являются красный, желтый и зеленый.

Красный цвет - сигнал остановки (меньше искажается, лучше виден); желтый - разрешает движение и требует снижения скорости; зеленый - разрешает движение с установленной скоростью.

Кроме того, применяется синий огонь - запрещающий маневры. Луннобелый огонь используют как разрешающий при маневрах и как пригласительный сигнал на входных и выходных светофорах. Прозрачно-белый - в ручных фонарях, указателях перегрева бокс. Молочно-белый - в стрелочных указателях и указателях путевого заграждения.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что называется сигналом?
2. Назовите виды сигналов по способу восприятия.
3. Назовите показания сигналов.
4. Перечислите виды видимых сигналов.
5. Перечислите виды звуковых сигналов.

## **Практическое занятие № 7**

### **ГАБАРИТЫ**

**Цель работы:** рассмотреть железнодорожные габариты.

#### **Габарит приближения строений**

На железных дорогах применяются габариты, которые обеспечивают безопасное движение поездов, свободное их прохождение около устройств и сооружений, расположенных вблизи пути, а также мимо следующего по соседним путям подвижного состава. Этими габаритами являются: габариты приближения строений, габаритов подвижного состава и габарит погрузки.

Габаритом приближения строений называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого, кроме подвижного состава, не должны входить никакие части сооружений и устройств. Исключение составляют лишь те устройства, которые предназначены для непосредственного взаимодействия с подвижным составом (вагонные замедлители в рабочем состоянии, контактные провода с деталями крепления, поворачивающаяся часть колонки при наборе воды и др.). Существует две разновидности габарита приближения строений - *C* и *C<sub>п</sub>*.

Габарит приближения строений *C* (рисунок 19) применяется при строительстве новых линий, постройке вторых путей, электрификации железных дорог и других видах реконструкции общей сети и подъездных путей (от станции их примыкания до территории предприятия).

Габаритные расстояния по высоте измеряют от уровня верха головки

рельса (УГР), горизонтальные расстояния - от оси пути. Очертание I - II - III установлено для перегонов и путей на станциях (в пределах искусственных сооружений), на которых не предусматривается стоянка подвижного состава, очертание Ia - IIa - IIIa - IVa - для остальных путей станций. Высота габарита указана на рисунке 17 дробью: числитель - для контактной подвески с несущим тросом, знаменатель - без него. Ширина габарита приближения строений С составляет 4900 мм.

В габарите для перегонов на расстоянии от оси пути 1745 мм предусмотрен скос высотой 1070 мм от уровня верха головки рельса для перил на мостах, эстакадах и других искусственных сооружениях.

Расстояние от оси пути до линии приближения строений (вновь строящиеся здания, заборы, опоры контактной сети и линий связи) составляет 3100 мм.

Габарит Сп отличается от габарита С отдельными размерами. Требованиям этого габарита должны удовлетворять сооружения и устройства депо, мастерских, грузовых районов, складов, портов, промышленных предприятий, а также соотношение между территориями этих предприятий, т. е. там, где небольшие скорости движения.

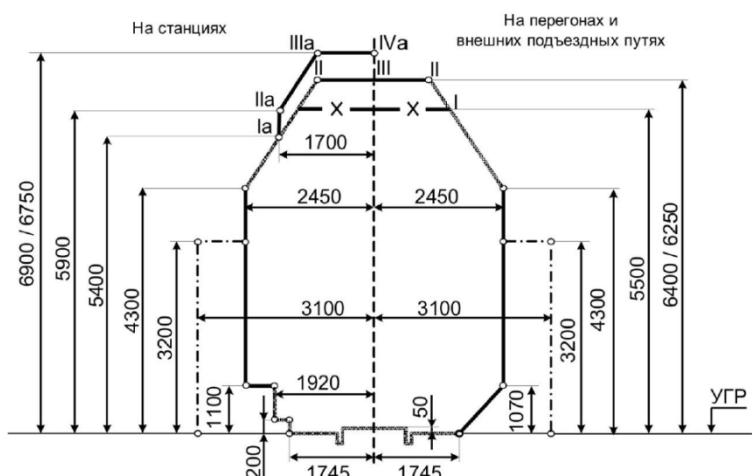


Рисунок 19. Габарит приближения строений С:

УГР - уровень верха головки рельса; I - II - III - линия приближения всех вновь строящихся сооружений и устройств, расположенных на электрифицируемых путях в пределах искусственных сооружений (для перегонов и путей на станциях, где остановка подвижного состава исключена); Ia- IIa- IIIa- IVa - линия приближения всех вновь строящихся сооружений и устройств, расположенных на электрифицируемых путях (для остальных путей станций); - X — линия приближения сооружений и устройств на путях, где электрификация исключена; линия приближения зданий, сооружений и устройств; в числителе - высота габарита для контактной подвески с несущим тросом, в знаменателе - без него.

### Габарит подвижного состава

Габаритом подвижного состава называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться как груженный, так и порожний подвижной состав, расположенный на прямом горизонтальном пути.

Установлены габариты подвижного состава 1 -Т и Т, а также габариты 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ и 03-ВМ в зависимости от области применения.

Подвижной состав габарита 1 -Т допускается к обращению по всем путям общей сети железных дорог, подъездным путям и путям промышленных предприятий, а подвижной состав габарита Т - по путям общей сети железных дорог, подъездным путям промышленных предприятий, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям габаритов С (с очертанием верхней части для неэлектрифицированных линий) и С<sub>п</sub>.

Габариты 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ и 03-ВМ установлены для подвижного состава, допускаемого к обращению по железным дорогам колеи 1520 и 1435 мм.

При совмещении очертаний габарита С и Т (рисунок 20) видно, что между ними остается пространство, которое обеспечивает безопасное прохождение подвижного состава мимо различных устройств (пассажирские платформы, здания, опоры контактной сети, сигнальные и путевые знаки, приводы электрической централизации стрелок и др.) и перевозку громоздких грузов, по своим размерам выходящих за габарит подвижного состава.

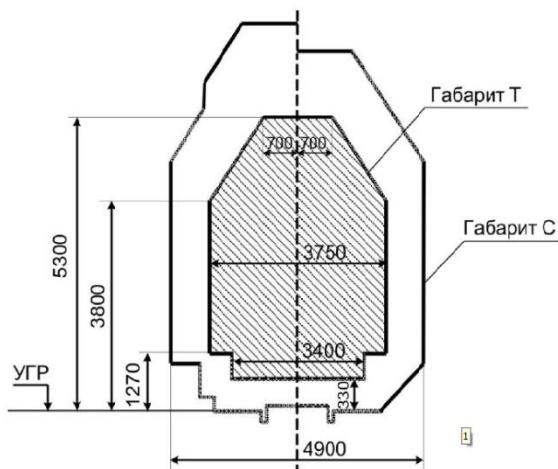


Рисунок 20. Совмещенные габариты приближения строений и подвижного состава:

Т - очертание габарита подвижного состава; С - очертание габарита приближения строений; УГР - уровень верха головки рельса

### Габарит погрузки

Габаритом погрузки называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен размещаться груз (с учетом упаковки и крепления) на открытом подвижном составе при нахождении его на прямом горизонтальном пути.

Железные дороги принимают к перевозке и негабаритные грузы, которые при погрузке на открытый подвижной состав выходят за пределы габарита погрузки.

