

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра «Транспортные узлы»**

**А. К. ГОЛОВНИЧ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
И ПЕРЕУСТРОЙСТВО  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
СТАНЦИИ**

**Учебно-методическое пособие**

**Гомель 2017**

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Транспортные узлы»

А. К. ГОЛОВНИЧ

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПЕРЕУСТРОЙСТВО ПРОМЕЖУТОЧНОЙ СТАНЦИИ

*Одобрено методическими комиссиями  
факультетов «Управление процессами перевозок» и заочного  
в качестве учебно-методического пособия  
по дисциплине «Железнодорожные станции и узлы» для студентов  
специальности «Организация перевозок и управление на железнодорожном  
транспорте»*

Гомель 2017

УДК 656.211.25.001.2(075.8)  
ББК 39.213  
Г61

Рецензент – зав. кафедрой «Железнодорожные станции и узлы» канд. техн. наук, доцент **С. В. Карасев** (Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск)

**Головнич, А. К.**

Г61 Проектирование и переустройство промежуточной станции : учеб.-метод. пособие ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. / А. К. Головнич. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 37 с.  
ISBN 978-985-554-610-9

Приведена методика расчёта, проектирования и переустройства промежуточных станций различного типа.

Предназначено для студентов специальности «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте» факультетов «Управление процессами перевозок» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 656.211.25.001.2(075.8)**  
**ББК 39.213**

**ISBN 978-985-554-610-9**

© Головнич А. К., 2017  
© Оформление. БелГУТ, 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Начальные знания по проектированию железнодорожных станций студенты получают, изучая промежуточные станции. Промежуточные станции являются отдельными пунктами с небольшим путевым развитием, которые обладают определенной технологической завершенностью, позволяющей представлять схемные решения как связанное путевое развитие и техническое оснащение. Относительная простота конструкции соединений путей промежуточной станции способствует выработке правильных установок будущего инженера-движенца, рассматривающего станцию как инструмент для достижения основной цели функционирования транспорта – выполнения безопасных перевозок пассажиров и грузов. Безопасность перевозок может быть обеспечена в значительной степени проектированием путевого развития станции с минимальной враждебностью маршрутов, достаточным габаритом приближения строений, укладкой определенных прямых вставок и др. Выполнение каждого из этих требований способствует формированию надежных и безопасных маршрутов движения поездов, подач, передач, а в совокупности – позволяет получить эффективное проектное решение для целой промежуточной станции.

Путевое развитие станции и технологию ее работы следует рассматривать как две неразрывные стороны одной сущности. Мы видим пути станции и сразу представляем, как по ним движутся поезда и подачи, за пересечением этих путей через стрелки легко угадываем маршруты перемещения вагонов и локомотивов, в разрешающих и запрещающих показаниях светофоров распознаем конфликтные ситуации при выполнении маневровых работ. Важно научиться видеть технологическое содержание технического оснащения станции, объединяющее отдельные стрелочные переводы, предельные столбики, сигналы, пути, платформы в одно большое целое, которое называется промежуточной станцией. Цель данного пособия – обеспечение студента начальными системными знаниями, которые возникают посредством логической связи отдельных объектов, параметров, понятий в единый функциональный образ путей, зданий и сооружений, которые обеспечивают прием и отправку поездов, их расформирование и подачу на грузовые пункты, повторное формирование и отправку на другие станции.

# 1 СХЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СТАНЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ РАБОТЫ

## 1.1 Основные устройства на станции и их назначение

Промежуточная станция выполняет операции по обслуживанию пассажирских (пропуск, прием, отправление), грузовых (пропуск, прием, отправление, расформирование) поездов и местных (подача, уборка) вагонов. Станция отличается от разъезда и обгонного пункта наличием объектов грузовой работы (общего пользования – грузовых комплексов и необщего пользования – подъездных путей промышленных предприятий). В зависимости от взаимного расположения приемоотправочных путей промежуточные станции разделяют на поперечные, полупродольные и продольные (последовательные) (рисунок 1.1).

На промежуточной станции сооружают различные устройства, которые имеют определенное назначение.

### 1 Устройства путевого развития.

#### 1.1 Пути.

1.1.1 Главные, являющиеся продолжением путей перегонов и обозначаемые римскими цифрами I (на однопутных), I и II (на двухпутных линиях); обеспечивают прием пассажирских, региональных (с остановкой у пассажирских платформ) и пропуск грузовых поездов без остановки; на схеме имеют соответствующую специализацию (двойная стрелка на пути в направлении следования пассажирского или регионального поездов и одиночная стрелка в направлении пропуска грузового поезда). Если главный путь на однопутном участке обеспечивает движение пассажирских и (или) грузовых поездов в обоих направлениях, то специализацию путей устанавливают также в обоих направлениях.

1.1.2 Приемоотправочные, проектируемые для приема грузовых поездов; как правило, имеют сквозную нумерацию (2–4), следующую за главными путями. На осях приемоотправочных путей одиночными стрелками в направлении приема поездов указывают их специализацию.

1.1.3 Погрузо-выгрузочные, на которых устанавливают вагоны для выполнения грузовых (погрузки или выгрузки) операций с нумерацией (6), следующей за приемоотправочными путями.

1.1.4 Выставочный, располагающийся рядом с погрузо-выгрузочными и обеспечивающий ожидание подачи под погрузку-выгрузку или уборку на приемоотправочные пути. Нумерация выставочного пути (5) следует за погрузо-выгрузочными.

1.1.5 Вытяжной, служащий для расформирования поездов, в составе которых прибывают вагоны в адрес данной промежуточной станции (местные вагоны). Номер вытяжного пути (7) можно устанавливать за номером выставочного пути.

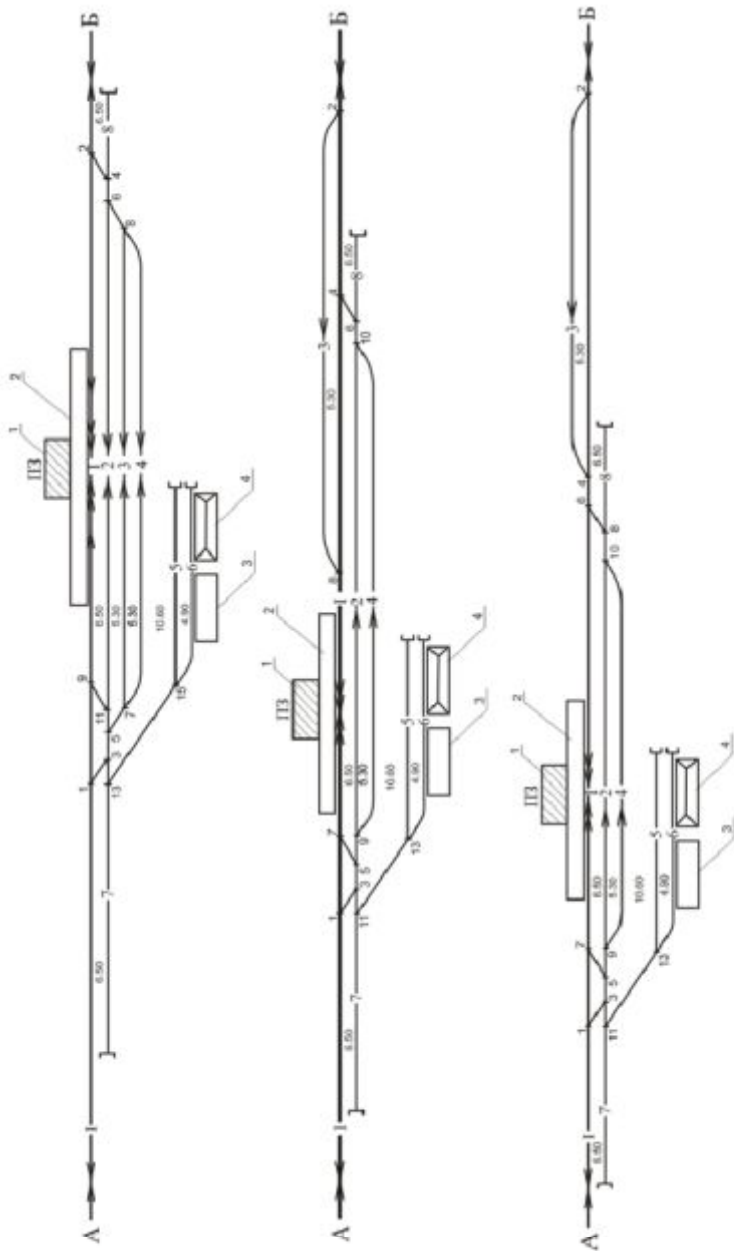


Рисунок 1.1 – Схемы промежуточных станций: а – полперечная, б – полупродольная, в – продольная; пути: 1 – главный; 2-4 – приемоотправочные; 5 – выставочный, б – погрузо-выгрузочный; 7 – выжлой; 8 – предохранительный тупик; здание и сооружения: 1 – пассажирское здание; 2 – пассажирская платформа; 3 – открытая площадка; 4 – склад

1.1.6 Предохранительный тупик (8) обеспечивает безопасность нахождения подвижного состава на железнодорожной станции, исключая его выход на маршруты следования поездов; можно использовать как ходовой путь, на который выходит локомотив для отцепки, прицепки или перецепки от грузовых поездов, находящихся на приемоотправочных путях станции.

Специализацию в виде соответствующих стрелок устанавливают только для главных и приемоотправочных путей.

1.2 Стрелочные переводы, обеспечивающие связь смежных путей между собой. Все переводы имеют номера, не повторяющиеся в пределах данной станции. Нумерацию переводов разделяют на четную и нечетную относительно поперечной оси промежуточной станции, проходящей через пассажирское здание. Принимают, что слева от данной оси все стрелочные переводы имеют нечетные, а справа – четные номера. Нумерацию переводов начинают от перегона к станции. Первые стрелочные переводы, которые проходит поезд, прибывающий на станцию, будут иметь номера, 1 и 2 (соответственно с левой и правой стороны). Если две стрелки образуют съезд, то их номера должны быть связны (см. рисунок 1.1: 1–3, 5–7, 2–4, 6–8).

2 Устройства технического назначения.

2.1 Здания.

2.1.1 Пассажирское здание (вокзал), обслуживающее пассажиров; имеет кассы для продажи билетов, зал ожидания и бытовые помещения; на схемах обозначается в виде прямоугольного контура, подписанного буквами «ПЗ».

2.2 Сооружения.

2.2.1 Платформы.

2.2.1.1 Пассажирские, обеспечивающие посадку и высадку пассажиров региональных и пассажирских поездов.

2.2.1.2 Грузовые, которые обеспечивают передачу груза из вагона на автомобиль и обратно или кратковременное нахождение груза. На рисунке 1.1 функцию платформы может выполнять площадка 3, на которой можно выполнять разгрузку вагона с пути 6 и передачу груза на автомобиль, установленный с другой стороны площадки.

