

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

Кафедра «Управление эксплуатационной работой»

А. А. АКСЁНЧИКОВ, О. А. ТЕРЕЩЕНКО

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ И УЧАСТКОВ

*Одобрено методической комиссией электротехнического
факультета в качестве учебно-методического пособия по
выполнению практических работ для студентов специальности
1-37 02 04 «Автоматика, телемеханика и связь
на железнодорожном транспорте»*

Гомель 2013

УДК 656.21(075.8)
ББК 39.213
А42

Рецензент – начальник службы перевозок Управления Белорусской железной дороги *И. А. Войтехович*

Аксёничков, А. А.

А42 Технология работы железнодорожных станций и участков : учеб.-метод. пособие / А. А. Аксёничков, О. А. Терещенко ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 25 с.
ISBN 978-985-554-261-3

Рассмотрены вопросы организации маневровой работы на железнодорожной станции, технологии работы по расформированию и формированию грузовых поездов на сортировочных и участковых железнодорожных станциях. Представлена методика расчета станционных и межпоездных интервалов, наличной и потребной пропускной способности железнодорожного участка. В практических работах приведены примеры их выполнения.

Рекомендуется для студентов электротехнического факультета специальности «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» при выполнении практических работ по дисциплине «Технология работы железнодорожных станций и участков». Может быть использовано также инженерно-техническими работниками железнодорожного транспорта.

УДК 656.21(075.8)
ББК 39.213

ISBN 978-985-554-261-3

© Аксёничков А. А., Терещенко О. А., 2013
© Оформление. УО «БелГУТ», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Организация маневровой работы на промежуточной станции.....	4
1.1 Общие сведения.....	4
1.2 Пример выполнения расчетов.....	7
2 Технология работы сортировочной горки по расформированию и формиро- ванию составов.....	10
2.1 Общие сведения.....	10
2.2 Пример выполнения расчетов.....	13
3 Расчет станционных и межпоездных интервалов.....	15
3.1 Общие сведения.....	15
3.2 Пример выполнения расчетов.....	17
4 Расчет наличной и потребной пропускной способности железнодорожного участка.....	21
4.1 Общие сведения.....	21
4.2 Пример выполнения расчетов.....	22
Список литературы.....	25

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт является важнейшим звеном производственной и социальной инфраструктуры Республики Беларусь. В настоящее время потенциал железнодорожного транспортного комплекса полностью обеспечивает спрос экономики и населения на транспортные услуги.

В Республике Беларусь железная дорога по-прежнему остается основным видом транспорта для перевозки массовых грузов, реализации экономических взаимосвязей между регионами. Качественное обеспечение экономики и населения в перевозках напрямую зависит от технологии работы объектов железнодорожного транспорта. Необходимый уровень организации перевозок на железнодорожных участках и обслуживания грузовых и пассажирских потоков на железнодорожных станциях достигается за счет внедрения современных методов анализа, управления и планирования производственной деятельности, а также средств автоматизации, телемеханики и связи (АБ, ЭЦ, микропроцессорная техника и др.) которые влияют также и на пропускную способность железнодорожных участков и станций.

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы организации и нормирования параметров эксплуатационной работы на железнодорожных станциях различных категорий (сортировочных, участковых, грузовых и промежуточных), а также вопросы анализа и расчета транспортной нагрузки на железнодорожный участок. Предназначено для помощи студентам электротехнического факультета при выполнении практических работ и в изучении дисциплины «Технология работы железнодорожных станций и участков».

1 ОРГАНИЗАЦИЯ МАНЕВРОВОЙ РАБОТЫ НА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ СТАНЦИИ

1.1 Общие сведения

Промежуточная железнодорожная станция – отдельный пункт, предназначенный для скрещения и обгона поездов, посадки и высадки пассажиров, погрузки и выгрузки грузов и багажа, маневровых операций по отцепке вагонов от сборных поездов и прицепке к ним, обслуживания подъездных путей [1].

Доставка и вывоз местных вагонов с промежуточной железнодорожной станции осуществляться местными поездами (сборными, вывозными, передачными), диспетчерскими локомотивами и др. Вид схемы обслуживания промежуточных железнодорожных станций на железнодорожном участке сборными и вывозными поездами приведен на рисунке 1.1.

С целью определения и закладки в график движения поездов величины обработки сборного (вывозного) поезда на промежуточной железнодорожной станции производится расчет нормы времени на маневровую работу со сборным (вывозным) поездом по отцепке, прицепке, подаче и уборке вагонов к пунктам погрузки-выгрузки.

Основным элементом маневровых передвижений является **полурейс** – *расстояние передвижения локомотива с вагонами (груженный полурейс) или без вагонов (холостой, порожний полурейс) без изменения направления до остановки*. Технологическое время маневрового полурейса ($t_{п/р}$, мин) определяется по формуле [2]

$$t_{п/р} = (\alpha_{рт} + \beta_{рт}m) \frac{v}{2} + 0,06 \frac{l_{п/р}}{v}, \quad (1.1)$$

где $\alpha_{рт}$ – коэффициент, учитывающий время, необходимое для изменения скорости движения локомотива на 1 км/ч при разгоне и торможении, $\alpha_{рт} = 0,0407$ мин/(км/ч);

$\beta_{рт}$ – коэффициент, учитывающий время, необходимое для изменения скорости движения на 1 км/ч, приходящееся на один вагон в маневровом составе, при разгоне и торможении, $\beta_{рт} = 0,0017$ мин/(км/ч);

m – число вагонов в маневровом составе;

v – допустимая скорость движения при маневрах согласно Правилам [4, п. 15.16], км/ч;

$l_{п/р}$ – длина полурейса, м.

При определении расчетной длины полурейса (рисунок 1.2) в практической работе используются следующие допущения: длины съездов, соединительных и прочих коротких путей, расстояний от центров стрелочных переводов до рядов стоящих светофоров в расчете не учитываются (их величина включена в расчетную длину стрелочного перевода, $l_{стр} = 50$ м); длина локомотива с учетом точности его дислокации принимается равной $l_{лок} = 50$ м; средняя длина физического вагона принимается $l_b = 14$ м. Длины приемоотправочных и погрузочно-выгрузочных путей, расстояний от светофора (входного, выходного, проходного и маневрового) до пунктов погрузки и выгрузки принимаются студентом самостоятельно.