В зависимости от высоты, на которой груз выходит за габарит

погрузки, установлены зоны нижней, боковой и верхней негабаритности (рисунок 21). Кроме того, для более точного определения условий пропуска грузов при наличии верхней негабаритности на двухпутных линиях дополнительно введена зона совместной боковой и верхней негабаритности.

Грузы, превышающие установленные пределы негабаритности, называются **сверхнегабаритными**.

Негабаритные грузы могут быть перевезены при принятии специальных мер предосторожности, таких как ограничение скорости движения, ограничение или запрещение движения по соседним путям на двухпутных участках, пропуск по заранее подготовленным маршрутам на станциях.

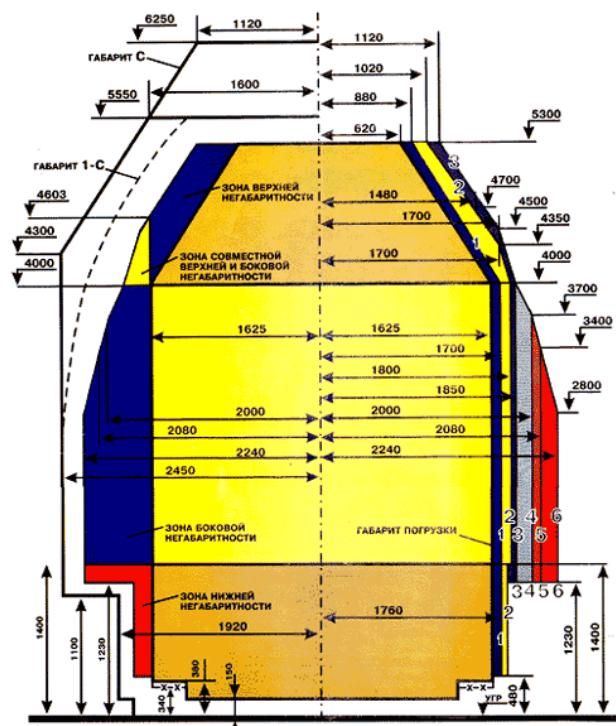


Рисунок 21. Зоны негабаритности груза

Для проверки габаритности грузов, погруженных на открытый подвижной состав, их пропускают через **габаритные ворота**, устанавливаемые на одном из путей станции.

В настоящее время на крупных станциях устанавливают автоматизированные системы коммерческого осмотра поездов и вагонов (АСКО ПВ). Эти системы осуществляют контроль габаритов грузов, погруженных на подвижной состав, проверку правильности размещения и крепления груза на открытом подвижном составе, а также выявляют наличие посторонних предметов, груза или деталей вагонов, выходящих за габарит погрузки.

## **Контрольные вопросы:**

1. Перечислите габариты, используемые на железнодорожном транспорте.

2. Дайте определение габарита приближения строений.
3. Назовите случаи использования габаритов приближения строений С и Сп?
4. Что называется габаритом подвижного состава?
5. Дайте определение габарита погрузки.
6. Назовите зоны негабаритности грузов.

## Практическое занятие № 8

### ПОСТРОЕНИЕ НЕМАСШТАБНОЙ СХЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ СТАНЦИИ

**Цель работы:** рассмотреть порядок разработки немасштабной схемы промежуточной станции и изучить Правила обозначения путевого хозяйства и основных устройств станции.

**Порядок разработки немасштабной схемы промежуточной станции.** Разработку схемы следует начинать с изображения осей главных и приемоотправочных путей. Вытяжной путь, как правило, является продолжением приемоотправочного пути. После назначения специализации путей, расстановки предельных столбиков и сигналов визуально определяется самый короткий приемоотправочный путь. Через середину этого пути проводится вертикальная ось - ось станции. После этого наносятся пассажирские устройства, которые ось станции делит пополам. Примыкание грузового двора осуществляется к вытяжному пути. Минимальное расстояние от станционного пути до пути грузового двора должно составлять не менее трех стандартных междупутий (15,9 м). Это обусловлено перспективой развития станции.

Немасштабная схема станции вычерчивается в осях путей.

При разработке немасштабной схемы промежуточной станции следует руководствоваться типовыми схемами станций (рисунок 22).

#### Правила обозначения путевого хозяйства и основных устройств станций

На схеме показывают номера путей; номера стрелочных переводов; положение предельных столбиков; места установки входных и выходных светофоров; специализацию путей по направлениям движения (стрелками) и пассажирские и грузовые устройства

*Номера путей.* Главные пути на станциях нумеруются римскими цифрами (I, II, III, IV): в нечетном направлении - нечетными, в четном направлении четными. Приемоотправочные пути нумеруются арабскими цифрами, начиная со следующего номера за номером главных путей, при этом пути, предназначенные для приема нечетных поездов, нумеруются нечетными цифрами (3, 5, 7, 9), а пути, предназначенные для приема четных

поездов, - четными (4, 6, 8, 10). На станциях с небольшим числом приемоотправочных путей, используемых для приема как четных, так и нечетных поездов, приемоотправочные пути нумеруются порядковыми номерами вслед за номерами главных путей от пассажирского здания в полевую сторону (3, 4, 5, 6, 7).

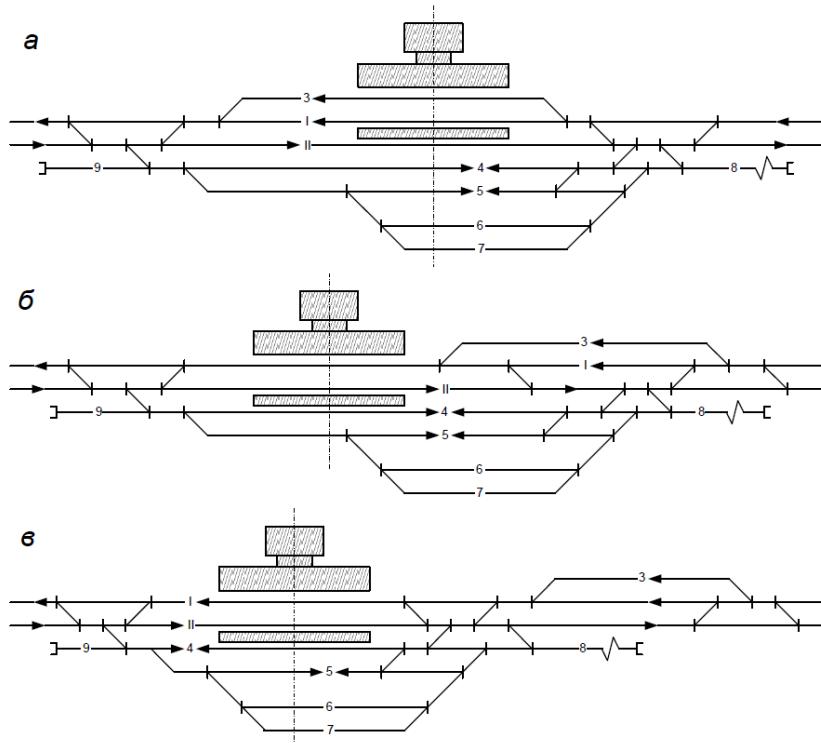


Рисунок 22. Типовые схемы промежуточных станций на двухпутных линиях:  
а - поперечный тип; б - полупротодольный; в - продольный

Типовая схема промежуточной станции на двухпутном участке приведена на рисунке 23.