2.2.2 Склады, сооружаемые как открытые площадки и закрытые ангары (4 – на рисунке 1.1) для хранения грузов в ожидании вывоза автомобильным транспортом и погрузки в вагоны. Погрузо-выгрузочный путь 6, выставочный путь 5, площадка 3 и склад 4 объединяются в грузовой комплекс (ГК).

Поперечные схемы станций (см. рисунок 1.1, а) характеризуются таким размещением всех приемоотправочных путей, что геометрически их располагают друг под другом с увязкой всех путей в одной четной и другой нечетной горловинах.

В полупродольных схемах (см. рисунок 1.1, б) приемоотправочные пути располагают по обе стороны от главного пути и несколько смещены относительно друг друга. Смещение путей относительно друг друга может определяться расположением пассажирской платформы, которая приводит к изменению положения стрелки 8 привязки пути 3. Часть полезной длины пу-

ти, располагающейся полупродольно, может иметь длину до  $2/3$  от общей полезной длины.

Продольные схемы (см. рисунок 1.1, в) отличаются тем, что приемоотправочные пути настолько смещены друг относительно друга, что оказывается возможным переместить поезд или группу вагонов с одного приемоотправочного пути на другой за один полуурейс (например, с пути 3 на пути 2 или 4).

## **1.2 Требования к проектированию устройств промежуточной станции**

Главные пути проектируют в нормальных условиях прямыми в плане и профиле. Стрелочные переводы, укладываемые на главных путях, имеют марки крестовины, не круче  $1/11$ . Пути и стрелки главных путей с типом рельсов Р65 и Р75 сооружают на железобетонных шпалах и щебеночном балласте.

Приемоотправочные пути сооружаются из рельсов типа Р50 и стрелочных переводов марки крестовины  $1/9$ . Если съезд соединяет главный и приемоотправочный пути, то обе стрелки данного съезда имеют марку  $1/11$ . Длины приемоотправочных путей должны быть не менее стандартных (1050 или 1250 или 1500 м). Длина вытяжного пути равна половине полезной длины приемоотправочных путей для грузовых поездов.

Между главным и ближайшим станционным путем целесообразно проектировать по условиям безопасности широкое (6,50 м и более) междупутье. Широкие междупутья обязательно укладывают между вытяжным и смежным с ним путем, между приемоотправочным и выставочным. В последнем случае величину междупутья рекомендуют увеличивать до 10,60 м. Расстояние между погрузо-выгрузочными, погрузо-выгрузочным и выставочным путями допускается менее 5,30 м (но не менее 4,10 м).

Все сооружения должны располагаться на определенном расстоянии от путей (находиться в габарите), обеспечивая безопасное передвижение подвижного состава. Расстояние от края низкой пассажирской или грузовой платформы до оси ближайшего пути должно быть не менее 1745 мм, а от края высокой – не менее 1920 мм. Длина пассажирской платформы должна быть не менее 500 м.

Здания и сооружения (грузовые склады) должны проектироваться на расстоянии не менее 2450 мм от осей ближайших путей. Ширина пассажирских платформ не должна быть меньше 3 м, а основной пассажирской платформы, примыкающей к пассажирскому зданию, – не менее 6 м. Здания и сооружения следует сооружать в пределах прямых участков железнодорожных путей (например, площадку 3 рисунка 1.1, а необходимо сооружать у выгрузочного пути 6 за пределами соединительной кривой, выходящей на стрелку 15). Складские помещения, сооружаемые у одного выгрузочного пути, следует проектировать на расстоянии, не менее 15 м друг от друга. Минимальная полезная длина погрузо-выгрузочного пути должна быть не



менее 120 м и обеспечивать установку всех вагонов фронта одновременной погрузки-выгрузки в пределах прямого участка без занятия стрелочных переводов и кривых. Вагоны, с которыми выполняют грузовые операции, должны располагаться точно напротив дверей складов или определенных мест открытых площадок.

Примыкание погрузо-выгрузочных и выставочного пути к вытяжному должно быть выполнено так, чтобы исключить выезд с грузовых пунктов на перегон. Данное требование определяется как изоляция маневровых передвижений от организованного движения поездов. Применительно к конкретной схеме (см. рисунок 1.1, *a*) это значит, что стрелочный перевод 13 укладывают таким образом, что при выезде с путей местной работы 5 и 6 маневровые передвижения в дальнейшем будут осуществляться только на вытяжной путь без возможности выезда на главный путь. Если же съезд 1–3 и стрелочный перевод 13 поменять местами, то все операции будут выполняться, но с нарушением безопасности движения, так как при выполнении маневровых работ будет допускаться выход на перегон, который в противном случае исключается.

В горловинах станции съезды должны укладываться таким образом и в достаточном количестве, чтобы обеспечивать движение с любого пути на любой путь.

Если на промежуточной станции уложены приемоотправочные пути справа от главных путей по ходу движения поезда, то рекомендуется укладывать первую входную стрелку правостороннюю (см. перевод 1 рисунка 1.1, *a*).

### **1.3 Технология работы промежуточной станции**

Промежуточная станция обеспечивает прием и отправление пассажирских и региональных (пригородных) поездов с остановкой у пассажирской платформы главного пути I (см. рисунок 1.1, *a*). По данному пути производится также проследование пассажирских и грузовых поездов без остановки на промежуточной станции.

#### **1.3.1 Технология работы промежуточной станции поперечного типа**

Все грузовые поезда под скрещение, обгон и в расформирование с направлений А и Б принимают на приемоотправочные пути 2–4. Если на промежуточной станции отсутствует маневровый локомотив, то маневровую работу на промежуточной станции выполняют поездным локомотивом. Станционный маневровый локомотив закрепляют на станции при значительной маневровой работе по расформированию поездов и обслуживанию пунктов местной работы (подача, уборка, расстановка, сборка вагонов). При прибытии поезда в расформирование с направления А требуется обгон локомотивом состава, прицепка в хвост и вытягивание состава (или его части) на вытяжной путь 7 за стрелку 13.

Расформирование поездов производят одиночными или серийными толчками по хвостам приемоотправочных путей 2–4, а также соединительному между стрелками 13 и 15. После расформирования поезда поездным или маневровым локомотивом осуществляют уборку вагонов с погрузо-выгрузочного пути и подача других вагонов с выставочного пути под грузовые операции на данный погрузо-выгрузочный путь. Эта группа маневровых передвижений называется перезарядкой грузовых фронтов станции. После завершения маневров на грузовых пунктах производят уборку местных вагонов, вытягивание на вытяжной путь и необходимых операций формирования – перестановка в состав поезда, располагающегося в приемоотправочном парке на путях 2–4. Со сформированным поездом выполняют соответствующие операции по отправлению, к нему прицепляют поездной локомотив и по маршруту производят отправление на перегон в направлении А или Б.

При прибытии на промежуточную станцию поезда в расформирование с направления Б обгон локомотивом грузового состава не требуется, так как операцию вытягивания на вытяжной путь 7 осуществляют в направлении, продолжающем движение после прибытия поезда с перегона (производят за один полурейс).

### **1.3.2 Технология работы промежуточной станции полупродольного типа**

Грузовые поезда под скрещение, обгон и в расформирование с направления А принимают на приемоотправочные пути 2 и 4, а с направления Б – на путь 3. С локомотивом в голове состава производят его перестановку по I главному пути через стрелки 7–5, 3 и 11 на вытяжной путь 7. Все маневровые передвижения по расформированию и обслуживанию пунктов местной работы производят аналогично приведенной в п. 1.3.1 последовательности операций. Прицепку группы вагонов после грузовых операций к поезду, находящемуся на пути 3, осуществляют маневровым порядком с вытяжного пути 7, через стрелки 11, 3, 5, посредством занятия главного пути I и стрелки 8 приемоотправочного пути 3.

### **1.3.3 Технология работы промежуточной станции продольного типа**

Возможные отличия технологических операций на станции продольного типа от полупродольного заключаются в том, что перестановку поезда с приемоотправочного пути 3 маневровым порядком на вытяжной путь 7 рекомендуется проводить по какому-либо свободному в данный момент времени приемоотправочному пути 2 или 4, а не по I главному. Если же оба приемоотправочных пути 2 и 4 заняты, то тогда маневровые передвижения по перестановке поезда с пути 3 на вытяжной осуществляются посредством занятия главного пути. Так же производят операции по перестановке группы вагонов с вытяжного пути 7 на путь 3 (передвижением через стрелки 11, 5, 9 по одному из свободных приемоотправочных путей 2 или 4, и далее – через стрелки 10, 8, 6, 4).

## 2 РАЗРАБОТКА МАСШТАБНОГО ПЛАНА СТАНЦИИ

### 2.1 Исходные данные для проектирования

Для проектирования промежуточной станции требуются следующие исходные данные:

- 1 Тип станции.
- 2 Количество приемоотправочных путей.
- 3 Длина приемоотправочных путей.
- 4 Длина пассажирских платформ.
- 5 Ширина основной пассажирской платформы.
- 6 Размеры грузовых устройств.

В качестве примера рассматривается проектирование промежуточной станции поперечного типа (см. рисунок 1.1, а) с тремя приемоотправочными путями для грузовых поездов с минимальной полезной длиной 1050 м, длиной пассажирской платформы 520 м и шириной 6 м, навалочной площадкой размерами 20×12 м и крытым складом размерами 30×12 м.

### 2.2 Порядок разработки масштабного плана промежуточной станции

#### 2.2.1 Определение положения продольной и поперечной осей станции

Продольная ось станции всегда совпадает осью I главного пути. Для учебных целей считают, что I главный путь на всём протяжении станционной площадки прямолинейный, и кривые в плане и профиле отсутствуют.

Поперечная ось станции проходит через ось пассажирского здания перпендикулярно продольной оси. На пересечении данных осей находят точку начала отсчета координат контрольных точек всех станционных объектов (рисунок 2.1).

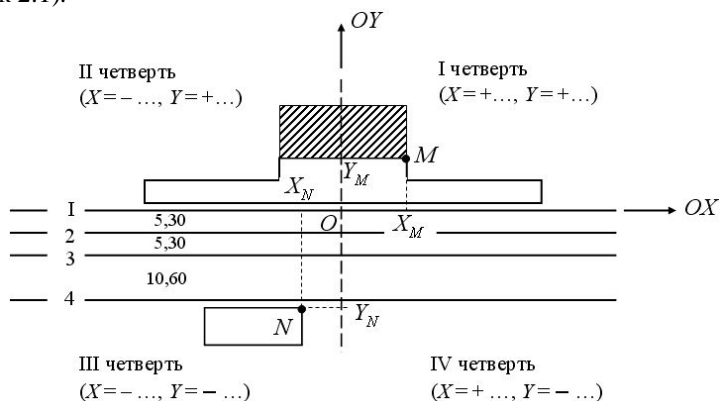


Рисунок 2.1 – Координатная привязка объектов путевого развития и технического оснащения

Продольная и поперечная оси станции геометрически разделяют всю площадь чертежа станции на четыре четверти. От нулевой точки вправо по оси  $OX$ , совпадающей с осью главного пути, располагают положительные значения  $X$ -координат контрольных точек. Например, необходимо определить координаты точки  $M$  (нижнего правого угла пассажирского здания). Пусть длина ПЗ равна 18 метров. Так как поперечная ось станции (ось  $OY$ ) проходит через середину здания, то от точки  $O$  (нулевой точки отсчета) до точки  $M$  вдоль оси  $OX$  будет 9 метров. Следовательно, координата  $X_M = +9,00$  (обязательно с указанием двух знаков после запятой).