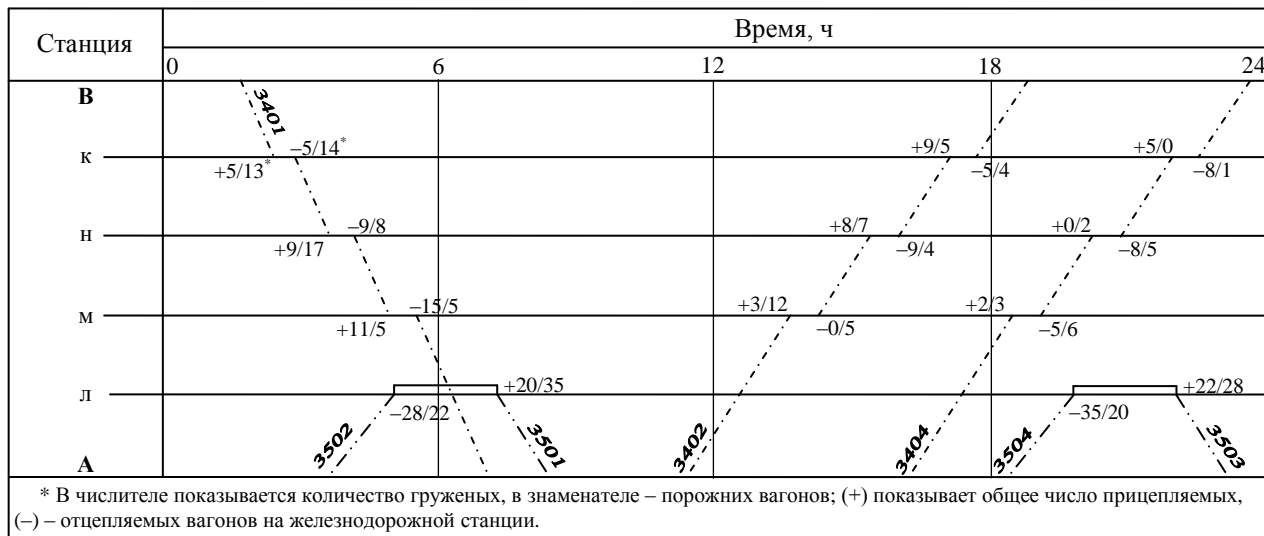


Схема сборного поезда № 3401:

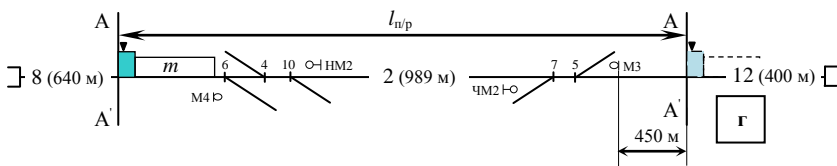
а) по отправлению со станции **В**

к: 5/14	н: 9/8	м: 15/5	▼
---------	--------	---------	---

б) по прибытию на станцию **А**

к: 5/13	н: 9/17	м: 11/5	▼
---------	---------	---------	---

Рисунок 1.1 – Схема обслуживания железнодорожного участка сборными и вывозными поездами



$$l_{п/р} = l_{\text{лок}} + ml_{\text{в}} + 3l_{\text{стр}} + 989 + 2l_{\text{стр}} + 450 \text{ м.}$$

Рисунок 1.2 – Определение расчетной длины полурыса

1.2 Пример выполнения расчетов

Промежуточная станция «к» с электрической централизацией стрелок и светофоров расположена на однопутном участке, оборудованном автоматической блокировкой (рисунок 1.3). Интервал между поездами в пакете – 10 мин. Нормирование технологических операций производится для прибывающего в 12 ч 10 мин на станцию сборного поезда № 3401.

Вагоны, подлежащие отцепке, находятся в головной части сборного поезда. Прицепка производится в хвостовую часть.

Количество вагонов, подлежащих отцепке и прицепке к сборному поезду, а также подаче и уборке на грузовые фронты приведено в таблице 1.1. Расположение вагонов в прибывшем сборном поезде № 3401 приведено на рисунке 1.4.

Таблица 1.1 – Количество вагонов, подлежащих отцепке и прицепке к сборному поезду

Маневровые операции	Пункт погрузки и выгрузки			
	а	б	в	г
Отцепка и подача	5	4	7	3
Уборка и прицепка	6	6	5	4

Технологические нормы времени на выполнение подготовительно-заключительных операций принимаются в соответствии с пособием [2, приложение А].

Пример расчета норм времени на маневровую работу со сборным поездом в виде технологической карты (при выполнении маневровой работы поездным локомотивом) приведен в таблице 1.2. Нормирование производится с точностью до 1 м и 0,1 мин.

На основании технологической карты составляется график работы сборного поезда на станции (рисунок 1.5) и определяется общее время, необходимое на выполнение операций по разработанной технологии. Для этого все перечисленные в технологической карте операции могут разделяться на четыре последовательные группы: подготовительные операции, сборка вагонов, расстановка вагонов, заключительные операции.