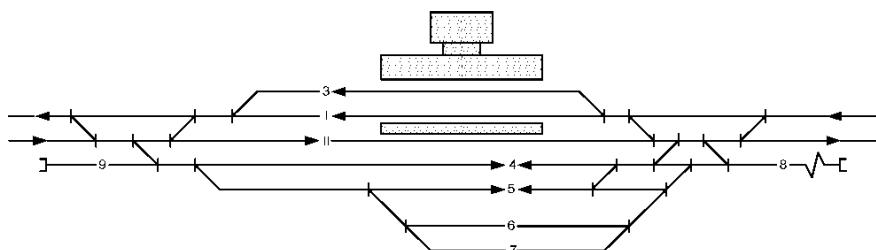


Рисунок 23. Схема промежуточной станции:  
I, II - главные пути; 3,4,5 - приемоотправочные пути; 6 - выставочный путь; 7 – погрузочно-выгрузочный путь; 8 - вытяжной путь; 9 - предохранительный тупик

Путевое развитие на промежуточных станциях включает в себя:

- главные пути, которые являются продолжением перегонов в пределах станции. Их назначение - пропуск грузовых и пассажирских поездов без остановки или с кратковременной остановкой. Их изображают на планах станции более жирными линиями и номеруют римскими цифрами

(путь II на рисунке 23);

- приемоотправочные пути 3, 4, 5 служат для приема с перегонов, стоянки и отправления на перегон, а также для пропуска поездов без остановки;
- выставочный путь 6 предназначен для подачи и уборки вагонов;
- погрузочно-выгрузочный путь 7 предназначен для погрузки-выгрузки вагонов, прибывающих в адрес станции;
- вытяжной путь 8, на который имеется выход со всех путей станции, предназначен для маневровой работы;
- предохранительный тупик 9 предназначен для предупреждения выхода подвижного состава на маршруты следования поездов.

*Номера стрелочных переводов.* Стрелочные переводы нумеруются, начиная с входных стрелочных переводов станций или парков, со стороны прибытия нечетных поездов порядковыми нечетными номерами, со стороны прибытия четных поездов - порядковыми четными номерами.

Стрелочные переводы, лежащие по одной стрелочной улице, а также спаренные стрелочные переводы (съезды) должны иметь непрерывную нумерацию (например, 5/7; 9/11).

*Положение предельных столбиков.* Границами пути, в пределах которых должен располагаться подвижной состав, служат предельные столбики. Предельные столбики устанавливаются за каждым стрелочным переводом. При размещении подвижного состава в этих границах обеспечивается безопасность движения поездов и возможность прохода работников станции в междупутье со стороны горловины.

Основные случаи установки предельных столбиков представлены на рисунке 24.

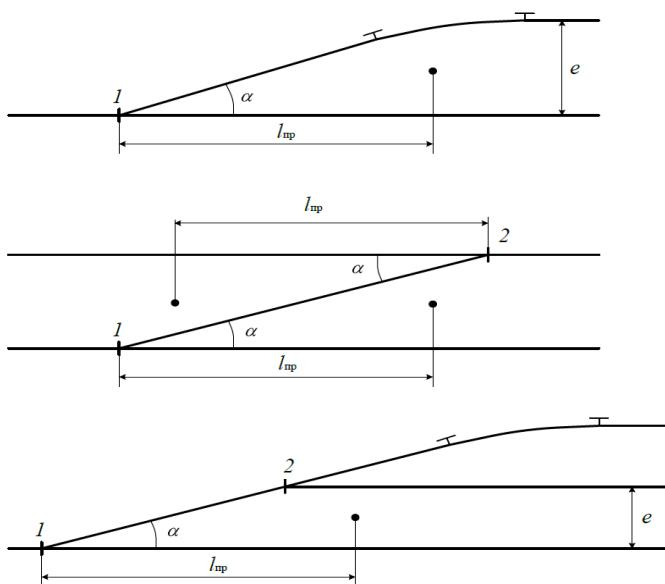


Рисунок 24. Основные случаи установки предельных столбиков

*Места установки входных и выходных светофоров.* Светофоры на станциях бывают входные, выходные, маршрутные, маневровые. Устанавливаются они с правой стороны пути по направлению движения поездов. Входные светофоры запрещают или разрешают поезду занять путь станции.

Входные светофоры устанавливаются на расстоянии 50 м (при тепловозной тяге) или 300 м (при электровозной) перед остряком входной противоверстной стрелки (рисунок 25 а) или перед предельным столбиком пошерстной стрелки (рисунок 25, б). Входные светофоры разрешают или запрещают поезду следовать с перегона на станцию; выходные - разрешают или запрещают поезду отправиться со станции на перегон.

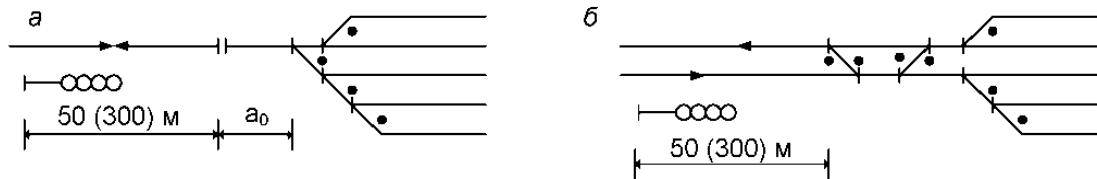


Рисунок 25. Случаи установки входных светофоров:  
а - перед остряком противоверстной стрелки; б - перед столбиком пошерстной стрелки

Выходные светофоры устанавливаются у каждого приемоотправочного и главного пути для каждого направления. Существует три случая установки выходных светофоров (рисунок 26).

1. Предельный столбик, ограничивающий длину данного пути, находится в одном междупутье с выходным сигналом с этого пути. Расстояние от центра перевода до сигнала определяется тем же способом, что и до предельного столбика.

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

3. Выходной светофор, за которым уложен встречный (противоверстный) стрелочный перевод, может быть установлен в створе со стыком рамного рельса, т. е. на расстоянии  $a$  от центра перевода.

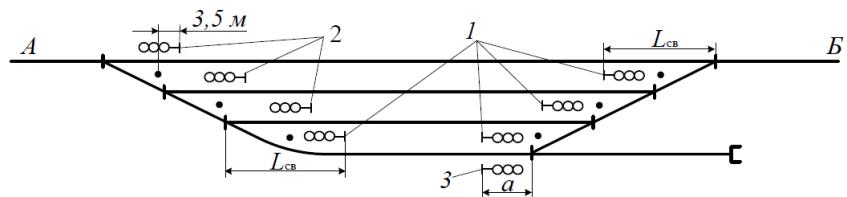


Рисунок 26. Случаи установки выходных светофоров

Данные для построения промежуточной станции выбираются согласно

варианту (приложение 1).

### **Контрольные вопросы:**

1. Каково назначение промежуточных станций?
2. Назовите типы промежуточной станции.
3. Виды путей на промежуточных станциях.
4. Как происходит нумерация путей, стрелочных переводов?
5. Виды светофоров, схемы их расстановки.

### **Практическое занятие № 9**

## **СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГРАФИКА ОБРАБОТКИ СБОРНОГО ПОЕЗДА НА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ СТАНЦИИ**

**Цель работы:** составить технологический график обработки сборного поезда на промежуточной станции

#### **Основы технологии работы промежуточной станции**

Промежуточные станции осуществляют работу:

- a) с пассажирскими поездами:
  - по пропуску их без остановки через станцию по главным путям;
  - с остановкой на приемоотправочных путях, возле которых размещены пассажирские платформы для посадки/высадки пассажиров, погрузки/выгрузки почты и багажа;
- b) с грузовыми транзитными поездами:
  - по пропуску их через станцию по главным путям;
  - остановке их под обгон на приемоотправочных путях;
- c) с грузовыми сборными поездами:
  - с остановкой их на приемоотправочных путях для прицепки/отцепки групп вагонов назначением на грузовой район и подъездные пути.