От нулевой точки в вверх по оси  $OY$  располагают положительные значения  $Y$ -координат контрольных точек. Для нахождения величины  $Y_M$  следует указать, что пассажирское здание располагается на расстоянии 25 см от оси I главного пути. Следовательно,  $Y_M = +25,00$ .

От нулевой точки влево по оси  $OX$  отсчитывают отрицательные значения  $X$ -координат элементов и вверх по оси  $OY$  – положительные значения  $Y$ -координат. От нулевой точки вниз по оси  $OY$  фиксируют отрицательные значения  $Y$ -координат станционных элементов. Например, требуется определить координаты точки  $N$  (верхнего правого угла крытого склада, расположенного в 20 метров от оси  $OY$ , являющейся поперечной осью станции). Согласно рисунку 2.1

$$X_N = -20,00; Y_N = -5,30 - 5,30 - 10,60 - 2,45 = -23,65.$$

Расстояние 2,45 м – это габарит приближения строений к оси железнодорожного пути (см. подразд. 1.2). Таким образом, можно определить координаты центров стрелочных переводов, предельных столбиков, сигналов, платформ, точно зная положение исходной, нулевой точки привязки.

### 2.2.2 Укладка главных и приемоотправочных путей

Продольная ось станции совпадает с положением I главного пути. Данную ось наносят на бумаге у части формата A1, разрезанного вдоль, в первой трети листа (рисунок 2.2).

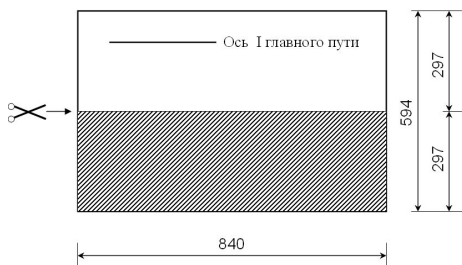


Рисунок 2.2 – Выбор рабочего листа бумаги для проектирования станции

Приемоотправочные пути 2–4 располагают параллельно I главному (см. рисунок 1.1, а). Для более точного их построения суммируют все междупутья, включая широкое 10,60 м, которое определяет положение выставочного

и погрузо-выгрузочного путей. Крайний путь 6 отстоит от I главного на расстоянии

$$6,50 + 5,30 + 5,30 + 10,60 + 4,90 = 32,60 \text{ м.}$$

На данном расстоянии в масштабе 1:2000 (16,3 мм) проводят прямую линию, являющуюся осью погрузо-выгрузочного пути 6. Между осями I главного и 6 путей размечают положения всех приемоотправочных и выставочного путей (рисунок 2.3).

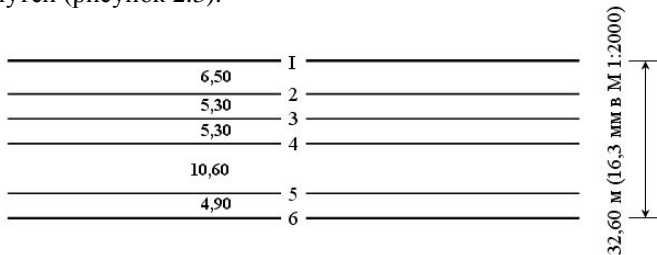


Рисунок 2.3 – Определение положения осей приемоотправочных путей

Для завершения привязки приемоотправочных путей в обеих горловинах необходимо найти положение поперечной оси станции, проходящей через ось ПЗ и середину пассажирской платформы. Условно определяют, что приемоотправочные пути для приема грузовых поездов также делятся поперечной осью пополам для данной схемы станции. Для дальнейших расчетов можно использовать следующую схему (рисунок 2.4).

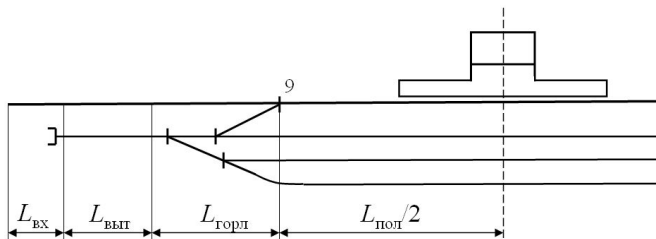


Рисунок 2.4 – Расчётная схема для построения нечетной горловины станции

Длина станционной площадки влево от поперечной оси

$$L_{\text{ст-лев}} = L_{\text{пол}}/2 + L_{\text{горл}} + L_{\text{выг}} + L_{\text{вх}},$$

где  $L_{\text{пол}}$  – полезная длина приемоотправочных путей для приема грузовых поездов. В данном примере  $L_{\text{пол}} = 1050$  м;

$L_{\text{горл}}$  – длина горловины. Ориентировочно  $L_{\text{горл}} \approx n_c \cdot 50 + 30$ ,

$n_c$  – число съездов, последовательно укладываемых в горловине. Для горловины рисунка 2.4  $n_c = 2$  и  $L_{\text{горл}} = 2 \cdot 50 + 30 = 130$  м;

$L_{\text{выг}}$  – длина вытяжного пути,  $L_{\text{выг}} = L_{\text{пол}}/2 = 1050 / 2 = 525$  м;

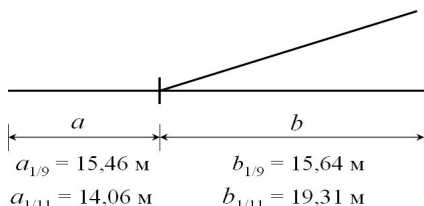
$L_{\text{вх}}$  – длина входных участков главного пути. Для учебных условий принимается  $L_{\text{вх}} = 50$  метров.

$$L_{\text{ст-лев}} = 1050/2 + 130 + 525 + 50 = 1230 \text{ м.}$$

Таким образом, поперечная ось станции проходит на расстоянии 1230 м (615 мм при изображении путевого развития станции в масштабе 1:2000) от левого листа бумаги.

При проектировании принимаем эпюры стрелочных переводов, имеющих следующие размеры, приведенные на рисунке 2.5.

Рисунок 2.5 – Основные размеры стрелочных переводов, принимаемых к проектированию на промежуточной станции



От положения поперечной оси откладывают  $L_{\text{пол}}/2$ , считая полученное значение  $X$ -координатой стрелки 9 (см. рисунок 2.4).  $X_{\text{ЦП9}} = -525,00$  (отрицательное значение координаты связано с тем, что стрелка 9 находится слева от поперечной оси станции, где все  $X$ -координаты элементов отрицательны).

Так как стрелочный перевод 9 укладывают на линии продольной оси станции, то  $Y_{\text{ЦП9}} = 0,00$ . Стрелочные переводы 11, 5, 7 располагают по схемам взаимной увязки, и координаты их определяют согласно расчетам:

$$X_{\text{ЦП11}} = X_{\text{ЦП9}} - e \cdot \text{ctg}\alpha_9,$$

где  $e$  – междупутье между 1 главным и приемоотправочным 2 путями. По схеме рисунка 2.3  $e = 6,50$  м;

$\alpha_9$  – марка крестовины стрелочного перевода 9,  $\alpha_9 = 1/11$  как связанного в съезде с переводом 11, располагающимся на главном пути.

$$X_{\text{ЦП11}} = -525,00 - 6,50 \cdot 11 = -596,50; Y_{\text{ЦП11}} = -6,50.$$

$$X_{\text{ЦП5}} = X_{\text{ЦП11}} - (a_{\text{ЦП11}} + d_0 + b_{\text{ЦП5}}),$$

$a_{\text{ЦП11}}$  – параметр стрелочного перевода 11 марки 1/11 как связанного со стрелкой 9, лежащей на главном пути,  $a_{\text{ЦП11}} = 14,06$  м;

$b_{\text{ЦП5}}$  – параметр перевода 5 марки 1/9 как укладываемого на приемоотправочном пути,  $b_{\text{ЦП5}} = 15,64$  м.

$$X_{\text{ЦП5}} = -596,50 - (14,06 + 6,25 + 15,64) = -632,45; Y_{\text{ЦП5}} = Y_{\text{ЦП11}} = -6,50.$$

$$X_{\text{ЦП7}} = X_{\text{ЦП5}} + e \cdot \text{ctg}\alpha_5 = -632,45 + 5,30 \cdot 9 = -584,75;$$

$$Y_{\text{ЦП7}} = Y_{\text{ЦП5}} - e = -6,50 - 5,30 = -11,80.$$

Относительно стрелки 5 по взаимным схемам располагаются стрелочные переводы 3, 1 и 13.

$$X_{ЦПЗ} = X_{ЦП5} - (a_{ЦП5} + d_0 + a_{ЦПЗ}) = -632,45 - (15,46 + 6,25 + 14,06) = -668,22.$$

$$Y_{ЦПЗ} = Y_{ЦП5} = -6,50.$$

$$X_{ЦП1} = X_{ЦПЗ} - e \cdot \operatorname{ctg}\alpha_3 = -668,22 - 6,50 \cdot 11 = -739,72; \quad Y_{ЦП1} = Y_{ЦП9} = 0,00.$$

$$X_{ЦП13} = X_{ЦПЗ} - e \cdot \operatorname{ctg}\alpha_{13} = -668,22 - 6,50 \cdot 11 = -739,72;$$

$$Y_{ЦП13} = Y_{ЦПЗ} = -6,50.$$

По результатам выполненных расчетов получена следующая взаимоувязанная масштабная стрелочная структура, которая в полном объеме определяет положение путей нечетной горловины промежуточной станции (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – План нечетной горловины промежуточной станции

Для завершения проектного решения увязки приемоотправочных путей промежуточной станции следует найти точку привязки по правую сторону от поперечной оси. Согласно требованиям на станции полезные длины приемоотправочных путей не должны быть меньше установленной (для рассматриваемого примера  $L_{\text{пол}} = 1050$  м). Анализ геометрии расположения путей на схеме (см. рисунок 1.1, а) показывает, что минимальным по длине является приемоотправочный путь 4, который фиксируют как имеющий минимальную полезную длину 1050 м. Остальные пути (3 и 2) будут иметь большую полезную длину. Для данного ограничивающего пути 4 необходимо определить контрольную точку, от которой будет рассчитываться полезная длина. Так как путь 4 специализируется для приема поездов с направлений А и Б, то нужно определять полезные длины данного пути в четном и нечетном направлениях.