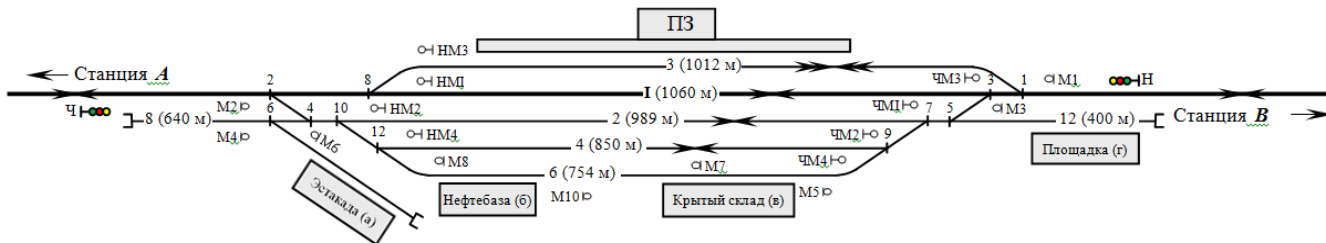


Рисунок 1.3 – Схема промежуточной станции *К*

8

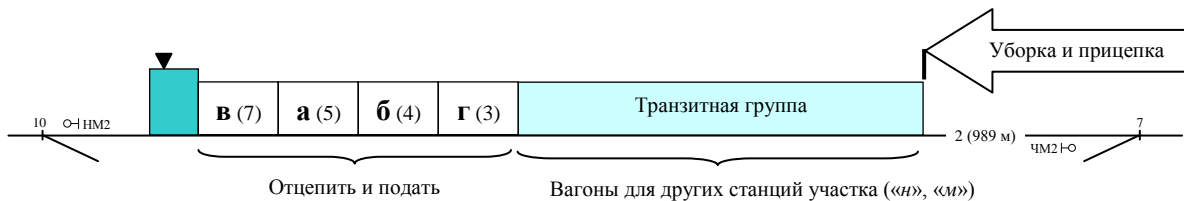


Рисунок 1.4 – Расположение вагонов в прибывшем сборном поезде № 3401

Таблица 1.2 – Технологическая карта работы сборного поезда

Операция	Расчетная схема, примечания	Число вагонов	Скорость, км/ч	Расчет продолжительности, мин
1 Прибытие поезда	На 2-й путь	–	–	–
2 Получение распоряжения от ДСП на маневровую работу	–	–	–	1,5
3 Закрепление состава	В расчетах принимается продолжительность закрепления (снятие закрепления) для групп, превышающих 20 вагонов, – 3 мин; для групп, состоящих из 20 и менее вагонов, – 1 мин	–	–	3,8
4 Отцепка локомотива	–	–	–	0,1
5 Полурейс от светофора НМ2 за светофор М4		0	25	$t_{н/р1} = (0,0407 + +0,0017 \cdot 0) \cdot 25 / 2 + 0,06 \cdot 200 / 25 = 1,0$
6 Смена кабины управления локомотива	–	–	–	1,5
7 Полурейс от светофора М4 к пункту а		0	60	$t_{н/р2} = (0,0407 + +0,0017 \cdot 0) \cdot 60 / 2 + 0,06 \cdot 700 / 60 = 1,9$
8 Сцепление с вагонами	–	–	–	0,1
9 Снятие закрепления	–	–	–	1,0
10 Осмотр прицепляемой группы вагонов	–	6	–	$t_{осм} = 0,16 \cdot 6 = 1,0$
69 Сцепление с вагонами	–	–	–	0,1
70 Сокращенное опробование автотормозов	–	–	–	10,0
71 Доклад ДСП о завершении технологических операций и готовности к отправлению	–	–	–	0,3
72 Отправление поезда	Со 2-го пути	–	–	–

Группа операций	Продолжительность, мин
1 Подготовительные операции	3,4
2 Сборка вагонов	19,0
3 Расстановка вагонов	25,2
4 Заключительные операции	10,3
Общая продолжительность	57,9

Рисунок 1.5 – График работы сборного поезда на станции К

После проведения расчетов приводятся выводы, в которых должны быть отражены полученные результаты и их анализ, рассмотрены различные варианты выполнения маневровой работы по сборке и расстановке вагонов, даны предложения по совершенствованию обслуживания станции сборными поездами.

2 ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ ПО РАСФОРМИРОВАНИЮ И ФОРМИРОВАНИЮ СОСТАВОВ

2.1 Общие сведения

Сортировочная горка является сложным техническим устройством, обеспечивающим расформирования-формирования составов. Различают следующие основные горочные технологические операции: заезд маневрового локомотива под состав; снятие средств закрепления; надвиг состава на сортировочную горку; роспуск состава с учетом выполнения операций осаживания запрещенных к спуску с сортировочной горки (ЗСГ) вагонов в сортировочный парк; осаживание вагонов после роспуска «вглубь» сортировочного парка; окончание формирования накопленных составов.

Технологическое время заезда маневрового локомотива в парк приема за составом определяется как средневзвешенная величина возможных вариантов заезда, при наличии разных маршрутов и определяется по формуле [2]

$$\bar{T}_3 = T'_3 \alpha'_3 + T''_3 \alpha''_3, \quad (2.1)$$

где T'_3 , T''_3 – время заезда соответственно по первому и второму вариантам, мин;

α'_3 , α''_3 – доля операций заезда, соответственно выполняемых по первому и второму вариантам, $\alpha'_3 + \alpha''_3 = 1$.

При наличии объездного пути операция заезда может быть выполнена по двум вариантам (рисунок 2.1): 1-й – с двумя полурейсами (*a*), 2-й – с тремя полурейсами (*b*).

Продолжительность заезда по каждому из вариантов

$$T_3 = \sum_{i=1}^n t_{n/pi} + \sum_{j=1}^k t_{n/pj}, \quad (2.2)$$

где $t_{n/pi}$ – продолжительность полурейса операции заезда [определяется по формуле (1.1)], мин;

n – число полурейсов (по первому варианту $i = 2$, по второму – $i = 3$);

- $t_{\text{пд}j}$ – время на перемену направления движения маневрового локомотива (для маневрового тепловоза – 0,15 мин; для локомотива с двумя кабинами управления – 1,5 мин);
- k – число перемен направления движения маневрового локомотива (по первому варианту $j = 1$, по второму – $j = 2$).

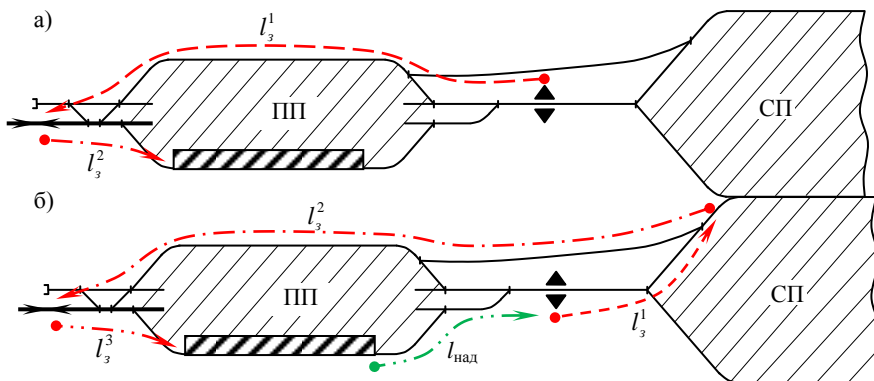


Рисунок 2.1 – Схемы полурейсов операций заездов по двум вариантам

Норма времени на снятие средств закрепления $T_{\text{закр}}$ зависит от числа снимаемых тормозных башмаков и схемы закрепления состава. Определяется хронометражным путем или расчетом на основании пособия [2, приложение А].

Технологическое время надвига состава на сортировочную горку определяется по формуле

$$T_{\text{над}} = 0,06 \frac{l_{\text{над}}}{v_{\text{над}}}, \quad (2.3)$$

где $l_{\text{над}}$ – длина полурейса надвига (см. рисунок 2.1), м;

$v_{\text{над}}$ – средняя скорость надвига состава на сортировочную горку, км/ч.