Следует учитывать, что при остановке поезда на одном из главных путей второй главный путь должен быть обязательно свободен по условиям безопасности движения поездов.

Пропуск пассажирских и грузовых поездов осуществляется по главным путям I и II.

Пассажирские поезда с остановкой принимаются на пути, у которых расположены пассажирские платформы. Посадка и высадка пассажиров осуществляется со стороны расположения пассажирских платформ.

Грузовые поезда под обгон останавливаются на приемоотправочных путях соответствующего направления.

Поездная работа со сборными поездами любого направления ведется на приемоотправочных путях, непосредственно примыкающих к вытяжному пути.

Маневровая работа по перецепке вагонов, подаче/уборке к грузовым фронтам осуществляется на вытяжном пути. При производстве маневров выезды на главный путь запрещены.

В зависимости от месторасположения грузовых фронтов, наличия на подъездных путях и грузовом дворе обгонных путей необходимо учитывать способ подачи/уборки вагонов (вагонами или локомотивом впереди).

Технологический процесс работы промежуточной станции должен удовлетворять основному требованию по обеспечению одновременного приема поездов противоположных направлений на двухпутной линии, одновременному приему и отправлению поездов на однопутной линии и изолированности маневровой работы.

#### **Технологический график обработки сборного поезда на промежуточной станции**

Промежуточные станции участка обслуживаются сборными поездами, которые формируются на участковых и сортировочных станциях, ограничивающих участок. Вагоны в сборных поездах подбираются по группам, каждая из которых предназначена для конкретной станции. Группы располагают в составе поезда в соответствии с географическим расположением станций участка и порядком выполнения маневровой работы на них.

График обработки сборного поезда на станции представлен на рисунке 27.

Операции	0	10	20	30
Получение документов на отцепляемые вагоны	2			
Маневры по отцепке и прицепке групп вагонов		по расчету		
Прицепка локомотива и проба автотормозов			10	
Получение документов на прицепляемые вагоны				2
Общее время				

Рисунок 27. График обработки сборного поезда на промежуточной станции

На каждой станции от сборного поезда отцепляют группу вагонов, которые подают и расставляют по фронтам погрузки и выгрузки; ранее загруженные и разгруженные вагоны, подлежащие уборке, собирают с грузовых фронтов и прицепляют к составу.

Маневровая работа на промежуточных станциях осуществляется локомотивами сборных поездов, специальными локомотивами, прикрепленными к одной или нескольким промежуточным станциям.

Продолжительность маневровой работы со сборным поездом при

условии выполнения маневров поездным локомотивом и нахождении вагонов в головной части состава можно рассчитать по формуле:

$$T_{cb} = 8,15 + 0,29m_{отц} + 0,23m_{приц} \quad (8)$$

где  $m_{отц}$  - число отцепляемых вагонов;

$m_{приц}$  - число прицепляемых вагонов.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какие операции производятся на промежуточных станциях?
2. С какими поездами производится работа на промежуточных станциях?
3. Каковы особенности приема поездов различной категории на промежуточных станциях?
4. Дайте определение маневровой работы.
5. Как составить график обработки сборного поезда на промежуточной станции?
6. Как рассчитать продолжительность маневровой работы.

## **Практическое занятие № 10**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ**

**Цель работы:** рассмотреть требования, предъявляемые к грузу и вагонам, а также порядок приема, хранения, транспортировки и выдачи груза.

#### **Требования, предъявляемые к грузу и вагонам**

В соответствии с уставом грузоотправители обязаны подготавливать грузы для перевозок таким образом, чтобы обеспечивать безопасность движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, качество перевозимой продукции, сохранность грузов, вагонов, контейнеров, пожарную и экологическую безопасность. Грузы должны быть подготовлены для перевозки железнодорожным транспортом: отсортированы, просушены, если необходимо, охлаждены, упакованы, разобраны или укрупнены, замаркованы и др.

Грузы должны предъявляться в соответствии с установленными стандартами, техническими условиями на продукцию, ее тару и упаковку. Стандарты и технические условия к таре и упаковке грузов, качеству перевозимой продукции утверждаются в установленном порядке по согласованию с федеральным органом исполнительной власти в области железнодорожного транспорта. При отсутствии данных стандартов тара

должна обеспечить сохранность груза и выполнение комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ (КМАПРР). Если при наружном осмотре тара имеет повреждения, грузоотправитель обязан их устраниТЬ.

Подтверждением соответствия тары требованиям стандартов или технических условий служит маркировка. Она содержит наименование предприятия-изготовителя тары или его товарный знак, обозначение стандарта или технических условий, индекс прейскуранта, порядковый номер по прейскуранту и др. Маркировка наносится грузоотправителем на тарно-штучные грузы. На грузы, перевозимые в контейнерах (кроме сборных), на навалочные и наливные грузы маркировка не наносится.

Перевозчик и владелец инфраструктуры вправе провести проверку соответствия тары и упаковки грузов, качества перевозимой продукции указанным стандартам, техническим условиям и иным актам.

Техническую пригодность подаваемых под погрузку вагонов, контейнеров определяет перевозчик. Перевозчик обязан подавать под погрузку исправные, внутри и снаружи очищенные от остатков ранее перевозимых грузов, в необходимых случаях промытые и продезинфицированные, годные для перевозки конкретных грузов вагоны, контейнеры.

Подготовка под погрузку вагонов и контейнеров, принадлежащих перевозчику, проводится перевозчиком или грузоотправителем за счет перевозчика в соответствии с заключенными между ними договорами, а подготовка вагонов, контейнеров, не принадлежащих перевозчику, проводится грузоотправителем.

### **Порядок приема, хранения, транспортировки и выдачи груза**

Перед погрузкой грузов вагоны проходят технический осмотр (ТО), который выполняется работниками вагонной службы на пунктах технического осмотра (ПТО). Производится также коммерческий осмотр вагонов на пунктах коммерческого осмотра (ПКО).

Правильное и четкое выполнение грузовых и коммерческих операций при приеме к перевозке на станции отправления оказывает большое влияние на сохранность грузов, своевременную доставку их грузополучателям, а также использование подвижного состава и полное взыскание всех причитающихся провозных платежей и штрафов.

Грузы принимаются к перевозке на местах общего пользования (МОП) и на местах необщего пользования (МНОП).

Грузоотправитель заполняет перевозочные документы на груз не позднее чем накануне дня завоза груза на МОП и предъявляет их перевозчику. Перевозчик проверяет правильность заполнения перевозочных документов. Затем перевозчик дает разрешение на завоз груза. Грузоотправитель вносит причитающиеся перевозчику платежи до момента приема грузов для перевозки.

В день, указанный в накладной, грузоотправитель ввозит груз на

грузовой двор.

После сдачи груза к перевозке и оплаты всех причитающихся платежей (проводной платы и сборов) грузоотправители получают квитанцию о приеме груза. В документах ставится календарный штемпель приема груза к перевозке.

Перевозочные документы на груженые вагоны, прибывшие под выгрузку, поступают в СТЦ. После проверки наличия и соответствия документов вагонам и грузам проставляется календарный штемпель с датой фактического прибытия груза.

Далее производится коммерческий осмотр прибывших вагонов. Все прибывшие грузы и вагоны регистрируются.