**Вариант 1.** Прием грузового поезда на путь 4 с направления А. После прибытия поезда хвост состава устанавливается напротив предельного столбика ПС7 стрелки 7, а голова – у выходного сигнала Н4 (рисунок 2.7).

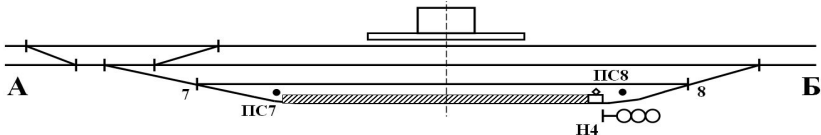


Рисунок 2.7 – Положение поезда при приеме на путь 4 с направления А

Для схемы рисунка 2.7 определяют координаты ПС7, где устанавливается хвост состава:

$$X_{ПС7} = X_{ЦП7} + l_{\text{пред}},$$

где  $l_{\text{пред}}$  – расстояние от центра перевода стрелки 7 до ее предельного столбика. Для стрелочных переводов марки 1/9  $l_{\text{пред}} = 36,90$  м.

Тогда

$$X_{\text{ПС7}} = -584,75 + 36,90 = -547,85.$$

Голова поезда при приеме с направления А находится у выходного сигнала Н4. Следовательно, в нечетном направлении полезная длина пути 4 отсчитывается от  $X_{\text{ПС7}}$  до  $X_{\text{Н4}}$  и равна 1050 м. Таким образом, определяют координату

$$X_{\text{Н4}} = X_{\text{ПС7}} + L_{\text{пол}} = -547,85 + 1050,00 = 502,15.$$

Выходной сигнал Н4 связан с предельным столбиком ПС8 и находится от него на расстоянии 3,50 м. Поэтому

$$X_{\text{ПС8}} = X_{\text{Н4}} + 3,50 = 502,15 + 3,50 = 505,65.$$

Следует проверить достаточность полезной длины пути 4, установленной данным расчетом, при приеме поезда с четного направления Б.

**Вариант 2.** Прием грузового поезда на путь 4 с направления Б. Локомотив находится у выходного сигнала с данного пути Ч4 (рисунок 2.8).

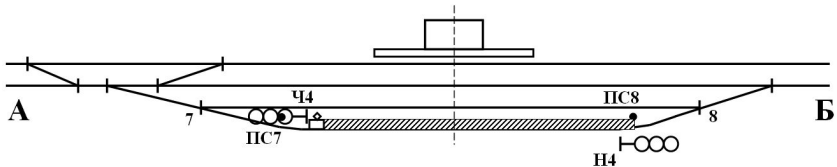


Рисунок 2.8 – Положение поезда при приеме на путь 4 с направление Б

Вычисляют  $X$ -координату положения выходного сигнала Ч4:

$$X_{\text{Ч4}} = X_{\text{ПС7}} + l_{\text{сигн}},$$

где  $l_{\text{сигн}}$  – расстояние от центра перевода, на котором устанавливается сигнал при данной схеме,  $l_{\text{сигн}} = 60$  м.

$$X_{\text{Ч4}} = -584,75 + 60,00 = -524,75.$$

При приеме поезда с Б на путь 4 между точками  $X_{\text{ПС8}}$  и  $X_{\text{Ч4}}$  должно быть расстояние, не менее 1050 м. Расчетom устанавливаем, что

$$X_{\text{ПС8}} - X_{\text{Ч4}} = 505,65 - (-524,75) = 1030,40 \text{ м.}$$

Следовательно, если устанавливать полезную длину приемоотправочного пути 4 по схеме рисунка 2.7, то для четных поездов при приеме поезда с направления Б полезная длина данного пути будет недостаточна (менее требуемой 1050 м). Поэтому необходимо определить полезную длину пути 4 по расчетной схеме рисунка 2.8. При известной  $X$ -координате выходного сиг-



нала Ч4 вычисляют положение ПС8 и относительно его – выходного сигнала Н4:

$$X_{ПС8} = X_{Ч4} + 1050,00 = -524,75 + 1050,00 = 525,25.$$

$$X_{Н4} = 525,25 - 3,50 = 521,75.$$

Между ПС7 и Н4 должно быть расстояние, не менее 1050 м при приеме поезда с направления А на путь 4.

$$X_{Н4} - X_{ПС7} = 521,75 - (547,85) = 1069,60.$$

Таким образом, расчет полезной длины приемоотправочного пути 4 для поездов, прибывающих с направления Б ( $L_{пол} = 1050,00$  м), обеспечивает достаточную полезную длину данного пути при приеме поездов с направления А ( $L_{пол} = 1069,60$  м).

После определения координаты контрольной точки  $X_{ПС8}$  во второй горловине станции вычисляют  $X_{ЦП8} = X_{ПС8} + l_{пред}$ , а по схемам взаимного расположения – координаты центров стрелочных переводов 6, 4 и 2.

$$X_{ЦП8} = 505,65 + 36,90 = 542,55;$$

$$Y_{ЦП8} = Y_{ЦП7} = -11,80;$$

$$X_{ЦП6} = X_{ЦП8} + \text{ctg}\alpha_8 = 542,55 + 5,30 \cdot 9 = 590,25;$$

$$Y_{ЦП6} = Y_{ЦП8} + 5,30 = -11,80 + 5,30 = -6,50;$$

$$X_{ЦП4} = X_{ЦП6} + (a_{ЦП6} + d_0 + a_{ЦП4}) = 590,25 + 15,46 + 6,25 + 14,06 = 626,02;$$

$$Y_{ЦП4} = Y_{ЦП6} = -6,50;$$

$$X_{ЦП2} = X_{ЦП4} + \text{ctg}\alpha_4 = 626,02 + 6,50 \cdot 11 = 697,52; Y_{ЦП2} = Y_{ЦП4} - 6,50 = 0,00.$$

Данный расчет позволяет определить координаты всех контрольных точек (центров стрелочных переводов) приемоотправочных и I главного пути и вычертить в масштабе план данных путей.

Для промежуточной станции полупродольного типа (см. рисунок 1.1, б) привязку приемоотправочных путей можно выполнить по известной длине пассажирской платформы с использованием расчетной схемы рисунка 2.9.

Данную схему можно использовать при проектировании схемы промежуточной станции продольного типа (см. рисунок 1.1, в) с привязкой только к стрелочному переводу 7.

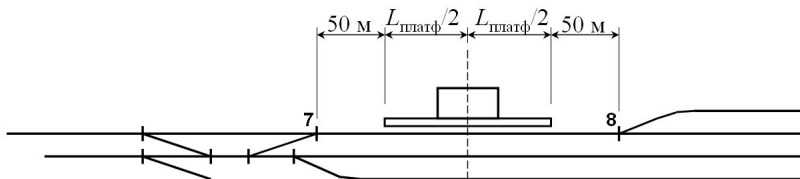


Рисунок 2.9 – Расчетная схема привязки приемоотправочных путей к пассажирской платформе

### 2.2.3 Укладка вытяжного пути

Проектирование вытяжного пути 7 проводится при известном координатном положении стрелочного перевода 13 (см. рисунок 2.6). Полезная длина вытяжного пути равна половине полезной длины приемоотправочных путей. При  $L_{пол} = 1050$  м координаты тупикового упора вытяжного пути

$$X_{упор7} = X_{ЦП13} - a_{ЦП13} - L_{пол}/2 = -739,72 - 15,46 - 525,00 = -1280,18;$$

$$Y_{упор7} = Y_{ЦП13} = -6,50.$$

### 2.2.4 Проектирование устройств грузового района

Стрелочный перевод 13 обеспечивает связь вытяжного пути 7 и двух путей грузового района (погрузо-выгрузочного 6 и выставочного 5). Расчет координат стрелки 15 можно выполнить, используя следующую расчетную схему (рисунок 2.10).

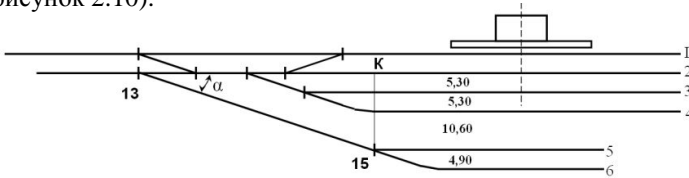


Рисунок 2.10 – Схема расчета координат стрелочного перевода 15

Из треугольника 13-15-К определяют длину катета 13-К, по которой можно вычислить положение стрелки 15.

$$\operatorname{ctg} \alpha = L_{13-К} / L_{15-К}, \quad L_{13-К} = L_{15-К} \cdot \operatorname{ctg} \alpha,$$

где  $L_{15-К}$  – сумма междупутей между осями путей 2 и 5,  $L_{15-К} = 21,20$  м;

$\operatorname{ctg} \alpha$  – величина, обратная марке крестовины (тангенс угла крестовины – марка). Стрелочный перевод 13 имеет марку крестовины  $1/9$ , поэтому  $\operatorname{ctg} \alpha = 9$ .

$$L_{13-К} = 21,20 \cdot 9 = 190,80 \text{ м},$$

$$X_{ЦП15} = X_{ЦП13} - L_{13-К} = -739,72 + 190,80 = -548,92;$$

$$Y_{ЦП15} = Y_{ЦП13} - 5,30 - 5,30 - 10,60 = -6,50 - 21,20 = -27,50.$$

Укладку погрузо-выгрузочного пути 6 выполняют по разметке оси данного пути на расстоянии 4,90 м от оси ближайшего выставочного пути 5. Координаты контрольных точек путевого развития и технического оснащения грузового района промежуточной станции определяют согласно расчетной схеме рисунка 2.11.