Технологическое время роспуска состава с сортировочной горки

$$T_{\text{рос}} = t_{\text{рос}} + t_{\text{зсг}}, \quad (2.4)$$

где $t_{\text{зсг}}$ – увеличение роспуска ($T_{\text{рос}}$) за счет выполнения операций, связанных с осаживанием вагонов ЗСГ в сортировочный парк;

$t_{\text{рос}}$ – продолжительность роспуска состава с сортировочной горки без учета дополнительного времени на маневры с вагонами ЗСГ,

$$t_{\text{рос}} = 0,06 \frac{l_{\text{в}} m}{v_{\text{рос}}} \left(1 - \frac{1}{2g_o} \right), \quad (2.5)$$

где $l_{\text{в}}$ – расчетная длина вагона ($l_{\text{в}} = 14$ м), м;

m – число вагонов в составе;

$v_{\text{рос}}$ – средняя скорость роспуска состава (для станций Белорусской железной дороги $v_{\text{рос}} \approx 4$ км/ч);

g_o – число отцепов в составе, $g_o \leq m$.

Увеличение времени роспуска состава за счет дополнительных маневров с вагонами ЗСГ $t_{\text{зсг}}$ определяется хронометражным способом или специальным расчетом, изложенным в литературе [3].

Технологическое время на осаживание вагонов со стороны сортировочной горки для ликвидации «оконов» (расстояние между вагонами, возникающее в процессе расформирования состава) между группами вагонов

$$T_{\text{ос}} = 0,06m. \quad (2.6)$$

Методика расчета продолжительности окончания формирования накопленных составов $T_{\text{оф}}^r$ со стороны сортировочной горки изложена в пособии [2].

После расчета временных нормативов разрабатывается графическая модель работы сортировочной горки [2], задается число расформированных за цикл составов $n_{\text{ц}}$ и определяется продолжительность цикла горочных операций $T_{\text{ц}}$. Затем рассчитывается среднее время, затрачиваемое на расформирование одного состава – **горочный технологический интервал**:

$$t_{\text{г}} = \frac{T_{\text{ц}}}{n_{\text{ц}}}. \quad (2.7)$$

Горочный технологический интервал определяет суточную перерабатывающую способность сортировочной горки.

Суточная перерабатывающая способность сортировочной горки

$$N_{\text{г}}^{\text{сут}} = \frac{1440 - T_{\text{пер}}}{t_{\text{г}}} m + \frac{1440 - T_{\text{пер}}}{T_{\text{ц}}} n_{\text{оф}} + n_{\text{повт}}, \quad (2.8)$$

где $T_{\text{пер}}$ – общая продолжительность перерывов в работе сортировочной горки в течение суток, мин;

$n_{\text{оф}}$ – число вагонов за цикл, сортируемых в процессе окончания формирования;

$n_{\text{повт}}$ – суточное количество вагонов, требующих повторной сортировки.

2.2 Пример выполнения расчетов

Исходные данные: однопутная сортировочная горка с объездным путем и двумя путями надвига приведена на рисунке 2.2; средний состав поезда $m = 61$ вагон; число отцепов $g_o = 27$; продолжительность окончания формирования одного состава со стороны сортировочной горки $T_{\text{оф}}^r = 3,3$ мин; число вагонов за цикл (принимается в расчете три состава), сортируемых в процессе окончания формирования, $n_{\text{оф}} = 11$ вагонов; суточное количество вагонов, требующих повторной сортировки $n_{\text{повт}}$, принимается равным нулю; доля заездов, выполняемых по первому варианту $\alpha'_3 = 0,6$; общая продолжительность перерывов в работе сортировочной горки в течение суток $T_{\text{пер}} = 30$ мин.

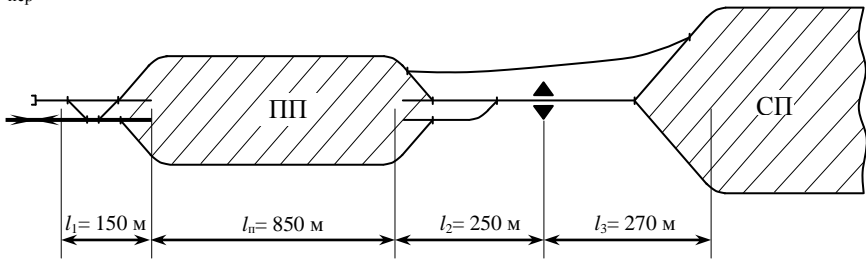


Рисунок 2.2 – Схема расположения парка приема и сортировочной горки

Расчет технологического времени заезда (\bar{T}_3) горочного локомотива с горба сортировочной горки под состав представляем в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Расчет технологического времени заезда горочного локомотива под состав

Операция	Длина полурейса, м	Скорость, км/ч	Продолжительность, мин
<i>Первый способ</i>			
Полурейс № 1	$l_{\text{нр1}} = l_2 + l_{\text{п}} + l_1 = 1250$	60	2,50
Перемена направления движения	–	–	0,15
Полурейс № 2	$l_{\text{нр2}} = l_1 = 150$	15	0,90
Продолжительность заезда	–	–	3,55
<i>Второй способ</i>			
Полурейс № 1	$l_{\text{нр1}} = l_3 = 270$	25	1,20
Перемена направления движения	–	–	0,15
Полурейс № 2	$l_{\text{нр2}} = l_3 + l_2 + l_{\text{п}} + l_1 = 1520$	60	2,70
Перемена направления движения	–	–	0,15
Полурейс № 3	$l_{\text{нр3}} = l_1 = 150$	15	0,90
Продолжительность заезда	–	–	5,10
Продолжительность заезда: $T_3 = 0,6 \cdot 3,55 + (1 - 0,6) \cdot 5,1 = 4,17 \approx \mathbf{4,2}$ мин			

Продолжительность снятия средств закрепления на основании пособия [2, приложение А] принимается равной $T_{\text{закр}} = 3,0$ мин.

Технологическое время надвига состава на сортировочную горку $T_{\text{над}} = 0,06 \cdot (250/10) = 1,5$ мин.

Продолжительность отпуска, без учета дополнительного времени на выполнение маневров с вагонами ЗСГ $t_{\text{рос}} = [0,06 \cdot (14 \cdot 61)/4] \cdot [1 - 1/(2 \cdot 27)] = 12,57 \approx 12,6$ мин.

Увеличение времени отпуска за счет дополнительных маневров с вагонами ЗСГ условно принимается половине продолжительности отпуска $T_{\text{зсг}} = 0,5 \cdot 12,6 = 6,3$ мин.

Технологическое время на осаживание вагонов $T_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 61 = 3,54 \approx 3,5$ мин.

Для построения графической модели работы сортировочной горки необходимо определить продолжительность технологических перерывов в работе горки Δt между отпусками составов (или отпуском и окончанием формирования состава). Это время может быть определено расчетом или хронометражным способом и включает в себя операции по планированию предстоящего отпуска, приготовлению маршрута отпуска и др. В данном примере принимается $\Delta t = 1,0 \dots 2,0$ мин. Технологические графики работы сортировочной горки при работе одного или двух маневровых локомотивов приведены на рисунках 2.3, 2.4.