Перевозчик уведомляет грузополучателя о прибывших грузах в его адрес не позднее чем в 12 часов дня, следующего за днем прибытия грузов. Порядок уведомления устанавливается начальником станции и может быть изменен по просьбе грузополучателя.

О времени подачи вагонов, контейнеров с грузами к месту выгрузки на МНОП перевозчик уведомляет грузополучателя не позднее чем за два часа до объявления подачи вагонов, контейнеров.

Получив из СТЦ вагонные листы, приемосдатчик готовит место выгрузки грузов, устанавливает очередность выгрузки и знакомит комплексную бригаду с порядком выполнения работ.

По окончании расстановки вагонов производится коммерческий осмотр, затем - выгрузка груза из вагона. Груз укладывается в складе аккуратно, без повреждений.

После выгрузки груза вагоны, контейнеры очищаются внутри и снаружи. Очистка выполняется грузополучателем или перевозчиком в зависимости от того, кем обеспечивалась выгрузка грузов.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какой документ регламентирует организацию перевозки грузов?
2. Каков порядок приема груза к перевозке?
3. Назовите документы, оформляемые при организации перевозки грузов.
4. Порядок хранения груза.
5. Порядок транспортировки груза.

## Практическое занятие № 11

### ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

**Цель работы:** ознакомиться с принципами построения графика движения поездов.

#### Общие сведения

График является основой организации движения поездов. Движение поездов по графику достигается точным выполнением технологического процесса работы станций, локомотивных и вагонных депо, тяговых подстанций, дистанций сигнализации и связи, пунктов технического обслуживания вагонов и других подразделений, связанных с движением поездов. График движения поездов в соответствии с ПТЭ должен обеспечивать:

- удовлетворение потребности в перевозках пассажиров и грузов;
- безопасность движения поездов;
- эффективное использование пропускной и провозной способности участков и перерабатывающую способность станций;
- рациональное использование подвижного состава;
- соблюдение установленной продолжительности непрерывной работы локомотивных бригад;
- возможность производства работ по текущему содержанию и ремонту пути, сооружений, устройств СЦБ, связи и электроснабжения.

Ход поезда изображается на графике в виде движения точки в системе координат, где по оси абсцисс откладывается время суток от 0 до 24 ч, а по оси ординат пройденное расстояние. График выражает зависимость  $t = f(S)$ , где  $S$  - путь, пройденный поездом,  $t$  - время его хода. След движения поезда условно принимают за прямую, соединяющую моменты отправления и прибытия поезда, соответствующие смежным раздельным пунктам, исходя из того, что поезд следует по перегону с постоянной скоростью (рисунок 28).

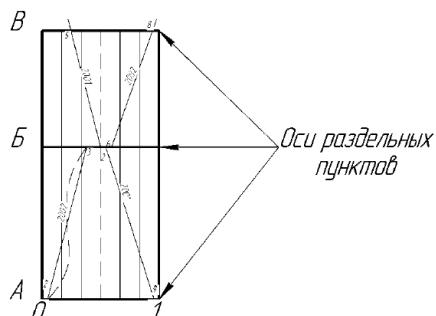


Рисунок 28. Фрагмент графика движения поездов:

А, Б - обозначение раздельных пунктов; цифры 0, 1 на оси абсцисс - время (часы); цифры на осях раздельных пунктов - время прибытия, отправления или проследования поезда (число минут сверх целого десятка); числа над наклонными прямыми - условные номера поездов; штриховая кривая в левом нижнем углу - реальный график движения поезда с учетом изменения его скорости

## Элементы графика движения поездов

К основным элементам, необходимым для составления графика, относятся:

- станционные и межпоездные интервалы;
- перегонные времена хода поездов различных категорий в четном и нечетном направлениях, определяемые тяговыми расчетами и опытными поездками;
- нормы времени стоянок поездов на станциях для выполнения технологических операций;
- нормы времени стоянок поездов на станциях оборота, экипировки и профилактических осмотров.

Станционными интервалами называют минимальные промежутки времени, необходимого для выполнения операций по приему, отправлению или безостановочному проследованию поездов через раздельные пункты. Станционные интервалы определяются для каждого раздельного пункта в сторону каждого прилегающего к нему перегона.

Станционный интервал неодновременного прибытия  $m_{np}$  - минимальный промежуток времени от момента прибытия на станцию однопутного участка поезда одного направления до момента прибытия (проследования через неё) поезда встречного направления.

Станционный интервал скрещения  $m_c$  - минимальный промежуток времени между прибытием на станцию или пропуском через неё одного поезда и отправлением на тот же перегон другого поезда встречного направления.

Схема интервалов неодновременного прибытия и скрещения поездов приведена на рисунке 29.

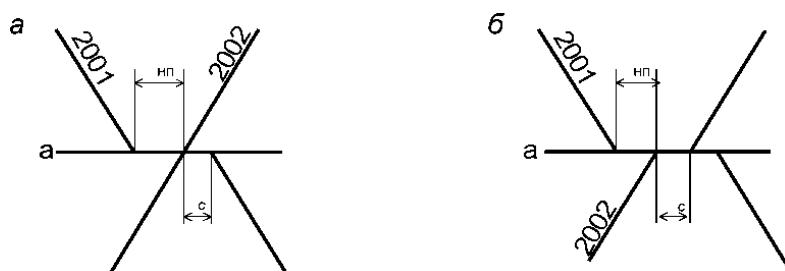


Рисунок 29. Станционные интервалы неодновременного прибытия и скрещения:

*а* - интервалы неодновременного прибытия и скрещивания поездов при пропуске четного поезда сходу без остановки на станции; *б* - интервалы неодновременного прибытия и скрещивания поездов при остановке обоих поездов на станции

Станционный интервал попутного следования  $m_{nc}$  – минимальный промежуток времени между прибытием на станцию одного поезда и отправлением с предыдущей станции в попутном направлении другого поезда. Этот интервал определяется затратами времени на контроль

прибытия или проследования поезда в полном составе через станцию, на связь между раздельными пунктами и открытие выходного сигнала второму поезду с предыдущей станции. Схема интервала попутного следования приведена на рисунке 30.

Межпоездные интервалы в пакете при автоблокировке I - минимальный промежуток времени на графике движения поездов, определяемый исходя из разграничения следующих друг за другом поездов блок-участками.

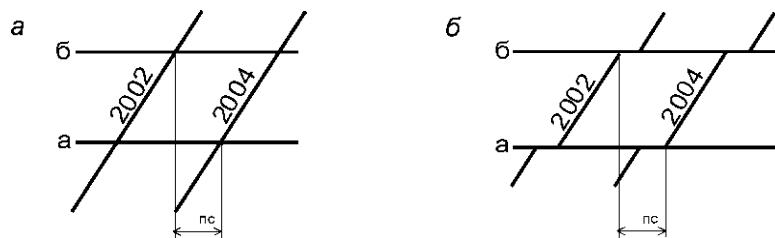


Рисунок 30. Интervалы попутного следования при полуавтоблокировке:

- а* - интervал попутного следования при безостановочном пропуске поездов;
- б* - интervал попутного следования при остановке обоих поездов на раздельном пункте поездов

Перегонные времена хода поездов по категориям (грузовые, пассажирские, скорые) рассчитываются по формуле:

$$t_x = 60 \frac{l_{\text{пер}}}{V}, \quad (9)$$

где  $V$  - ходовая скорость поезда, км/ч;

$l$  - длина перегона, км.