Величина тангенса  $T$  как расстояние от начала кривой до вершины угла поворота (от вершины угла поворота до конца кривой)

$$T = R \operatorname{tg}(\alpha/2) = 200 \cdot 0,055386 = 11,08 \text{ м}.$$

X-координату вершины угла поворота ВУ1 можно рассчитать по известной координате центра стрелочного перевода 15.

$$X_{ВУ1} = X_{ЦП15} + \text{ectg } \alpha = -548,92 + 4,90 \cdot 9 = -504,82;$$

$$Y_{ВУ1} = Y_{ЦП15} - 4,90 = -27,50 - 4,90 = -32,40.$$

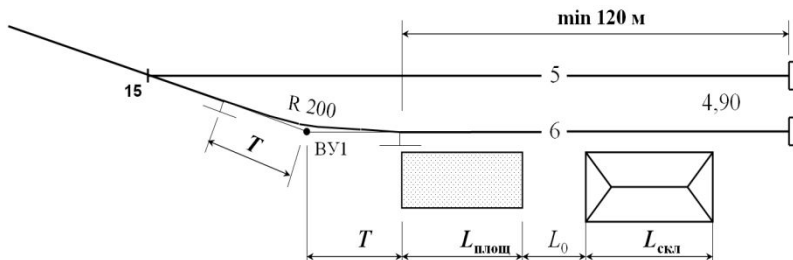


Рисунок 2.11 – Расчетная схема для определения координат объектов грузового района станции

Все складские помещения располагают в пределах прямых участков путей, поэтому полезную длину погрузо-выгрузочных путей определяют от конца кривой.

$$X_{упор6} = X_{ВУ1} + 120,00 = -504,82 + 120,00 = -384,82;$$

$$Y_{упор6} = Y_{ВУ1} = -32,40.$$

Тупик выставочного пути 5 располагается в створе погрузо-выгрузочного, поэтому

$$X_{упор5} = X_{упор6} = -384,82;$$

$$Y_{упор5} = Y_{ЦП15} = -27,50.$$

Координатную привязку навалочной площадки к плану промежуточной станции осуществляют по точке конца кривой на погрузо-выгрузочном пути 6 (см. рисунок 2.11). Координаты верхнего левого угла площадки:

$$X_{плоч} = X_{ВУ1} + T = -504,82 + 11,08 = -493,74;$$

$$Y_{плоч} = Y_{ВУ1} - 1,92 \text{ (высокая платформа)} = -32,40 - 1,92 = -34,32.$$

Координаты верхнего левого угла крытого склада:

$$X_{скл} = X_{плоч} + L_{плоч} + L_0 = -493,74 + 20,00 + 15,00 = -458,74;$$

$$Y_{скл} = Y_{плоч} = -34,32.$$

Следует учитывать, что минимальная длина погрузо-выгрузочного пути должна быть 120 м. Если длина всех складских помещений с учетом расстояний между ними превышает это значение, то проектируют погрузо-выгрузочный путь требуемой длины. Для этого необходимо выполнить следующую проверку:

$$L_{плоч} + L_0 + L_{скл} < 120.$$

Для рассматриваемого примера  $20 + 15 + 30 = 65 < 120$ . Таким образом, проектируют погрузо-выгрузочный путь длиной 120 м.

### 2.2.5 Общее оформление плана промежуточной станции

Выполненные расчеты координат контрольных точек станционных объектов позволяют вычертить в масштабе 1:1000 план промежуточной станции (приложение А). Посредством принятых условных обозначений на данном плане отображаются все пути, стрелочные переводы, предельные столбики, выходные сигналы, пассажирские платформы, пассажирское здание и грузовые устройства (открытые площадки и крытые склады). Оси главных путей выделяют на 0,2–0,3 мм толще линий других путей. Все пути и стрелочные переводы на плане имеют нумерацию, а главные и приемоотправочные – нумерацию и специализацию, определяемую стрелками на осях путей согласно направлению следования поездов. Если пути обеспечивают прием с двух направлений, то стрелки двунаправлены. Для приема пассажирских поездов используют сдвоенные стрелки.

Криволинейные участки путей, сопрягающие приемоотправочные и погрузо-выгрузочный с соединительными участками в горловинах, имеют радиус 200 м. Вершины углов поворота, образуемые пересечением касательных линий, проведенных от точек начала и конца кривых, нумеруют по порядку (ВУ1, ВУ2, ВУ3, ...).

Исполненный план промежуточной станции дополняется координатной сеткой с привязкой стрелочных переводов, предельных столбиков, выходных сигналов. Координаты  $X$  и  $Y$  указывают на сетке для центров переводов, для остальных элементов – только  $X$ -координаты.

Все поясняющие и сопроводительные надписи (величины междупутий, наименования подходов и пассажирского здания), имеющиеся на схеме станции (см. рисунок 1.1, *a*), переносят на масштабный план. В дополнение к плану разрабатывают ведомости путей и стрелочных переводов, которые размещают справа от чертежа масштабного плана. Для приемоотправочных путей, специализированных для приема поездов в обоих направлениях, полезные длины определяют в четном и нечетном направлениях.

Номера всех станционных путей указывают в разрывах изображаемых осей в середине полезных длин. Рядом с номерами соответствующими условными обозначениями (одиночными или сдвоенными стрелками) устанавливают специализацию главных и приемоотправочных путей.

Если пути располагаются параллельно друг другу, то междупутья указывают в створе (одном вертикальном сечении). При последовательном расположении путей (вытяжной 7, предохранительный тупик 8 на рисунке 1.1) междупутья устанавливают в свободной позиции между соответствующими путями, не перекрывающими видимость других элементов путевого развития и сопутствующих надписей.

### **3 РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ ПЕРЕУСТРОЙСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ СТАНЦИИ**

Эффективность работы железнодорожной станции во многом определяют наличными ресурсами путевого развития, обеспечивающего пропуск и переработку поступающих поездо- и вагонопотоков. При их изменении (увеличение длины и количества поездов) увеличиваются задержки подвижного состава при обслуживании на станции и требуется проведение реконструктивных работ, связанных с удлинением существующих и проектированием новых путей.

#### **3.1 Переустройство станции в связи с увеличением длины прибывающих грузовых поездов**

Если на промежуточную станцию прибывают грузовые поезда с длиной, превышающей существующие полезные длины приемоотправочных путей, то возникает необходимость проведения проектно-изыскательских работ по удлинению существующих приемоотправочных путей до следующей стандартной длины (1250 м при существующей длине 1050 м, 1500 м – при 1250 м). Удлинение приемоотправочных путей осуществляют со стороны наиболее простой по конструкции горловины станции. Так, для всех типов промежуточных станций рисунка 1.1 удлинение путей целесообразно выполнять со стороны подхода Б. Вариант удлинения приемоотправочных путей поперечной схемы станции приведен на рисунке 3.1.

На плане станции удлинение существующих путей показывают красным цветом и выполняют посредством продолжения осей приемоотправочных путей в сторону наиболее простой по конструкции горловины на 200 м дополнительной длины (разность между проектируемой и существующей полезными длинами путей) (см. приложение А). Координаты переносимых стрелочных переводов определяют по правилу:

$$X_{ЦП(нов)} = X_{ЦП(сущ)} + 200,00; Y_{ЦП(нов)} = Y_{ЦП(сущ)}.$$

Рассчитанные значения центров стрелочных переводов заносят в координатную сетку плана станции и в ведомости путей (см. приложение А).

Кроме приемоотправочных путей удлиняют вытяжной путь 7 на 100 м, так как полезная длина вытяжного равна половине полезной длины приемоотправочного.

#### **3.2 Переустройство станции в связи с увеличением количества грузовых поездов**

Увеличение числа грузовых поездов приводит к необходимости сооружения новых приемоотправочных путей без увеличения полезной длины. Для учебных целей принимаем, что требуется запроектировать новый приемоотправочный путь. Вариант переустройства станции по причине увеличения количества прибывающих на станцию поездов приведен на рисунке 3.2.

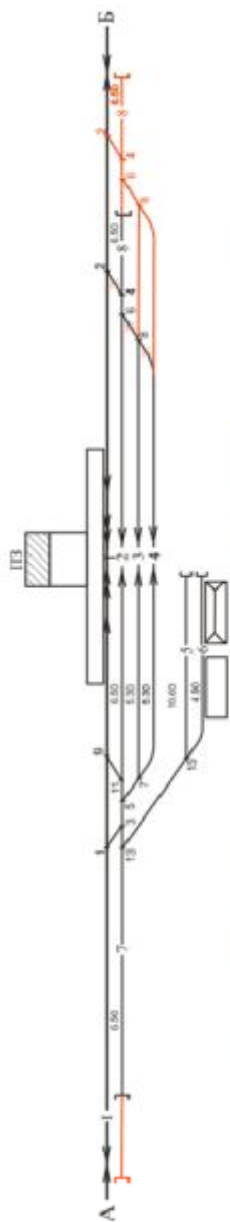


Рисунок 3.1 – Удлинение приемоправочных путей для приема грузовых поездов

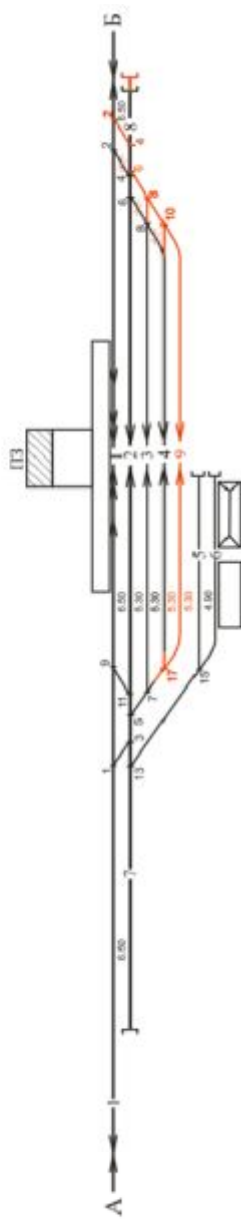


Рисунок 3.2 – Укладка нового приемоправочного пути для грузовых поездов

Привязка нового приемоотправочного пути 9 в нечетной горловине оказывается достаточно простой процедурой, связанной с укладкой стрелочного перевода 17 в точке вершины угла поворота кривой существующего пути 4. Координаты нового стрелочного перевода:

$$X_{ЦП17} = X_{ЦП7} + \text{ctg}\alpha_7 = -584,75 + 5,30 \cdot 9 = -537,05;$$

$$Y_{ЦП17} = Y_{ЦП7} - 5,30 = -11,80 - 5,30 = -17,10.$$

При укладке переустройстве станции по данному варианту путь 9 является минимальным по длине, поэтому привязка в четной горловине проводится по данному пути. В п. 2.2.2 определено, что полезную длину следует определять для поездов, прибывающих с направления Б. Расчетная схема для определения координат контрольных точек пути 9 с привязкой в четной горловине приведена на рисунке 3.3.

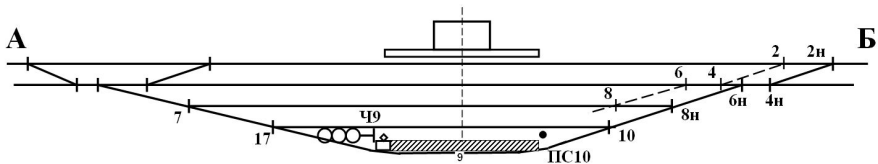


Рисунок 3.3 – Расчетная схема для определения полезной длины пути 9

Последовательность расчетных операций по определению координат контрольных точек пути 9 и переустраиваемых элементов четной горловины следующая (центров переводов 8н, 6н, 4н, 2н):

$$X_{Ч9} = X_{ЦП17} + l_{\text{сигн}}; X_{ПС10} = X_{Ч9} + L_{\text{пол}}; X_{ЦП10} = X_{ПС10} + l_{\text{пред}};$$

$$X_{ЦП8н} = X_{ЦП10} + \text{ctg}\alpha_8;$$

$$X_{ЦП6н} = X_{ЦП8н} + \text{ctg}\alpha_6;$$

$$X_{ЦП4н} = X_{ЦП6н} + a_{ЦП6н} + d_0 + a_{ЦП4н}; X_{ЦП2н} = X_{ЦП4н} + \text{ctg}\alpha_{4н}.$$

### 3.3 Переустройство станции в связи с увеличением количества пассажирских поездов

На промежуточной станции при незначительном числе региональных и пассажирских поездов оказывается достаточным главного пути, на котором производится их кратковременная остановка. При увеличении размеров пассажирского движения необходимо проектировать специализированные пассажирские пути. Для учебных целей рассматривается вариант с укладкой одного дополнительного пути, специализированного для приема пассажирских и региональных поездов (рисунок 3.4).