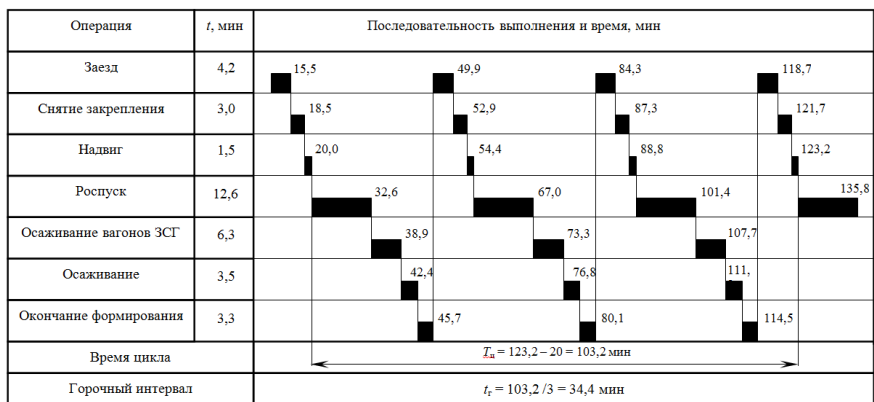


Рисунок 2.3 – Графическая модель работы однопутной сортировочной горки с объездным путем при работе одного горочного локомотива

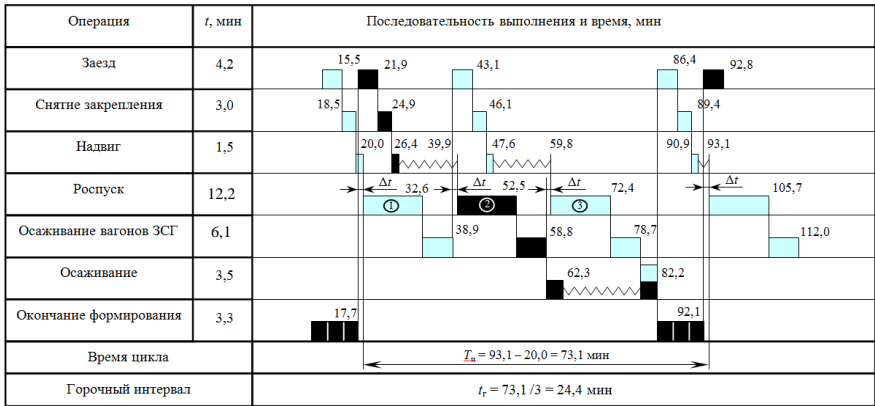


Рисунок 2.4 – Графическая модель работы однопутной сортировочной горки с объездным путем при работе двух горочных локомотивов

При работе сортировочной горки с одним горочным локомотивом суточная перерабатывающая способность составит $N_r^{\text{сут}} = (1440-30) \cdot 61/34,4 + (1440-30) \cdot (11/103,2) + 0 = 2650,58 \approx 2650$ вагонов, с двумя горочными локомотивами – $N_r^{\text{сут}} = (1440-30) \cdot 61/24,4 + (1440-30) \cdot 11/73,1 + 0 = 3737,18 \approx 3737$ вагонов.

В выводах дается анализ проведенных расчетов, и предлагаются мероприятия по совершенствованию горочной технологии.

3 РАСЧЕТ СТАЦИОННЫХ И МЕЖПОЕЗДНЫХ ИНТЕРВАЛОВ

3.1 Общие сведения

Станционные и межпоездные интервалы являются исходными элементами графика движения поездов – основного нормативного документа, регламентирующего организацию движения на железнодорожных участках и узлах.

Станционный интервал ($\tau_{\text{ст}}$) – это минимальный промежуток времени, необходимый для выполнения на раздельном пункте (железнодорожной станции) операций по приему, отправлению и пропуску поездов, обеспечивающих безопасность движения.

Межпоездной интервал – это минимальный промежуток времени, которым разграничивают поезда при попутном следовании по перегонам на железнодорожных участках, оборудованных автоматической блокировкой.

Станционные и межпоездные интервалы устанавливаются исходя из обеспечения требований безопасности движения, недопущения остановок поездов у входных светофоров раздельных пунктов или замедления их хода, рационального использования имеющихся технических средств, применения ресурсосберегающих технологий и практических особенностей организации поездной работы.

Станционные интервалы определяют для каждой стрелочной горловины раздельного пункта в сторону каждого примыкающего к ней перегона в отдельности.

Набор технологических операций, выполняемых станционных или межпоездных интервалов, определяют в зависимости от применяемых на раздельном пункте и прилегающих перегонах средств станционной и путевой блокировки, способа управления стрелками и светофорами, а также порядка их использования в поездной работе.

Как правило, времена хода поездов по расчетным расстояниям ($L_{пр}$), определяющим величину станционных и межпоездных интервалов, устанавливают на основе тяговых расчетов.

Величины станционных и межпоездных интервалов определяют в зависимости:

- от технического оснащения прилегающих перегонов (числа главных путей, средств сигнализации и связи при движении поездов);
- плана и профиля пути на подходах к раздельному пункту;
- технических характеристик поездных локомотивов, обслуживающих грузовые и пассажирские поезда;
- категории поезда, его веса, длины и скорости движения;
- допустимых скоростей движения различных категорий поездов;
- схемы путевого развития раздельного пункта, взаимного расположения путей, парков, размещения светофоров, стрелочных постов и служебного помещения дежурного по железнодорожной станции;
- способа управления стрелочными переводами и светофорами на раздельном пункте (маршрутно-релейная централизация, электрическая централизация, механическая централизация, ручное обслуживание стрелок с ключевой зависимостью и другие устройства станционной блокировки);
- типа стрелочных переводов;
- длины станционных путей;
- порядка пропуска поездов через раздельный пункт (с остановкой или безостановочно);
- установленного порядка выдачи машинисту локомотива разрешения на право занятия перегона.

На **однопутных железнодорожных участках** рассчитывают следующие станционные и межпоездные интервалы между прибытием, отправлением и проследованием поездов:

- одновременного прибытия поезда с противоположных направлений;

- скрещения поездов;
- безостановочного скрещения поездов на двухпутной вставке или раздельном пункте продольного типа;
- неодновременного отправления и встречного прибытия поездов;
- неодновременного прибытия и попутного отправления поездов;
- неодновременного отправления и попутного прибытия поездов;
- неодновременного отправления поездов противоположных направлений;
- попутного прибытия поездов при автоблокировке;
- попутного отправления поездов при автоблокировке;
- попутного следования поездов на линиях, не оборудованных автоблокировкой.