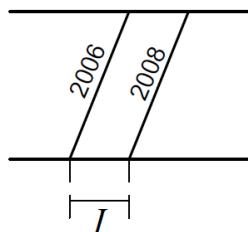


Рисунок 31. Межпоездной интervал в пакете при автоблокировке

Построению графика движения поездов предшествует расчет периода графика и пропускной способности участка.

Для определения пропускной способности участка необходимо предварительно найти перегон с наименьшей пропускной способностью, которую называют ограничивающим перегоном, рассчитать его пропускную способность и определить тем самым пропускную способность участка в целом.

Пропускная способность перегона зависит от типа графика и величины его элементов, а также от путевого развития раздельных пунктов и в общем виде определяется, поездов:

$$N_z = \frac{(1440 - t_{\text{техн}}) \alpha_h}{T_{\text{пер}}}, \quad (10)$$

где  $t_{\text{техн}}$  - продолжительность технологических «окон» в графике движения, мин;

$\alpha_h$  - коэффициент, учитывающий надежность технических средств;

$T$  - период графика, мин.

Под технологическим «окном» понимается свободный от пропуска поездов промежуток времени, предоставляемый в графике движения и необходимый для выполнения работ по текущему содержанию и ремонту устройств пути, контактной сети, сигнализации, централизации и блокировки. Продолжительность технического «окна» зависит от типа применяемых машин и механизмов, а также от принятой технологии работ и принимается в расчетах наличной пропускной способности равной на однопутных участках 60 мин, а на двухпутных линиях - 120 мин.

Значение  $\alpha_h$  колеблется в диапазоне от 0,87 до 0,98.

Периодом графика  $T$  называется время занятия перегона характерной для данного графика группой поездов, периодически чередующихся в течение суток.

### Построение графика движения поездов

Рассчитанные времена хода записываются в соответствующие графы графика движения поездов. Время на разгон и замедление учитывается при трогании и остановке поездов на станциях в необходимых случаях.

Составлению графика предшествует вычерчивание сетки графика по форме, показанной на рисунке 32.



Рисунок 32. Форма сетки графика движения поездов

Вычерчивают его на бумаге с сеткой из горизонтальных и вертикальных линий. Горизонтальные линии соответствуют станциям (сплошные) или остановочным пунктам (штриховые). Вертикальными линиями поле графика делится на 24 части - часы суток. Каждый час делится на шесть равных частей - 10-минутных интервалов. Линии, соответствующие часовым линиям, изображают сплошной жирной чертой, а линии, соответствующие 30 мин, изображают пунктиром. Горизонтальный масштаб сетки: 1 ч = 60 мин; вертикальный 1 км = 2 мм.

Составление графика начинают с прокладки пассажирских поездов. Затем прокладывают сборные поезда с таким расчетом, чтобы простой местного вагона на промежуточной станции был наименьшим. Грузовые поезда стремятся распределить на графике равномерно в течение суток.

Скорые поезда пропускают по всему участку без остановок на промежуточных станциях. Пассажирские поезда имеют стоянки на промежуточных станциях 1-3 мин. Со сборными поездами на всех станциях осуществляется работа по прицепке и отцепке вагонов. Продолжительность их стоянки 30-40 мин.

Все поезда на графике нумеруются согласно нумерации, принятой на сети железных дорог: скорые - 1...98, пассажирские - 101...698, пригородные - 6001...6998, грузовые - 1001...3398, сборные - 3401...3498.

Скорые и пассажирские поезда на графике показывают сплошными красными линиями, грузовые - сплошными черными, сборные - черными штрихпунктирными линиями.

Прокладку грузовых поездов производят (рисунок 33):

- на двухпутных участках - раздельно по направлениям движения, начиная от участковой станции (при автоблокировке) или с ограничивающего перегона (при полуавтоблокировке);
- на однопутных участках все поезда прокладывают одновременно, начиная с ограничивающего перегона.

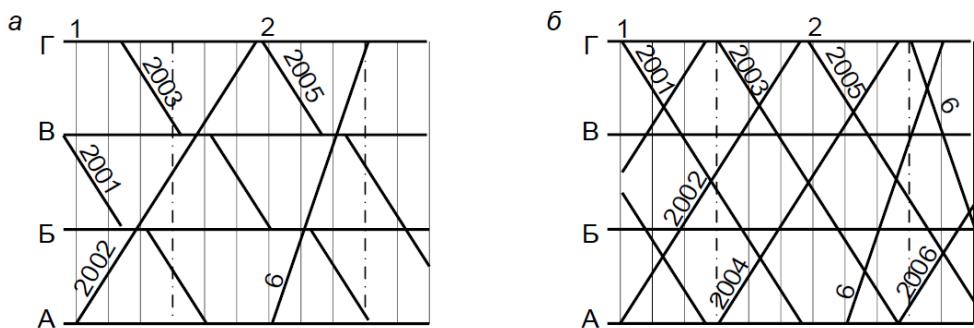


Рисунок 33. Однопутный (а) и двухпутный (б) графики движения поездов

Поезда прокладывают на графике наклонными прямыми линиями, идущими слева вниз направо (нечетные) и слева вверх направо (четные). Наклон линии хода поездов характеризует скорость движения: чем круче линия, тем выше скорость. Над каждой линией сверху в начале и конце

участка проставляют номер поезда. В месте пересечения наклонных линий с горизонтальными, обозначающими станцию, в тупом углу ставится время прибытия, отправления или проследования поезда через данный раздельный пункт. Пишутся только минуты (последние цифры от 1 до 9).

### **Контрольные вопросы:**

1. Что должен обеспечивать график движения поездов?
2. Назовите основные элементы графика движения поездов.
3. Дайте определение станционных интервалов, назовите их виды.
4. Что является периодом графика?
5. Дайте определение межпоездного интервала.
6. Как найти перегонное время хода?
7. Что такое технологическое «окно»?
8. Назовите показатели графика движения поездов.
9. Каков порядок построения графика движения поездов?

## **Литература**

1. Каликина Т.Н., Ташлыкова А.И., Долгорук Д.С. Общий курс транспорта: метод. пособие для практ. занятий и выполнения расчетно-графической работы / Т.Н. Каликина, А.И. Ташлыкова, Д.С. Долгорук. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2012. – 56 с.
2. Железнодорожные станции и узлы: учеб.пособие для обучающихся учреждений сред. проф. образования / Ю.И. Ефименко и др.; под ред. Ю.И. Ефименко. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2006. - 336 с.
3. Железные дороги: общий курс: учеб. для вузов / М.М. Уздин и др.; под ред. М.М. Уздина. - 5-е изд. - СПб.: Выбор, 2002. - 368 с.
4. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В.Г. Шубко и др.; под ред. В.Г. Шубко и Н.В. Правдина. - М.: УМК МПС России, 2002. - 368 с.
5. Общий курс железных дорог: учеб. пособие / под. ред. Ю.И. Ефименко. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2009. - 256 с.
6. Гридишко, В.И. Вагонное хозяйство: учеб. пособие для вузов / В.И. Гридишко, В.П. Бугаев, Н.З. Криворучко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1988. - 295 с.
7. Вагонное хозяйство: учеб. для вузов ж.-д. трансп.; под ред. П.А. Устича. - М.: Маршрут, 2003. - 560 с.
8. Локомотивное хозяйство: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / С.Я. Айзинбуд и др.; под ред. С.Я. Айзинбуда. - М.: Транспорт, 1986. - 263 с.
9. Грузовая и коммерческая работа на железнодорожном транспорте: учеб. пособие / под ред. А.Ю. Костенко. - Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2007. - 95 с.
10. Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте / А.А. Смехов и др.; под ред. А.А. Смехова. - М.: Транспорт, 1990. - 351 с.
11. Общий курс железных дорог: учеб.пособие / А.П. Иванов и др.; под ред. Е.Э. Червотенко. - Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2010. - 152 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

### **ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

#### **Практическая работа № 1**

Построение продольного профиля земляного полотна  
железнодорожной линии

Исходные данные (табл. 1–3).