Вновь укладываемый пассажирский путь 9 располагается на расстоянии 1,745 м от края существующей (низкой) платформы. Расстояние между I главным и сооружаемым путем 9 определяется как уширенное междупутье

$$E_{\text{уш}} = 6 + 1,745 \cdot 2 = 9,50 \text{ м.}$$





Новую перронную платформу сооружают шириной 6 м установленной длины (520 м для данного учебного примера).

Привязку нового пассажирского пути 9 стрелками 10 и 17 к I главному пути осуществляют согласно расчетной схеме рисунка 3.5.

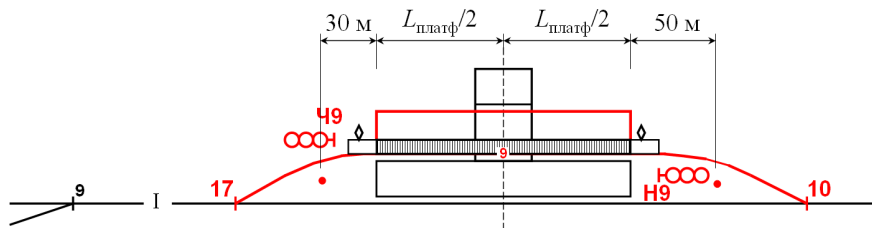


Рисунок 3.5 – Расчетная схема для определения координат центров стрелочных переводов 10 и 17

Путь 9 специализирован для приема пассажирских поездов с обоих направлений. При приеме поезда с подхода А локомотив располагается за пределами пассажирской платформы. Расстояние от правого края платформы до предельного столбика стрелки 10 может приниматься равным 50 м. При приеме поезда с направления Б локомотив также может находиться за пределами пассажирской платформы. Расстояние от левого торца платформы до предельного столбика стрелки 17 можно принимать равным 30 м. Расчет координат контрольных элементов пути 9 можно выполнять в последовательности:

$$\begin{aligned}
 X_{\text{платф-лев}} &= 0,00 - L_{\text{платф}}/2; \\
 X_{\text{ПС17}} &= X_{\text{платф-лев}} - 30,00; \\
 X_{\text{ЦП17}} &= X_{\text{ПС17}} - l_{\text{пред}}; \\
 X_{\text{платф-прав}} &= 0,00 + L_{\text{платф}}/2; \\
 X_{\text{ПС10}} &= X_{\text{платф-прав}} + 50,00; \\
 X_{\text{ЦП10}} &= X_{\text{ПС10}} + l_{\text{пред}}.
 \end{aligned}$$

### 3.4 Переустройство станции в связи со строительством второго главного пути

При интенсивном движении поездов на перегоне (свыше 36 пар поездов в сутки) требуется укладка второго главного пути. Для исходной схемы промежуточной станции поперечного типа (см. рисунок 1.1) соответствующий вариант переустройства приведен на рисунке 3.6.

Данный вариант переустройства станции предусматривает укладку второй пассажирской платформы с параллельным смещением II главного пути до значения междупутья 9,50 м (см. расчет в подразд. 3.3). Координатная привязка параллельного смещения по отношению к пассажирской платформе может быть проведена в соответствии с расчетной схемой рисунка 3.7.

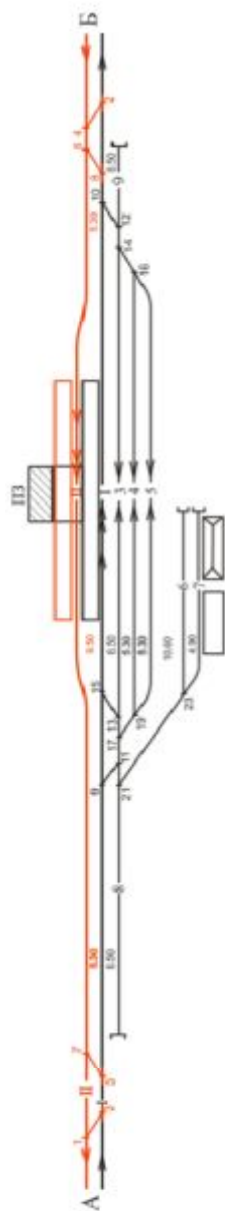


Рисунок 3.6 – Проектирование второго главного пути на промежуточной станции

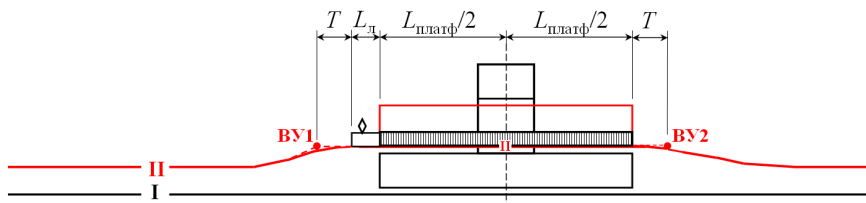


Рисунок 3.7 – Привязка параллельного смещения на II главном пути

Согласно данной схеме  $X_{ВУ1} = 0,00 - L_{платф}/2 - L_{л} - T$ ,

где  $L_{л}$  – длина локомотива (принимается равной 17 м);

$T$  – тангенс кривой параллельного смещения пути,  $T = R \operatorname{tg}(\beta/2)$ ;

$R$  – радиус кривой параллельного смещения ( $R = 200$  м);

$\beta$  – угол поворота кривой (принимается равным углу  $\alpha = 1/9$  марки крестовины стрелочного перевода).

$T = R \operatorname{tg}(\alpha/2) = 200 \cdot 0,055386 = 11,08$  м;  $X_{ВУ2} = 0,00 + L_{платф}/2 + T$ .

Проектирование второго главного пути на промежуточной станции полупродольного и продольного типов (см. рисунок 3.1, б, в) приводит к исключению из числа приемоотправочных пути 3, который становится частью II главного пути (рисунок 3.8).

В таком случае необходимо восстановить исходное количество приемоотправочных путей посредством укладки еще одного пути с номером 3. Главный путь II обеспечивает пропуск пассажирских и грузовых поездов через промежуточную станцию с направления Б.

### 3.5 Переустройство станции в связи с увеличением объемов местной работы

На промежуточной станции выполняют работы, связанные с обслуживанием пунктов местной работы. Для учебного примера (см. рисунок 1.1, а) грузовые операции производят на терминале, представляющем собой территорию выставочного и погрузо-выгрузочного путей с сооружаемыми складскими комплексами в виде навалочной площадки и крытого склада. По условию учебного задания увеличивается объем поступления грузов на склад. Это приводит к необходимости увеличения складских площадей на 20 %. Ширина крытых складов, как правило, остается неизменной, так она определяется стандартными пролетными строениями, равными 12, 18 и 24 м. Поэтому рассматривают варианты, связанные с удлинением складских помещений. Кроме этого могут сооружаться новые складские емкости с соответствующим удлинением погрузо-выгрузочного и выставочного путей (рисунок 3.9).

Вместе с реконструкцией объектов местной работы может возникнуть необходимость в увеличении длины существующих приемоотправочных путей (см. рисунок 3.1) и сооружении новых (см. рисунок 3.2).

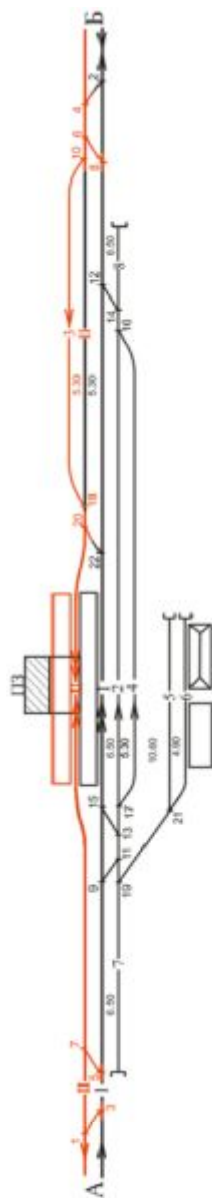


Рисунок 3.8 – Сооружение второго главного пути на станции полупродольного типа

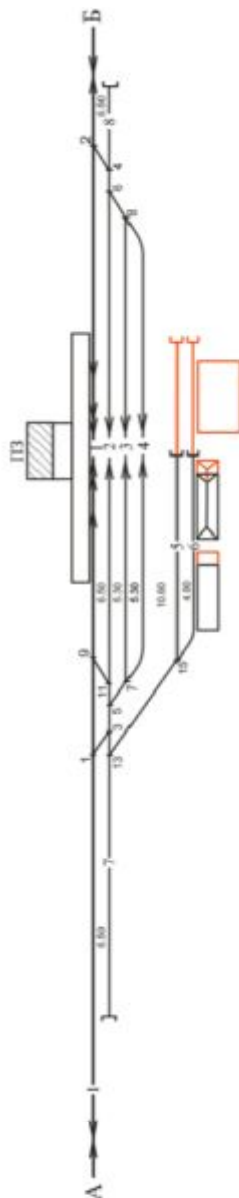


Рисунок 3.9 – Вариант развития грузового района станции

## 4 ОЦЕНКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА ПЕРЕУСТРОЙСТВО ПРОМЕЖУТОЧНОЙ СТАНЦИИ

### 4.1 Определение объема земляных работ

#### 4.1.1 Расчет отметок земли и пути

Переустройство станции сопряжено с укладкой путей и стрелочных переводов на подготовленное основание с определенным уровнем насыпи или выемки земляного полотна. Исходной отметкой является уровень головки рельса (УГР) существующего пути. При его удлинении производят выправку профиля с выравниванием отметок УГР имеющегося и удлиняемого участков. В качестве примера рассмотрим удлинение вытяжного пути 7 станции поперечного типа, проведенного по плану переустройства в связи с увеличением полезной длины приемоотправочных путей (рисунок 4.1).