На **двухпутных железнодорожных участках** рассчитывают следующие станционные и межпоездные интервалы между прибытием, отправлением и проследованием поездов:

- неодновременного отправления и встречного прибытия поездов;
- неодновременного прибытия и попутного отправления поездов;
- неодновременного отправления и попутного прибытия поездов;
- неодновременного отправления поездов противоположных направлений;
- попутного прибытия поездов при автоблокировке;
- попутного отправления поездов при автоблокировке.

Станционные интервалы, величина которых зависит от скоростей движения поездов, определяют для всех заданных сочетаний пассажирских и грузовых поездов, имеющих различные скорости движения.

3.2 Пример выполнения расчетов

Интервал неодновременного прибытия (τ_H) – наименьший промежуток времени от момента прибытия на раздельный пункт с однопутного железнодорожного участка поезда одного направления до момента прибытия на этот же раздельный пункт или проследования через него поезда встречного направления (рисунок 3.1).

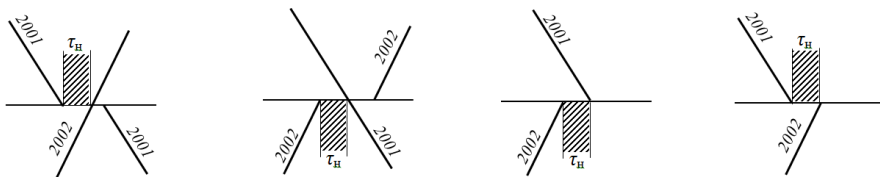


Рисунок 3.1 – Интервал неодновременного прибытия поездов

Интервал неодновременного прибытия поездов в соответствии с требованиями ПТЭ [4] применяют для двух условий: при запрещении одновре-

менного приема на раздельный пункт поездов противоположных направлений и разрешении одновременного приема на раздельный пункт поездов противоположных направлений (рисунок 3.2).

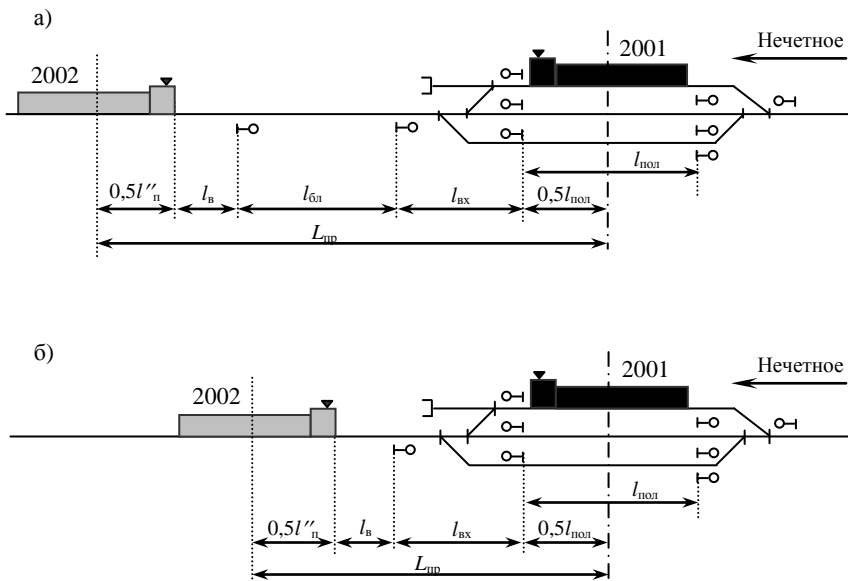


Рисунок 3.2 – Схемы пропуска и расположения поездов при расчете интервала неодновременного прибытия для раздельного пункта поперечного типа на однопутной линии:

а – для условия запрещения одновременного приема поездов; *б* – для условия разрешения одновременного приема поездов.

Для раздельного пункта поперечного типа, расположенного на однопутной линии (см. рисунок 3.2), продолжительность интервала τ_n включает время выполнения технологических операций по контролю прибытия первого поезда τ_k , приготовления маршрута, прибытия поезда встречного направления и открытия входного светофора τ_m и время прохода встречным поездом расчетного расстояния $\tau_{пр}$:

$$\tau_n = \tau_k + \tau_m + \tau_{пр}. \quad (3.1)$$

Продолжительность интервала τ_n устанавливают по технологическому графику (рисунок 3.3).

Операция	Время, мин			
	на операцию	1	2	3
Контроль ДСП прибытия поезда	0,1			
Приготовление маршрута приема (пропуска) поезда встречного направления	0,15			
Открытие входного светофора (при приеме) или входного и выходного светофора (при пропуске) поезду встречного направления	0,05			
Проход поездом встречного направления расчетного расстояния	3,0			
Продолжительность интервала τ_{Π}	3,3			

Рисунок 3.3 – Технологический график расчета интервала не одновременного прибытия поездов

Расчетное расстояние $L_{\text{пр}}$ равно:

а) для условия запрещения одновременного приема на раздельный пункт поездов противоположных направлений –

$$L_{\text{пр}} = 0,5l_{\text{п}} + l_{\text{в}} + l_{\text{бл}} + l_{\text{вх}} + 0,5 l_{\text{пол}}; \quad (3.2)$$

б) для условия разрешения одновременного приема на раздельный пункт поездов противоположных направлений –

$$L_{\text{пр}} = 0,5l_{\text{п}} + l_{\text{в}} + l_{\text{вх}} + 0,5 l_{\text{пол}}; \quad (3.3)$$

где $l_{\text{п}}$ – длина встречного поезда, м;

$l_{\text{в}}$ – расстояние, проходимое встречным поездом за время восприятия машинистом показания светофора с момента его открытия, м,

$$l_{\text{в}} = 16,7vt_{\text{в}}; \quad (3.4)$$

16,7 – коэффициент перевода км/ч в м/мин;

v – скорость движения поезда установленной категории на подходе к светофору перед блок-участком, км/ч;

$t_{\text{в}}$ – время восприятия машинистом показания светофора, мин;

$l_{\text{бл}}$ – длина блок-участка, м;

$l_{\text{вх}}$ – расстояние от входного светофора до предельного столбика (длина входной горловины раздельного пункта), м;

$l_{\text{пол}}$ – полезная длина приема-отправочного пути, м.

Интервалом скрещения поездов ($\tau_{\text{с}}$) – минимальный промежуток времени от момента прибытия либо проследования раздельного пункта грузовым или пассажирским поездом до момента отправления на тот же перегон грузового или пассажирского поезда встречного направления (рисунок 3.4).

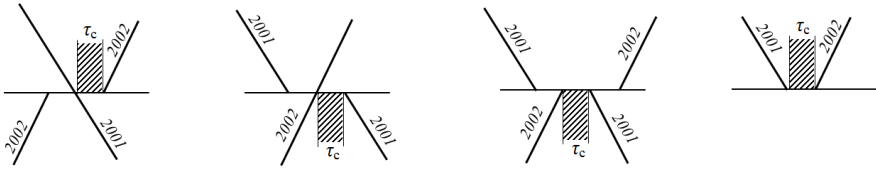


Рисунок 3.4 – Интервал скрещения поездов

Для раздельного пункта поперечного типа, расположенного на однопутном железнодорожном участке (рисунок 3.5), продолжительность интервала τ_c определяется в зависимости от операций, входящих в технологический график (рисунок 3.6). Интервал τ_c включает время выполнения технологических операций по контролю прибытия первого поезда в расчетной паре τ_k , время приготовления маршрута отправления поезда встречного направления и открытия выходного светофора τ_m и время на восприятие светофора машинистом и приведение им поезда в движение τ_b :

$$\tau_c = \tau_k + \tau_m + \tau_b. \quad (3.5)$$

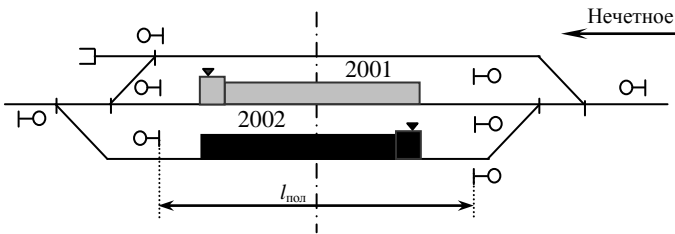


Рисунок 3.5 – Схемы пропуска и расположения поездов при расчете интервала скрещения для раздельного пункта поперечного типа

Операция	на операцию	Время, мин				
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Контроль ДСП прибытия или проследования поезда	0,1	■				
Приготовление маршрута отправления поезду встречного направления движения	0,15		■			
Открытие выходного светофора поезду встречного направления движения	0,05			■		
Восприятие светофора машинистом и приведение поезда в движение	0,2				■	
Продолжительность интервала τ_c	0,5	■	■	■	■	■

Рисунок 3.6 – Технологический график расчета интервала скрещения поездов

Интервал между поездами в пакете (I) зависит от расчетного расстояния, которым должны быть разграничены поезда, скорости следования поездов, а при электрической тяге также от мощности устройств электроснабжения. Расчетное расстояние определяется числом составляющих его блок-участков и их длиной. При этом длина каждого блок-участка не может быть меньше тормозного пути поезда в данных условиях профиля пути и скорости следования поезда.

Интервал между поездами в пакете

$$I = \frac{0,06L_p}{v_x} + \sum t_d, \quad (3.6)$$

где L_p – расчетное расстояние, м;

v_x – средняя ходовая скорость следования поездов на расчетном расстоянии, км/ч;

$\sum t_d$ – дополнительное, время, необходимое для выполнения операций по подготовке маршрутов поездам на станциях и восприятия машинистом изменения показания светофора, мин.

4 РАСЧЕТ НАЛИЧНОЙ И ПОТРЕБНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЧАСТКА

4.1 Общие сведения

Наличной пропускной способностью железнодорожного участка (N_n) называется максимальное число грузовых поездов (пар поездов) установленных веса и длины, которое может быть пропущено по железнодорожному участку в единицу времени (сутки, час) в зависимости от его технического оснащения и принятого способа организации движения поездов [7]. Наличную пропускную способность однопутного железнодорожного участка ограничивает перегон, принадлежащий этому участку, с максимальным периодом графика.

Пропускная способность однопутного перегона при парном непакетном параллельном графике определяется в парах поездов по формуле

$$N_n = \frac{(1440 - t_{\text{техн}})\alpha_n}{T_{\text{пер}}}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{техн}}$ – продолжительность технологического «окна», принимаемая для однопутных участков $t_{\text{техн}} = 60 \dots 90$ мин;

α_n – коэффициент надежности технических средств железнодорожного участка;

$T_{\text{пер}}$ – период парного непакетного графика движения поездов (рисунок 4.1), мин.

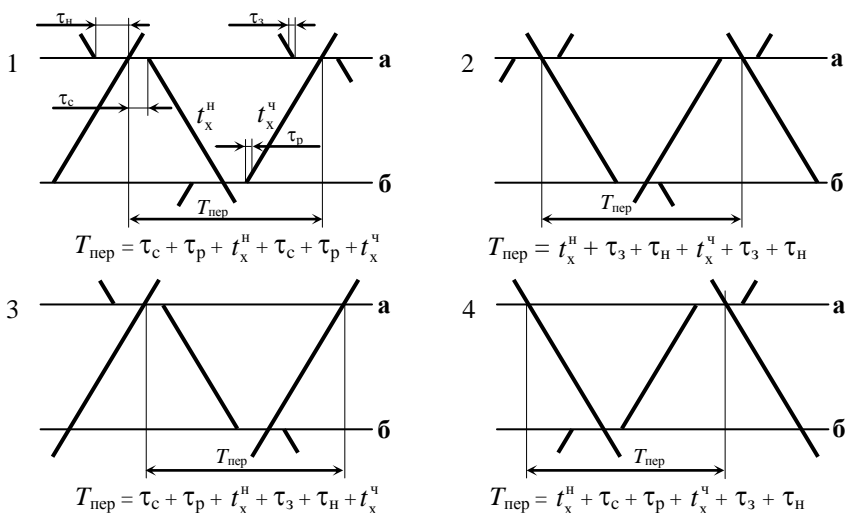


Рисунок 4.1 – Периоды парного непакетного графика движения поездов

Количество пар поездов, которое необходимо пропустить по железнодорожному участку, с учетом необходимого резерва для обеспечения колебаний размеров движения, называется **потребной пропускной способностью** ($N_{\text{п}}$) и определяется по формуле

$$N_{\text{п}} = N_{\text{гр}} k_{\text{н}}^{\text{ГР}} + N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{сб}} (\varepsilon_{\text{сб}} - 1), \quad (4.2)$$

где $N_{\text{гр}}$ – потребность в пропуске грузовых поездов;

$k_{\text{гр}}$ – коэффициент, учитывающий колебания размеров движения в течение года, $k_{\text{н}}^{\text{ГР}} = 1,2$;

$N_{\text{пас}}$ – потребность в пропуске пассажирских поездов;

$\varepsilon_{\text{пас}}$ – коэффициент съема пассажирскими поездами грузовых;

$N_{\text{сб}}$ – потребность в пропуске сборных поездов;

$\varepsilon_{\text{сб}}$ – коэффициент съема сборными поездами грузовых.

4.2 Пример выполнения расчетов

Исходные данные. Характеристика однопутного железнодорожного участка Л–С приведена в таблице 4.1. Коэффициент надежности технических устройств $\alpha_{\text{н}} = 0,95$. Потребность в пропуске поездов: грузовых – $N_{\text{гр}} = 12$ пар поездов, пассажирских – $N_{\text{пас}} = 11$ пар поездов, сборных – $N_{\text{сб}} = 2$ пары поез-

дов. Коэффициенты съема грузовых поездов: пассажирскими – $\varepsilon_{\text{пас}} = 1,9$, сборными – $\varepsilon_{\text{сб}} = 2,7$. Нормы времени на разгон и замедление поезда $\tau_p = 2$ мин, $\tau_3 = 1$ мин.

Таблица 4.1 – Характеристика однопутного железнодорожного участка Л–С

Время хода поезда по перегону, мин		Интервал, мин	Станция
четного	нечетного		
10	12	$\tau_n = 3; \tau_c = 1$	Л
11	11		М
15	14		Н
16	18		О
14	12		П
12	13		Р
			С

Установлен максимальный перегон $o - n$. На основании формул, приведенных на рисунке 4.1, определяется схема пропуска поездов, имеющая минимальный период графика движения поездов:

$$T_{\text{пер}}^1 = 1 + 2 + 18 + 1 + 2 + 16 = 40 \text{ мин};$$

$$T_{\text{пер}}^2 = 18 + 1 + 3 + 16 + 1 + 3 = 42 \text{ мин};$$

$$T_{\text{пер}}^3 = 1 + 2 + 18 + 1 + 3 + 16 = 41 \text{ мин};$$

$$T_{\text{пер}}^4 = 18 + 1 + 2 + 16 + 1 + 3 = 41 \text{ мин}.$$

Схема с минимальным периодом графика движения поездов должна быть реализована на перегоне, имеющем максимальную сумму времен хода четного и нечетного поездов. Дальнейший расчет наличной пропускной способности приведен на рисунке 4.2.

Суточная **наличная** пропускная способность железнодорожного участка Л–С составляет 32 пары поездов (на основании рисунка 4.2).

Потребная пропускная способность железнодорожного участка Л–С составляет

$$N_{\text{п}} = (12 + 2) \cdot 1,2 + 11 \cdot 1,9 + 2 \cdot (2,7 - 1) = 41,1 \approx 42 \text{ пары поездов}.$$

Диаграмма пропускной способности железнодорожного участка Л–С приведена на рисунке 4.3.

После построения диаграммы производится анализ полученных результатов и, при необходимости, предлагаются возможные способы увеличения пропускной способности рассматриваемого железнодорожного участка Л–С.

Станция	$t_x^u + t_x^h$	Схема графика	$\Sigma \tau_i$	$T_{пер}$	$\alpha_{н}$	$N_{н}$
Л	22		8	30	0,95	43,7
М	22		6	28	0,95	46,8
Н	29		8	37	0,95	35,4
О	34		6	40	0,95	32,8
П	26		8	34	0,95	38,6
Р	25		7	32	0,95	41,0

Рисунок 4.2 – Расчет наличной пропускной способности железнодорожного участка Л–С

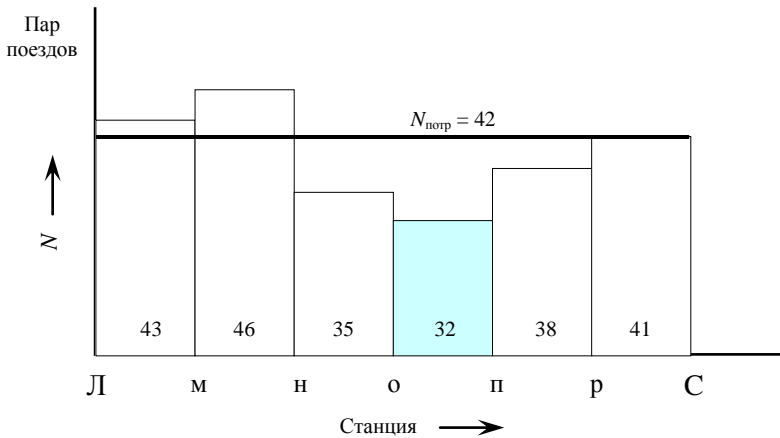


Рисунок 4.3 – Диаграмма пропускной способности участка Л–С

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Положение о железнодорожной станции Белорусской железной дороги : [утв. приказом Начальника Белорусской железной дороги от 19 мая 2008 г., № 252Н]. – Мн., 2008. – 30 с.

2 **Кузнецов, В. Г.** Техническое нормирование маневровой работы : пособие по дипломному, курсовому проектированию и расчетно-графическим работам / В. Г. Кузнецов, Ф. П. Пищик. – Гомель : БелГУТ, 2001. – 84 с.

3 **Грунтов, П. С.** Эксплуатационная надежность станций / П. С. Грунтов. – М. : Транспорт, 1986. – 247 с.

4 Правила технической эксплуатации Белорусской железной дороги : [утв. приказом Начальника Белорусской железной дороги от 04 дек. 2002 г., № 292Н]. – Мн. : УП «Красная звезда», 2002. – 154 с.

5 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 543 с.

6 **Шубко, В. Г.** Железнодорожные станции и узлы : учеб. для вузов / В. Г. Шубко, Н. В. Правдин. – М. : УМК МПС России, 2002. – 368 с.

7 Методические рекомендации по расчету пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных сооружений и устройств. Ч 1. Методика расчета : [утв. приказом Начальника Белорусской железной дороги от 03 сент. 2009 г., № 1043НЗ]. – Мн., 2009. – 103 с.

Учебное издание

АКСЁНЧИКОВ Александр Александрович
ТЕРЕЩЕНКО Олег Анатольевич

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ И УЧАСТКОВ
Учебно-методическое пособие

Редактор *И. И. Эвентов*
Технический редактор *В. Н. Кучерова*
Компьютерный набор и верстка – *А. А. Аксёнчиков*

Подписано в печать 28.10.2013 г. Формат бумаги 60 x 84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,32. Тираж 300 экз.
Зак. № _____. Изд. № 100.

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
ЛИ № 02330/0552508 от 09.07.2009 г.
ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009 г.
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34