Таблица 1  
Категория линии

Первая буква фамилии	A–И	K–T	У–Я
Категория	1	2	3

Таблица 2  
Длина поезда

Последняя цифра номера зачетной книжки	0, 2, 4, 6, 8	1, 3, 5, 7, 9
Длина, м	800	1000

Требуется:

1. Начертить продольный профиль трассы.
2. Спроектировать продольный профиль земляного полотна железнодорожной линии.
3. Рассчитать величину проектных уклонов, проектные отметки, рабочие отметки.



Таблица 3

Пикеты	Вариант*														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>КМ 1</b>	76,3	52	44,4	17,8	35,8	88,2	58,4	65	90,1	45,6	24,3	35,8	21,6	14,3	85,4
ПК 1	75,9	51,8	44,6	19,1	35,3	88,5	60,7	65,2	92	45	24,5	35,3	22,3	14,6	84
ПК 2	75,7	52,5	45,1	18,3	35	88,9	61,9	65,2	92	45,1	24,2	35	22,4	15,9	83,5
ПК 3	75,6	52,2	45,3	18,6	35,2	87,8	61,8	66,9	91,6	45,3	24,2	35,2	24,1	15,8	84
ПК 4	75	50	44,5	18	34,7	90,1	61,7	66,6	91,3	45,9	24,7	34,7	24	16,1	84,8
ПК 5	75,9	52,1	44,1	18,1	34,9	92,4	58	67,8	90,5	46,3	24,9	34,9	25,1	17,3	84
ПК 6	76,3	52,1	42,3	18,9	36	94,3	60,1	67,9	89,3	46,4	25,3	36	24,7	15,2	83,2
ПК 7	77,1	51,7	41,7	19,6	35,4	94,6	60,4	69	89	46,8	24,8	35,4	23,2	14,9	82,8
ПК 8	77	51,3	43,1	20,1	35,3	92,4	59,4	69,3	89,7	47,3	25,6	35,3	23,9	13,6	82
ПК 9	77,3	51,5	41,8	20,4	35,2	90,3	58,3	69,5	89,7	47,9	26,1	35,2	23,9	13,8	84,2
<b>КМ 2</b>	77,8	51	41,2	21,5	36,1	88,8	58	69	89,9	46,1	25,3	36,1	24,1	11,2	84,8
ПК 1	78,4	50,6	42	21,8	36	88,1	58	69,8	91,2	46	24,1	36	24,9	11,7	89
ПК 2	78,7	56,6	42,5	19,3	35,1	88,3	58,4	67,3	91,5	46,3	24,9	35,1	24,8	10,9	85
ПК 3	79,1	51	42,3	19	34,9	86,7	60,3	65,4	93,6	46,1	24,9	34,9	25,1	9,3	85
ПК 4	78,3	50,8	41,4	19,2	40,8	85,4	60,7	65,2	94	45,3	25,9	40,8	25,9	9,7	85,2
ПК 5	77,9	50,4	40,8	19,7	41,4	85,3	61,9	65	95	45,9	26,4	41,4	26,4	11,3	86
ПК 6	77,3	51	36,9	20	42,3	84,9	61,9	65,2	95,4	44,3	26,3	42,3	26,5	9,4	83
ПК 7	77,9	51,3	34,8	21,3	42,5	84,3	61,8	65,3	95,5	44,6	28,1	42,5	26,4	8,9	83,4
ПК 8	78,2	51,4	35,1	21,5	42,1	85,4	61,7	65,9	96,1	45,1	26,1	42,1	26,3	8,4	83
ПК 9	79	50,5	36	21,9	42	86,6	61,9	66,8	96,3	45,9	25,7	42	26,1	8	82,5
<b>КМ 3</b>	79	50,4	36,1	21,7	41,8	85,9	63,1	66,4	96,5	45,8	24,8	41,8	25,9	8,2	82
ПК 1	79,1	50,8	35,2	22,3	43,1	84,1	63	64,7	96,3	46,7	24	43,1	24,3	8,9	82,3
ПК 2	78,6	50	35,3	22,3	41,7	85,8	65,1	63,2	96	47,4	24,5	41,7	24,2	10,3	82,6
ПК 3	78,5	48,5	35,7	22,5	42,3	83,9	65,6	61,8	96,7	47,9	24,4	42,3	24,5	10,5	82
ПК 4	78,3	48,5	36	22,3	44,1	84,5	65,4	60,9	96,9	48,6	23,9	44,1	24,5	11,6	82,5
ПК 5	79,1	46	34,9	21,9	44,5	85,4	65,9	60	96,9	49,3	23	44,5	24,7	11,8	82
ПК 6	78,7	50,3	34,7	21,8	45,3	85,8	65,3	60	95,9	49,1	21,9	45,3	24,8	10,9	82,5
ПК 7	78,4	50,8	35,2	21,9	45,1	86	68,4	61,5	95,6	49,6	21	45,1	24,9	9,3	82
ПК 8	77,8	50,5	35	22,3	44,6	86,2	68,2	61,5	95	49	21,2	44,6	25,3	9,1	83,5
ПК 9	77,3	50,4	35,4	22,6	44,4	86	68,4	61,7	95	49,5	21,2	44,4	25,6	8,3	82,8

Продолжение приложения 1  
Окончание таблицы 3

Пикеты	Вариант*														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>КМ 1</b>	79,5	36,3	49,5	23	52,3	28	53,4	65,9	58,2	66,9	26,1	90	45,8	82	114,3
<b>ПК 1</b>	79	36	49	23,4	51,9	27,7	54,3	65,4	58,4	64,5	29,3	89,4	46,7	82,4	115,8
<b>ПК 2</b>	79,6	35,4	49,6	23,5	51,6	27,5	55,1	65,8	55,3	62	30,4	91	47,5	82,6	117,3
<b>ПК 3</b>	79,1	35	49,1	23,7	51	27,5	55,6	66	55,7	60	32,3	91,3	47,9	82	116,9
<b>ПК 4</b>	79,3	34,7	49,3	24	50,6	26,9	55,4	66,3	55,9	61,3	30,7	92	48,6	82,5	114,3
<b>ПК 5</b>	78,6	34,3	48,6	24,1	49,8	26,2	55,9	68	55,5	60,5	30,1	92,5	49,3	83,4	111,2
<b>ПК 6</b>	77,9	33,8	45,8	24,2	49,5	26	55,3	67,3	55,7	60,9	30,6	92	49,1	82,5	110,4
<b>ПК 7</b>	77,4	33,6	46,7	24,7	48,7	26,4	55,3	67,9	55,1	61,7	31,4	90,3	49,6	82	109,7
<b>ПК 8</b>	76,7	33,2	47,4	25,9	48,4	25,1	58,4	67,3	54,3	62,5	31,9	89	49,8	83,5	103,6
<b>ПК 9</b>	75,8	32,8	43,6	25	48,2	23,8	58,2	68,3	53,4	62,9	32,5	89,7	49,5	82,9	105,3
<b>КМ 2</b>	75,3	32,4	43,2	24	48,5	21,4	58	67,8	55	60,1	30,3	90,4	46,1	83,7	107,9
<b>ПК 1</b>	75,9	31,7	43,1	23,8	48,2	21,3	58	67,1	55,6	60,4	31,4	91,3	46,4	85	111,3
<b>ПК 2</b>	74,3	32	45,6	23,5	48,3	20,4	58,4	66,2	56,7	61,4	32,3	92,4	46,3	83,4	108,4
<b>ПК 3</b>	74,6	32,3	47,9	24,7	47,9	20,3	60,3	66	58,4	60,5	32,4	91,3	46,1	83	110,2
<b>ПК 4</b>	75,1	32,9	48,8	25,6	47,8	20,6	60,7	66,7	60,3	60	32,6	92	45,3	85,4	112,3
<b>ПК 5</b>	75,9	32,5	50,1	26,9	47,5	20,4	61,9	66,8	61,4	59,8	29,8	92	45,9	85,2	115,4
<b>ПК 6</b>	76,1	31,9	50,9	26,3	47	21,3	61,9	66,2	61,9	60,3	26,4	90,3	44,3	86,7	115,7
<b>ПК 7</b>	76,3	31,4	50,3	23,4	46,7	19,6	61,8	66,1	61,9	61,9	26,3	95,4	44,6	86,9	115,9
<b>ПК 8</b>	76	29,8	51,5	23,5	46,3	19,5	61,7	65	61,8	62,5	26,1	97	45,1	85,4	116,3
<b>ПК 9</b>	76,1	27,9	51,8	23,1	46,2	18,9	61,8	64,7	61,7	67	26	94	45,9	85	117,2
<b>КМ 3</b>	75,6	28,5	51,9	22,7	45,8	20	63,1	63,8	63,4	65,4	25,7	91,4	45,6	85,4	118,1
<b>ПК 1</b>	75	29,6	52,3	24,2	45,3	20,1	63	63,2	63	63	25,8	80,3	45	84	118,4
<b>ПК 2</b>	75,1	30,4	52,5	24,2	45,7	20,4	63	63,5	63,2	64,2	25,7	91	45,2	85,5	118,9
<b>ПК 3</b>	76,4	31,9	54,1	24,9	45,1	20,6	63,4	63,8	63,4	64	25,4	92,4	45,3	84	118,3
<b>ПК 4</b>	75,9	31,6	54	25,6	44,7	22,1	64,3	63,9	64,3	63,3	25	93	45,9	84,3	118,1
<b>ПК 5</b>	75,3	32,4	53,8	26,4	44	21	63,2	63	63,2	63,7	25,3	92,8	46,3	85,7	115,9
<b>ПК 6</b>	77,3	32,9	53,6	26,7	44,5	21,7	60,1	65	60,1	61	25,1	92	46,4	86,1	112,3
<b>ПК 7</b>	77,9	33,4	53,4	26,9	44,9	21,9	60,4	64,8	60,4	63	25,3	91	46,8	87,2	112,4
<b>ПК 8</b>	77	33,6	53,3	27	44,1	22	59,4	64,3	59,4	64	26,4	90	47,3	89,4	113,1
<b>ПК 9</b>	77,3	34,9	53,1	27,3	44,3	22,3	58,3	63,9	58,3	64,3	26,9	91,5	48	87,3	113,4

\* Вариант выбирается в соответствии с номером в списке группы.

Продолжение приложения 1

**Практическая работа № 2**  
**Обыкновенный одиночный стрелочный перевод**

Вариант выбирается в соответствии с номером в списке группы.

Таблица 4  
 Исходные данные

Вариант	Тип рельсов	Марка крестовины	Угол крестовины	Расстояния							Прямая вставка перед крестовиной	Полная длина стрелочного перевода
				от оси передних стыков рамных рельсов до начала остряков от начала остряков до ЦСП	от оси передних стыков рамных рельсов до ЦСП	От ЦСП до МЦ крестовины	От МЦ крестовины до ее заднего стыка	От ЦСП до торца крестовины				
–	$tg\alpha$	$\alpha$	$m$	$a_0$	$a = \frac{a}{m + a_0}$	$b_0$	$q_1$	$b = \frac{b}{b_0 + q_1}$	$H$	$L_n$		
<b>Колея 1520 мм</b>												
1–5	P65	1/18	$3^{\circ}10'12'',5$	3,836	21,793	25,629	27,465	4,425	31,89	1,113	57,519	
6–10	P65	1/11	$5^{\circ}11'40''$	2,769	11,294	14,063	16,754	2,550	19,304	3,285	33,367	
11–15	P65	1/9	$6^{\circ}20'25''$	2,769	12,458	15,227	13,722	2,090	15,812	1,757	31,039	
16–20	P50	1/18	$3^{\circ}10'12'',5$	3,836	21,793	25,629	27,465	4,425	31,89	1,113	57,519	
21–25	P50	1/11	$5^{\circ}11'40''$	4,327	10,148	14,475	16,754	2,300	19,054	3,537	33,529	
26–30	P50	1/9	$6^{\circ}20'25''$	4,327	11,132	15,459	13,722	1,880	15,602	2,018	31,061	

Требуется построить обыкновенный стрелочный перевод в масштабе.

**Практическая работа № 3**  
**Построение немасштабной схемы промежуточной станции**  
 Исходные данные (табл. 5-7).

Таблица 5  
 Тип промежуточной станции

Первая буква фамилии	А-И	К-Т	У-Я
Тип станции	Поперечный	Полупродольный	Продольный

Таблица 6

Количество главных и приемоотправочных путей

Пути	Вариант (номер в списке группы)				
	1–6	7–12	13–18	19–24	25–30
Главные	1	2	1	2	1
Приемоотправочные	3	4	5	4	3

Таблица 7

Исходные данные для определения технологического времени стоянки сборного поезда на промежуточной станции

Показатель	Вариант (последняя цифра номера зачётной книжки)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Отцепка, ваг.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прицепка, ваг.	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Показатель	Вариант (предпоследняя цифра номера зачётной книжки)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Состав сборного поезда, ваг.	50	51	45	46	47	52	48	59	62	64
Направление прибытия сборного поезда	чет	неч	чет	неч	чет	неч	чет	неч	чет	неч

Устройства на станции:

- пассажирское здание – 4060 м;
- пассажирские платформы – 4003 м;
- склад – 4812 м.

**Требуется:**

Построить немасштабную схему промежуточной станции согласно предложенными вариантам заданий на листе формата А4.

Расставить предельные столбики, входные и выходные светофоры.

Пронумеровать пути, стрелочные переводы, предельные столбики и светофоры.

Расположить основные устройства в соответствии с исходными данными.

На основании построенной немасштабной схемы промежуточной станции разработать технологию работы сборного поезда.

Построить технологический график обработки сборного поезда.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Введение .....	3
1 Нижнее строение пути .....	4
2 Построение продольного профиля земляного полотна .....	7
3 Масштабная укладка обыкновенного стрелочного перевода .....	12
4 Устройство локомотивов .....	16
5 Конструкции вагонов .....	22
6 Сигналы на железнодорожном транспорте .....	27
7 Габариты .....	29
8 Построение немасштабной схемы промежуточной станции .....	33
9 Составление технологического графика обработки сборного поезда на промежуточной станции .....	37
10 Организация перевозки грузов .....	39
11 График движения поездов .....	41
Литература .....	48
Приложение .....	49