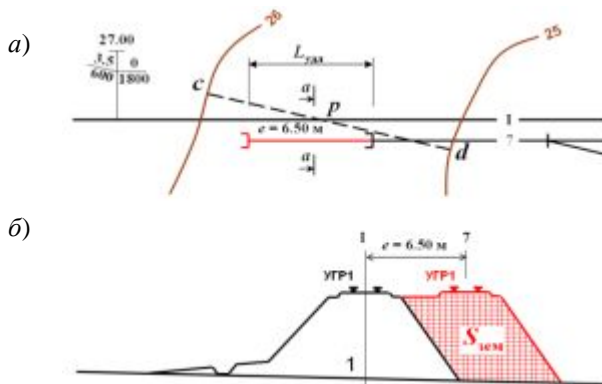


Рисунок 4.1 – Удлинение вытяжного пути:  
*a* – план; *б* – поперечный профиль по разрезу *a–a*

Согласно плану вычерчивают поперечный профиль посередине удлиняемого участка вытяжного пути 7 по разрезу *a–a*. Если существующий путь 7 располагается на насыпи, то вычерчивают такую же насыпь, удлиняя площадку расположения путей I, 7 и выравнивая положения уровней головок рельсов УГР1 и УГР2.

Чтобы определить, где располагается путь (на насыпи или в выемке), необходимо рассчитать отметки земли (точка *p* на рисунке 4.1, *a* или точка 1 на рисунке 4.1, *б*) и пути по УГР1. Отметка земли определяется по горизонталям, между которыми располагается сечение *a–a* поперечного профиля. Отмечаем, что точка *p* в сечении *a–a* находится между горизонталями 26 и 25 (см. рисунок 4.1, *a*). Проводим линию *c–d*, проходящую перпендикулярно данным двум горизонталям в точке сечения существующего I главного пути. Отметка земли в точке *c*, располагаемой на горизонтали,  $h_c = 26$  м, отметка земли в

точке  $d$   $h_d = 25$  м. Поэтому разность высот точек  $c$  и  $d$  составляет 1 м. Для определения высоты точки  $p$  замеряем линейкой расстояния  $L_{cd}$  между точками  $c$  и  $d$  и  $L_{cp}$  между точками  $c$  и  $p$ . Составляем пропорцию

$$\frac{L_{cd} - 1 \text{ м}}{L_{cp} - x},$$

откуда

$$x = \frac{L_{cp}}{L_{cd}}.$$

Пусть  $L_{cd} = 34$  мм,  $L_{cp} = 16,7$  мм, тогда  $x = 16,7 / 34 = 0,49$  м. Следовательно, точка  $p$  ниже точки  $c$  на 0,49 м, так как рельеф местности от точки  $c$  к точке  $p$  понижается. Поэтому отметка земли точки  $p$

$$h_p = h_c - 0,49 = 26,00 - 0,49 = 25,51.$$

Отметка пути в точке  $p$  определяется по уклоноуказателю, устанавливаемому по главному пути в точках перелома профиля (см. рисунок 4.1, *а*). Сверху на уклоноуказателе фиксируется отметка пути в точке положения уклоноуказателя (27,00), «флажки» слева и справа указывают на направление уклонов, их величины и длины участков путей, в пределах которых активны данные уклоны (справа от уклоноуказателя – нулевой уклон на длине пути 1800 м, справа – уклон 3,5 ‰ вверх по перегону на длине пути 600 м). Таким образом, точка  $p$  на главном пути (УГР1) имеет отметку  $H_p = 27,00$ , так как при нулевом уклоне все отметки пути вправо от уклоноуказателя имеют одно и то же значение до следующего уклоноуказателя, который располагается за пределами представленного на рисунке 4.1 фрагмента станции.

Согласно выполненным вычислениям, отметка земли в точке  $p$   $h_p = 25,51$ , отметка пути в точке  $p$   $H_p = 27,00$ . Так как отметка пути выше отметки земли, то в данном сечении будет сооружена насыпь высотой

$$H_p - h_p = 27,00 - 25,51 = 1,49 \text{ м.}$$

#### 4.1.2 Расчет объемов земляных работ по площади поперечного сечения

При построение поперечного профиля на миллиметровой бумаге в масштабе с соблюдением пропорций длины высот (см. рисунок 4.1, *б*) можно рассчитать площадь сечения  $S_{зем}$ . Объем земляных работ по сооружению насыпи по всей длине  $L_{удл}$  удлиняемого пути

$$V_{зем} = S_{зем}L_{удл}. \quad (4.1)$$

Однако отметки земли точек удлиняемого вытяжного пути в сторону тупика увеличиваются. Отметки пути в этих точках остаются постоянными (равными 27,00). Поэтому площадь сечения  $S_{зем}$  при построении по разрезам будет уменьшаться, и объем земляных работ, вычисляемый по формуле (4.1), будет завышен.

Считаем, что отметки точек земли между горизонталями 25 и 26 изменяются равномерно, поэтому  $V_{зем} = 0,5S_{зем}L_{удл}$ .

Для схемы рисунка 4.1 при удлинении вытяжного пути  $L_{удл} = 100$  м и площади поперечного сечения  $S_{зем} = 1,49 \cdot 6,50 \cdot 1,5 = 14,52 \text{ м}^2$

$$V_{зем} = 0,5 \cdot 14,52 \cdot 100 = 726 \text{ м}^3.$$

Если горизонтالي проходят вдоль (почти параллельно) переустраиваемых путей, то по всей длине реконструкции поперечные профили незначительно изменяются по площади, и соответствующие объемы земляных работ можно вычислять по формуле (4.1).

Если реконструкция на станции планируется по нескольким позициям (удлинение существующих путей, сооружением новых прямоотправочных путей, укладка второго главного пути и др.), то разрабатывают соответствующие расчетные схемы (по примеру рисунка 4.1) и по каждой производится построение поперечных профилей и расчет объемов земляных работ. Общий объем работ определяют как сумму отдельных работ.

#### 4.1.3 Оценка объемов земляных работ по контурам прямоугольных площадок

Приблизительно объемы земляных работ по участкам переустройства можно определить, исходя из прямоугольных элементов, которыми ограничиваются удлиняемые или вновь сооружаемые пути (рисунок 4.2).

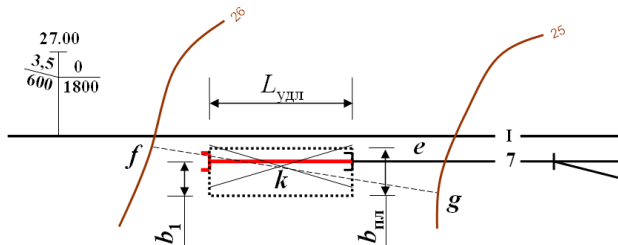


Рисунок 4.2 – Схема оценки объемов земляных работ по элементарным площадкам

Длина данной площадки равна  $L_{удл}$ . Ширина

$$b_{пл} = e/2 + b_1,$$

где  $e$  – величина междупутья,  $e = 6,50$  м. Контур площадки для оценки объемов земляных работ между существующим и новым путем устанавливается посередине междупутья;

$b_1$  – ширина отсыпаемого земляного полотна,

$$b_1 = 1,5|h_k - H_k|,$$

$k$  – точка центра прямоугольного сегмента, определяемая на пересечении диагоналей прямоугольника;

$h_k$  – отметка земли точки  $k$ , определяемая по горизонталям,  $h_k = 25,58$ ;  
 $H_k$  – отметка пути точки  $k$ , определяемая по уклоноуказателю, стоящему на I главном пути. Считаем, что все пути станции располагают на одной площадке без уклонов в поперечном положении. Поэтому  $H_k = 27,00$ .  
 1,5 – параметр увеличения высоты откоса призмы земляного полотна, проектируемой с заложением 1:1,5.  
 Объем земляных работ по контуру прямоугольной площадки

$$V_{зем(z)} = L_{удл} b_{пл} \cdot |h_z - H_z|,$$

$h_z, H_z$  – соответственно отметки земли и пути точки центра расчетного прямоугольного сегмента.

Данную формулу можно использовать при расчете объема земляных работ на насыпи и в выемке (поэтому в формуле расчета фиксируют модуль разности отметок, чтобы исключить влияние знака на величину объема земляных работ, вычисляемого в метрах кубических). Если на станции план переустройства связан с удлинением и сооружением путей в различных горловинах и сегментах станции, то выделяют несколько прямоугольных сегментов и по каждому производят соответствующие расчеты, а общий объем земляных работ определяют как сумму отдельных затрат.

Для расчетной схемы рисунка 4.2, определяющей удлинение вытяжного пути 7, объем земляных работ

$$V_{зем(k)} = 100 \cdot (6,50 / 2 + 1,5|25,58 - 27,00|) \cdot |25,58 - 27,00| = 764 \text{ м}^3.$$

По результатам расчетов объемов земляных работ, полученных двумя способами, отмечают, что приближенная оценка дает завышенное значение ( $V_{зем(k)} = 764 \text{ м}^3$ ) по сравнению с методом вычисления площади поперечного сечения ( $V_{зем} = 726 \text{ м}^3$ ). Так как приближенный способ позволяет получить результаты с меньшими затратами времени, то его можно использовать с поправочным коэффициентом  $k_0 = 726 / 764 = 0,95$ , и формулу для расчета объемов земляных работ можно применять в следующей записи:

$$V_{зем(ст)} = 0,95 \cdot \sum_{i=1} L_{удл(i)} b_{удл(i)} |h_i - H_i|.$$

#### **4.2 Оценка затрат в натуральных измерителях на переустройство промежуточной станции**

Реконструкция станции предполагает не только проектирование путей, обозначаемых на схеме или плане осевыми линиями красного цвета. Укладка рельсошпальной решетки приводит к необходимости развития всего комплекса устройств (стрелочных переводов, предельных столбиков, сигналов, контактной и осветительной сетей, платформ, зданий и др.), технически и технологически связанных с главными, приемоотправочными и другими станционными путями. При необходимости переустройства станции по одной или ряду причин, указанных в разд. 3, можно разработать несколько альтернативных вариантов развития (например, при увеличении количества



грузовых поездов, прибывающих на промежуточную станцию продольного типа (см. рисунок 3.1, в), дополнительные приемоотправочные пути можно укладывать рядом с существующими 3 или 4). Поэтому требуется оценить затраты по двум вариантам и выбрать наиболее экономичный по расходам.

В учебных целях производят оценку затрат в натуральных измерителях (кубических метрах грунта, метрах длины сооружаемых путей, комплектах стрелочных переводов и сигналов, квадратных метрах площади зданий и сооружений). По варианту переустройства, рассматриваемого в качестве примера (см. рисунок 3.1), выделяют фрагменты путевого развития с реконструкцией (рисунок 4.3).

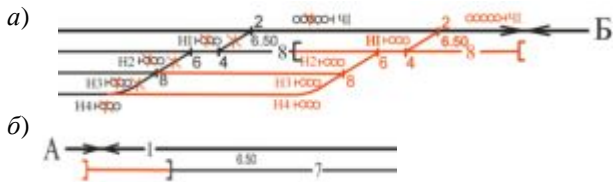


Рисунок 4.3 – Переустройство станции с удлинением существующих путей в горловинах: а – четной; б – нечетной

Все расчеты сводят в таблицу 4.1.

Т а б л и ц а 4.1 – Строительные затраты по переустройству станции

Наименование затрат	Количество единиц для горловин	
	четной	нечетной
Сооружение земляного полотна новых путей, м <sup>3</sup> - на насыпи - в выемке	2430	726
Перекладка стрелочных переводов, компл.	4	
Поэлементная укладка новых переводов, компл.		
Механизированная укладка путей, м	660	200
Рихтовка пути на щебеночном балласте, м	660	200
Перенос сигналов, компл.	5	
Установка новых сигналов, компл.		
Разборка упоров тупиковых путей, компл.	1	1
Устройство упоров с балластной призмой, компл.	1	1
Сооружение пассажирской платформы, м <sup>2</sup>		
Строительство складских площадей, м <sup>2</sup> - открытой площадки - крытого склада		

В таблице 4.1 указаны результаты проведенных расчетов для контрольного примера переустройства промежуточной станции, связанного с удлинением существующих приемоотправочных и вытяжного путей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Усвоение материала по курсу промежуточных станций обеспечит эффективное обучение при изучении участковых и сортировочных станций. По сути, в пособии представлены универсальные базовые знания, фундаментальные основы, которые в равной степени можно эффективно использовать при проектировании рациональных схем любых отдельных пунктов. Поэтому важность этих сведений трудно переоценить.

На сети железных дорог промежуточные станции являются самыми распространенными. Из 380 отдельных пунктов Белорусской железной дороги промежуточных станций насчитывается около 310. Значительная работа по развозу местного груза выполняется именно на промежуточных станциях.

При организации скоростного движения на направлении, переходе на электрическую тягу часто возникает ряд проектных задач, связанных с переустройством этих станций (укладка более пологих марок стрелочных переводов, кривых большего радиуса, перенос станционных сооружений по требованиям габарита и др.). Правильное решение таких задач позволяет организовать безопасное и надежное пассажирское и грузовое движение, имеющее важное экономическое и социальное значение для отдельного региона и страны в целом.

Некоторые промежуточные станции Белорусской железной дороги располагаются на пересечении трех направлений, превращаясь в узловыe станции (Ошмяны, Чашники, Воропаево, Поречье и др.). Особенность этих отдельных пунктов – особая конструкция путевого развития, которая позволяет обеспечить одновременный прием поездов со всех трех направлений с изоляцией маневровых передвижений по станции, выполняемых в это же время с другими поездами и передачами. Как правило, общее количество приемоотправочных путей на таких станциях увеличивается, а сложность горловины возрастает.

Переустройство узловых промежуточных станций требует проработки более глубоких вариантных проектных решений. Важность системных знаний подчеркивается особым значением промежуточных станций (большое их количество на железной дороге, значительный объем местной работы по обслуживанию примыкающих подъездных путей и мест общего пользования). Поэтому требуется методически правильное усвоение базового материала по относительно простым, но принципиально важным конструкциям путевого развития промежуточных станций.

Для студентов-заочников в приложении Б приведена учебная программа раздела «Промежуточные станции».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Железные дороги колеи 1520 мм СТН Ц-01-95. МПС. – М. , 1995. – 86 с.
- 2 Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм. – М. , 2001. – 255 с.
- 3 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. : Транспорт, 2002. – 368 с.
- 4 **Банек, Т. С.** Промежуточные станции : пособие / Т. С. Банек, А. К. Головнич. – Гомель : БелГУТ, 1995. – 88 с.
- 5 Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты) / Н. В. Правдин [и др.]; под ред. Н. В. Правдина, С. П. Вакуленко. – М. : Маршрут, 2015. – 649 с.
- 6 **Луговцов, М. Н.** Требования к оформлению курсовых и дипломных проектов и работ : пособие / М. Н. Луговцов, В. Я. Негрей, В. А. Подкопаев. – Гомель : БелГУТ, 2001. – 40 с.

*ПРИЛОЖЕНИЕ Б*  
*(рекомендуемое)*

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**«ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНЦИИ И УЗЛЫ»**  
**(раздел «Промежуточные станции»)**

**1 Содержание раздела**

1.1 Назначение промежуточных станций, основные операции и устройства. Условия размещения промежуточных станций.

1.2 Пассажи́рские и грузо́вые устройства на промежуточных станциях. Служебные и технические здания, устройства водоснабжения, связи, автоматики и телемеханики и другие устройства на промежуточных станциях.

1.3 Основные типы и схемы промежуточных станций для однопутных и двухпутных участков железных дорог. Схемы промежуточных станций для пропуска соединенных и сдвоенных поездов. Схемы опорных промежуточных станций. Особенности схем промежуточных станций однопутных линий с двухпутными вставками для безопасного скрещения поездов. Промежуточные станции многопутных участков.

1.4 Длины станционных площадок для различных типов схем станций. Количество станционных путей. Особенности проектирования продольного профиля промежуточных станций продольного и полупродольного типов при ограниченной длине площадки.

1.5 Примыкание к промежуточной станции железнодорожных путей не общего пользования. Требования безопасности движения и охраны труда к схемам промежуточных станций.

1.6 Основы технологии работы промежуточных станций.

1.7 Переустройство промежуточных станций. Основные причины переустройства. Варианты проектных решений по развитию станций.

**2 Примерные перечни задач для самостоятельного изучения**

2.1 Двухниточное представление симметричного стрелочного перевода.

2.2 Расчет длины сокращенного съезда между параллельными путями.

2.3 Определение величины междупутья при укладке платформ.

2.4 Расчет объемов земляных работ при укладке станционных путей.

**3 Перечень тем практических занятий**

3.1 Расчет взаимного расположения стрелочных переводов.

3.2 Расчет соединения двух параллельных путей станции.

3.3 Расчет параллельного смещения путей на проектируемой станции.

3.4 Расстановка предельных столбиков и сигналов.

3.5 Масштабное проектирование промежуточной станции.

3.6 Выполнение аудиторной контрольной работы «Проектирование промежуточной станции».

## **4 Контрольная работа**

### **«Проектирование промежуточной станции»**

На основе выданного задания с определенной схемой промежуточной станции требуется:

4.1 Пронумеровать пути, стрелочные переводы, сигналы и предельные столбики.

4.2 Указать тип рельсов и марки стрелочных переводов.

4.3 Показать специализацию путей по направлениям движения.

4.4 Определить минимальные расстояния между осями смежных путей, от пути до соответствующих зданий и сооружений при наличии высокой или низкой пассажирской платформы.

4.5 Рассмотреть варианты параллельного смещения (при наличии).

4.6 Определить расстояния между центрами стрелочных переводов с учетом их взаимного расположения.

4.7 Выполнить расчет соединений параллельных путей на станции.

4.8 Расставить предельные столбики и сигналы, обозначить расчетные схемы их установки.

4.9 Рассчитать полезную длину приемоотправочных путей на станции.

4.10 Определить координаты положения центров стрелочных переводов, вершины углов поворотов, предельных столбиков и других устройств одной горловины станции.

4.11 Разработать вариант переустройства раздельного пункта при одном из условий (увеличения длины обращающихся поездов, увеличения количества приемоотправочных путей, увеличения объемов грузовой работы).

4.12 Определить отметки земли и пути указанной точки главного пути.

## **5 Литература**

5.1 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.

5.2 Правдин, Н. В. Проектирование железнодорожных станций и узлов. Ч. 1 и 2 / Н. В. Правдин, Т. С. Банек, В. Я. Негрей ; под общ. ред. Н. В. Правдина. – Минск : Вышэйшая школа, 1984. – 195 с.

5.3 Промежуточные станции : учеб.-метод. пособие / В. Я. Негрей [и др.] ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 254 с.

5.4 Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты) : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / Н. В. Правдин, В. Г. Шубко, Е. В. Архангельский; под ред. Н. В. Правдина и В. Г. Шубко. – М. : Маршрут, 2005. – 502 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 СХЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СТАНЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ РАБОТЫ.....	4
1.1 Основные устройства на станции и их назначение.....	4
1.2 Требования к проектированию устройств промежуточной станции.....	7
1.3 Технология работы промежуточной станции.....	8
1.3.1 Технология работы промежуточной станции поперечного типа.....	8
1.3.2 Технология работы промежуточной станции полупродольного типа.....	9
1.3.3 Технология работы промежуточной станции продольного типа.....	9
2 РАЗРАБОТКА МАСШТАБНОГО ПЛАНА СТАНЦИИ.....	10
2.1 Исходные данные для проектирования.....	10
2.2 Порядок разработки масштабного плана промежуточной станции.....	10
2.2.1 Определение положения продольной и поперечной осей станции.....	10
2.2.2 Укладка главных и приемоотправочных путей.....	11
2.2.3 Укладка вытяжного пути.....	17
2.2.4 Проектирование устройств грузового района.....	17
2.2.5 Общее оформление плана промежуточной станции.....	19
3 РАЗРАБОТКА ВАРИАНТА ПЕРЕУСТРОЙСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ СТАНЦИИ.....	20
3.1 Переустройство станции в связи с увеличением длины прибывающих гру- зовых поездов.....	20
3.2 Переустройство станции в связи с увеличением количества грузовых поез- дов.....	20
3.3 Переустройство станции в связи с увеличением количества пассажирских поездов.....	22
3.4 Переустройство станции в связи со строительством второго главного пути ...	24
3.5 Переустройство станции в связи с увеличением объемов местной работы.....	26
4 ОЦЕНКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА ПЕРЕУСТРОЙСТВО ПРОМЕЖУ- ТОЧНОЙ СТАНЦИИ.....	28
4.1 Определение объема земляных работ.....	28
4.1.1 Расчет отметок земли и пути.....	28
4.1.2 Расчет объемов земляных работ по площади поперечного сечения.....	29
4.1.3 Оценка объемов земляных работ по контурам прямоугольных пло- щадок.....	30
4.2 Оценка затрат в натуральных измерителях на переустройство промежу- точной станции.....	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	33
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ А Масштабный план промежуточной станции.....	вкл
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Учебная программа по дисциплине «Железнодорожные станции и узлы» (раздел «Промежуточные станции»).....	35

Учебное издание

*ГОЛОВНИЧ* Александр Константинович

**Проектирование и переустройство промежуточной станции**

Учебно-методическое пособие

Редактор Т. М. Маруняк  
Технический редактор В. Н. Курова

Подписано в печать 31.03.2017 г. Формат 60X84 1/16  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 2,32 + 1 вкл. (0,64 усл. печ. л.) Уч.-изд. л. 3,00 Тираж 300 экз.  
Зак. № Изд. № 4

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский государственный университет транспорта.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1 / 361 от 13.06.2014.  
№ 2 / 104 от 01.04.2014.  
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель