

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 заочного факультета  
в качестве учебно-методического пособия по выполнению  
контрольной работы студентами специальности 1-37 02 04  
«Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном  
транспорте»*

Гомель 2014

УДК 656.21 (075.8)

ББК 39.213

A42

Рецензент – первый заместитель начальника службы перевозок Управления Белорусской железной дороги *В. М. Мацкель*

**Аксёничков, А. А.**

A42      Технология работы железнодорожных станций и участков : учеб.-метод. пособие по выполнению контрольной работы / А. А. Аксёничков, О. А. Терещенко ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 28 с.

ISBN 978-985-554-315-3

Рассмотрены вопросы организации маневровой работы на железнодорожной станции, технологии работы сортировочной горки по расформированию, формированию и окончанию формирования грузовых поездов на сортировочных и участковых железнодорожных станциях. Представлена методика расчета наличной и потребной пропускной способности железнодорожного участка. По всем контрольным задачам приведены примеры их выполнения.

Рекомендуется для студентов заочной формы обучения специальности «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» при выполнении контрольной работы по дисциплине «Технология работы железнодорожных станций и участков». Может быть использовано инженерно-техническими работниками железнодорожного транспорта.

**УДК 656.21 (075.8)**

**ББК 39.213**

**ISBN 978-985-554-315-3**

© Аксёничков А. А., Терещенко О. А., 2014

© Оформление. УО «БелГУТ», 2014

## О Г Л А В Л Е Н И Е

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 формирова- нию составов.....	10
2.1 Общие сведения.....	10
2.2 Пример выполнения расчетов.....	13
3 Технология формирования и окончания формирования составов.....	15
3.1 Общие сведения.....	15
3.2 Пример выполнения расчетов.....	17
4 Расчет наличной и потребной пропускной способности железнодорожного участка.....	19
4.1 Общие сведения.....	19
4.2 Пример выполнения расчетов.....	21
Список литературы.....	23
Приложение А Учебная программа.....	24

## **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. Разработано в соответствии с учебной программой (Приложение А) и предназначено для помощи студентам заочного факультета при выполнении контрольной работы и 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 может осуществляться местными поездами (сборными, вывозными, передаточными), 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  $l_{в} = 14$  м. Длины приемоотправочных и погрузочно-выгрузочных путей, расстояний от светофора (входного, выходного, проходного и маневрового) до пунктов погрузки и выгрузки принимаются студентом самостоятельно.

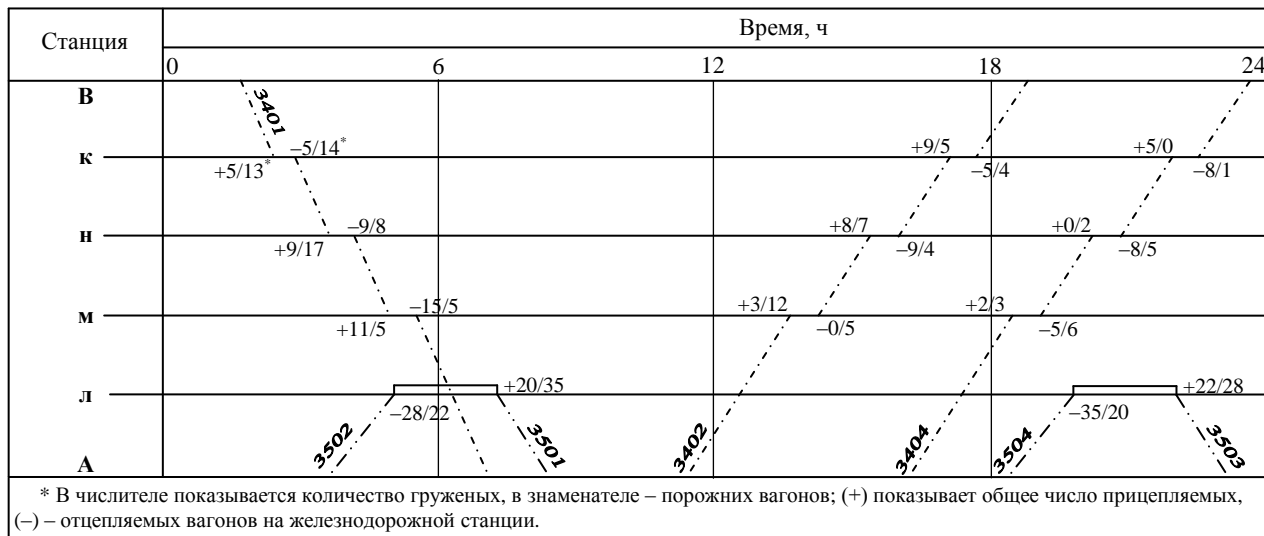


Схема сборного поезда № 3401:

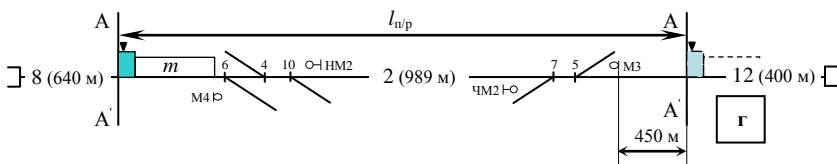
а) по отправлению со станции **В**

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



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

Рисунок 1.2 – Определение расчетной длины полурейса

## 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			
	<b>а</b>	<b>б</b>	<b>в</b>	<b>г</b>
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.

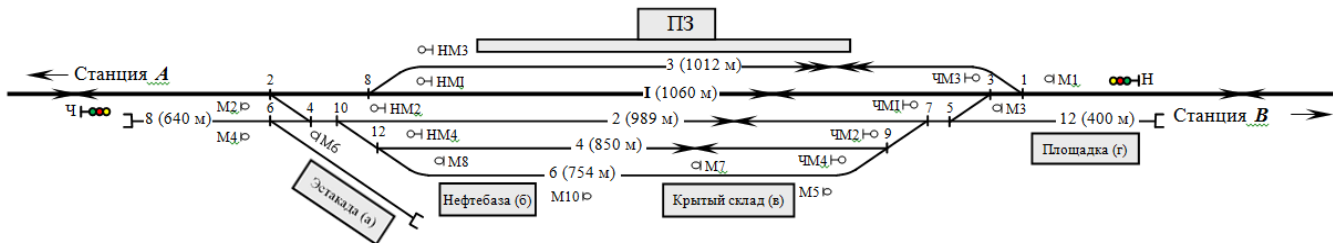


Рисунок 1.3 – Схема промежуточной станции к

8

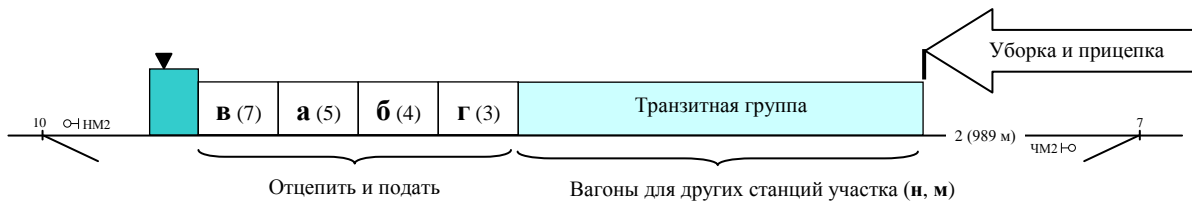


Рисунок 1.4 – Расположение вагонов в прибывшем сборном поезде № 3401



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;

$\alpha'_3, \alpha''_3$  – 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

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

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 –  $j = 2$ ).

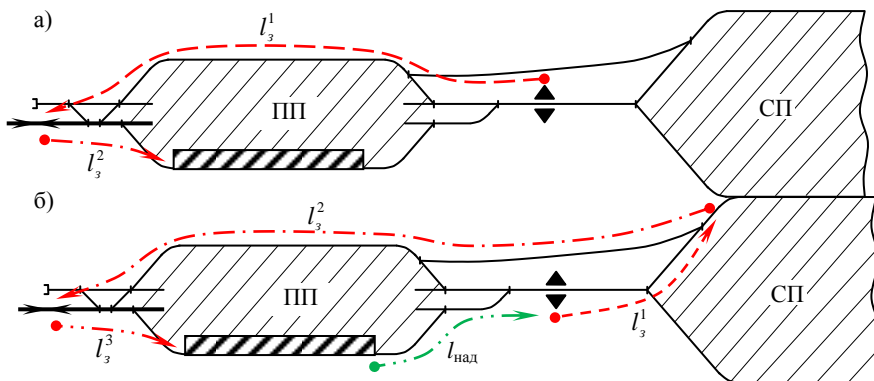


Рисунок 2.1 – Схемы полурейсов операций заездов по двум вариантам

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,

$$t_{\text{рос}} = 0,06 \frac{l_{\text{в}} m}{v_{\text{рос}}} \left( 1 - \frac{1}{2g_0} \right), \quad (2.5)$$

$l_{\text{в}}$  – 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);  
 $g_0$  – число отцепов в составе,  $g_0 \leq m$ .

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.

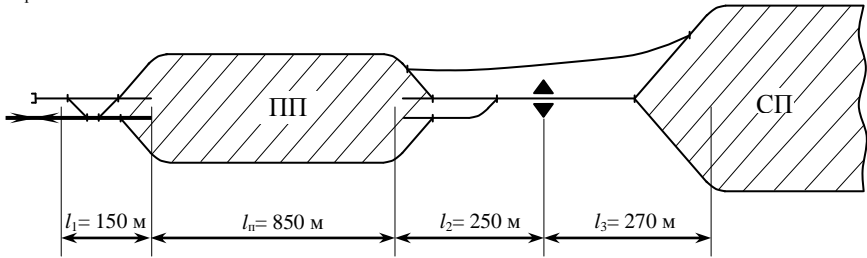


Рисунок 2.2 – Схема расположения парка приема и сортировочной горки

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	$l_{\text{н/р1}} = l_2 + l_n + l_1 = 1250$	60	2,50
Перемена направления движения	–	–	0,15
Полурейс № 2	$l_{\text{н/р2}} = l_1 = 150$	15	0,90
Продолжительность заезда	–	–	<b>3,55</b>
<i>Второй способ</i>			
Полурейс № 1	$l_{\text{н/р1}} = l_3 = 270$	25	1,20
Перемена направления движения	–	–	0,15
Полурейс № 2	$l_{\text{н/р2}} = l_3 + l_2 + l_n + l_1 = 1520$	60	2,70
Перемена направления движения	–	–	0,15
Полурейс № 3	$l_{\text{н/р3}} = l_1 = 150$	15	0,90
Продолжительность заезда	–	–	<b>5,10</b>
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  $\Delta t$  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.

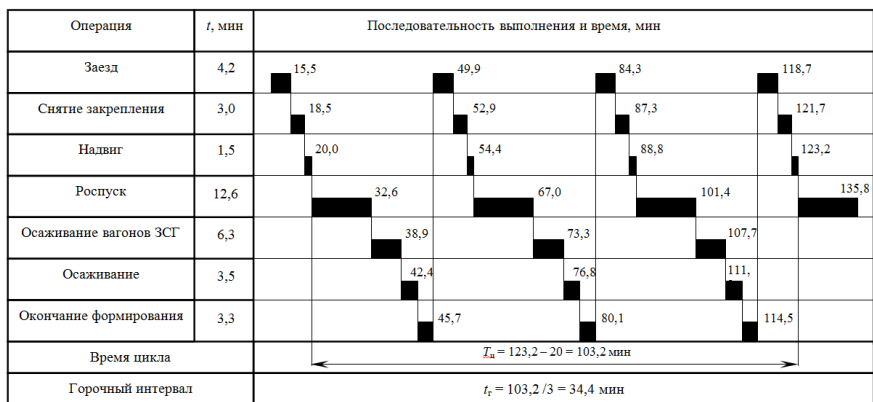


Рисунок 2.3 – Графическая модель работы однопутной сортировочной горки с объездным путем при работе одного горочного локомотива

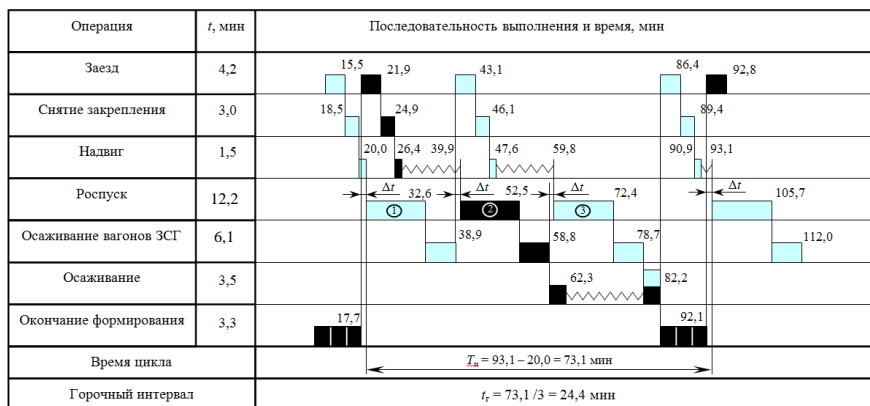


Рисунок 2.4 – Графическая модель работы однопутной сортировочной горки с объездным путем при работе двух горочных локомотивов

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 ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ОКОНЧАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВОВ

#### 3.1 Общие сведения

Основными операциями, относящимися к окончанию формирования составов являются: постановка вагонов прикрытия; устранение несовпадения продольных осей автосцепок; включение в состав вагонов с отсевных путей; удаление вагонов с техническими и коммерческими неисправностями; повторная сортировка вагонов и соединение групп при формировании групповых поездов [2].

Окончание формирования составов может производиться как со стороны сортировочной горки, так и со стороны вытяжных путей (вытяжек формирования).

Продолжительность окончания формирования одногруппного состава со стороны вытяжного пути определяется по формуле:

$$T_{\text{оф}}^{\text{в}} = T_{\text{ПТЭ}} + T_{\text{подг}}, \quad (3.1)$$

где  $T_{\text{ПТЭ}}$  – технологическое время на выполнение операций, связанных с расстановкой вагонов в соответствии с требованиями ПТЭ (устранение несовпадения продольных осей автосцепок, постановка вагонов прикрытия и др.),

$$T_{\text{ПТЭ}} = B + Em, \quad (3.2)$$

$B, E$  – нормативные коэффициенты, принимаемые в соответствии с таблицей 3.1;

$$T_{\text{подг}} = 0,08m, \quad (3.3)$$

0,08 – коэффициент, который выражает затраты локомотиво-минут, приходящиеся на подтягивание одного вагона, включаемого в сформированный состав.

Продолжительность формирования многогруппного состава со стороны сортировочной горки определяется по формуле:

$$T_{\text{ф}}^{\Gamma} = 1,73 + 0,18m. \quad (3.4)$$

Продолжительность формирования многогруппного состава со стороны вытяжных путей определяется по формуле:

$$T_{\text{ф}}^{\text{в}} = T_{\text{с}}^{\text{в}} + T_{\text{сб}}. \quad (3.5)$$

**Таблица 3.1 – Значения коэффициентов для определения технологического времени на расстановку вагонов в составе по ПТЭ**

Среднее число расцепок вагонов в составе $p_0$	Значения коэффициентов	
	B	E
0,10	0,32	0,03
0,15	0,48	0,03
0,20	0,64	0,04
0,25	0,80	0,05
0,30	0,96	0,06
0,35	1,12	0,07
0,40	1,28	0,08
0,45	1,44	0,09

Технологическое время на сортировку вагонов определяется по формуле:



$$T_{\phi}^r = Ag_{\phi} + Bm, \quad (3.6)$$

где  $g_{\phi}$  – число групп формирования на пути накопления;

А, Б – нормативные коэффициенты, значения которых при выполнении расформирования рейсами осаживания принимаются равными:  
 $A = 0,81$  мин,  $B = 0,40$  мин.

Технологическое время на сборку групп вагонов с разных путей определяется по формуле:

$$T_{сб} = 1,8p + 0,3m_{сб}, \quad (3.7)$$

где  $p$  – количество путей, с которых переставляются вагоны,

$$p = K - 1, \quad (3.8)$$

$K$  – число групп в составе по назначению;

$m_{сб}$  – количество вагонов, переставляемых на путь сборки формируемого состава,

$$m_{сб} = m(K - 1)/K. \quad (3.9)$$

### 3.2 Пример выполнения расчетов

Схема вытяжек формирования и прилегающих к ним подсистем станции приведена на рисунке 3.1.

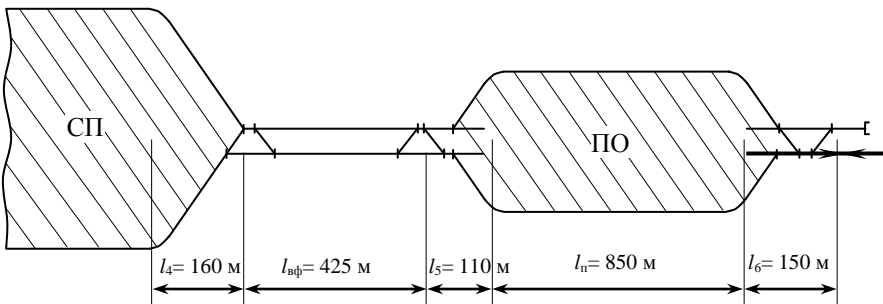


Рисунок 3.1 – Схема вытяжек формирования и прилегающих к ним подсистем

Число вагонов в составе одногруппного поезда  $m = 61$  вагон; среднее число расцепок, приходящееся на один сформированный состав  $p_o = 0,15$ ; продолжительность закрепления состава в парке отправления  $T_{закр} = 3,0$  мин. Средний состав многогруппного поезда  $m = 58$  вагонов; число групп формирования  $g_{\phi} = 20$ ; число групп в составе по назначению  $K = 4$  (а, б, в, з).

Продолжительность окончания формирования одностороннего состава со стороны вытяжки:

$$T_{\text{пгз}} = 0,48 + 0,03 \cdot 61 = 2,31 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{подг}} = 0,08 \cdot 61 = 4,88 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{оф}}^{\text{в}} = 2,31 + 4,88 = 7,19 \approx 7,2 \text{ мин.}$$

Продолжительность формирования многостороннего поезда со стороны сортировочной горки:

$$T_{\text{ф}}^{\text{г}} = 1,73 + 0,18 \cdot 58 = 12,17 \approx 12,2 \text{ мин.}$$

Технологическое время на сортировку вагонов со стороны вытяжки:

$$T_{\text{ф}}^{\text{г}} = 0,81 \cdot 20 + 0,40 \cdot 58 = 39,4 \text{ мин.}$$

Технологическое время на сборку групп вагонов:

$$p = 4 - 1 = 3 \text{ пути.}$$

$$m_{\text{сб}} = 58 \cdot (4-1)/4 = 43,5 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{сб}} = 1,8 \cdot 3 + 0,3 \cdot 43,5 = 18,45 \approx 18,5 \text{ мин.}$$

Продолжительность формирования многостороннего поезда со стороны вытяжного пути:

$$T_{\text{ф}}^{\text{в}} = 39,4 + 18,5 = 57,9 \text{ мин.}$$

Для построения технологических графиков формирования и окончания формирования составов рассчитывается продолжительность перестановки состава в парк отправления и возвращения локомотива в сортировочный парк (таблица 3.2).

**Таблица 3.2 – Продолжительность операций, входящих в цикл работы локомотива вытяжки формирования**

Операция	Длина полурейса, м	Максимальная скорость, км/ч	Продолжительность, мин
Перестановка состава в ПО			
1 Маневровый полурейс (m = 61 вагон)	$l_{\text{н/р1}} = l_4 + l_{\text{вф}} + l_5 + l_{\text{п}} = 1545$	40	5,2
2 Маневровый полурейс (m = 58 вагонов)	$l_{\text{н/р1}} = l_4 + l_{\text{вф}} + l_5 + l_{\text{п}} = 1545$	40	5,1
Возвращение локомотива в СП			
1 Первый маневровый полурейс	$l_{\text{н/р1}} = l_6 = 150$	15	0,9
2 Перемена направления движения	–	–	0,2
3 Второй маневровый полурейс	$l_{\text{н/р2}} = l_6 + l_{\text{п}} + l_5 + l_{\text{вф}} + l_4 = 1695$	60	2,9

Графики технологических циклов формирования и окончания формирования составов приведены на рисунках 3.2–3.4. На рисунках обозначено:  $t_{\text{гор}}^{\text{п}}$  – продолжительность занятости работой горочного локомотива;  $t_{\text{выт}}^{\text{п}}$  – продолжительность занятости работой локомотива вытяжки.

В выводах по результатам расчетов производится анализ полученных результатов, и разрабатываются предложения по совершенствованию технологии формирования и окончания формирования составов различных категорий.

Операция	Продолжительность, мин
1 Окончание формирования	7,2
2 Перестановка состава в ПО	5,2
3 Закрепление состава	$t_{\text{выт}}^{\text{л}}$ 3,0
4 Возвращение локомотива в СП	2,9
Общая продолжительность	18,3

Рисунок 3.2 – Технологический цикл операций окончания формирования одногруппных составов со стороны вытяжного пути

Операция	Продолжительность, мин
1 Окончание формирования	12,2
2 Перестановка состава в ПО	5,1
3 Закрепление состава	3,0
4 Возвращение локомотива в СП	$t_{\text{гор}}^{\text{л}}$ $t_{\text{выт}}^{\text{л}}$ 2,9
Общая продолжительность	23,2

Рисунок 3.3 – Технологический цикл операций формирования многогруппных составов со стороны сортировочной горки

Операция	Продолжительность, мин
1 Окончание формирования	57,9
2 Перестановка состава в ПО	5,1
3 Закрепление состава	$t_{\text{выт}}^{\text{л}}$ 3,0
4 Возвращение локомотива в СП	2,9
Общая продолжительность	68,9

Рисунок 3.4 – Технологический цикл операций формирования многогруппных составов со стороны вытяжного пути

## 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

$$N_{\text{н}} = \frac{(1440 - t_{\text{техн}})\alpha_{\text{н}}}{T_{\text{пер}}}, \quad (4.1)$$

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

$\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент надежности технических средств железнодорожного участка;

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

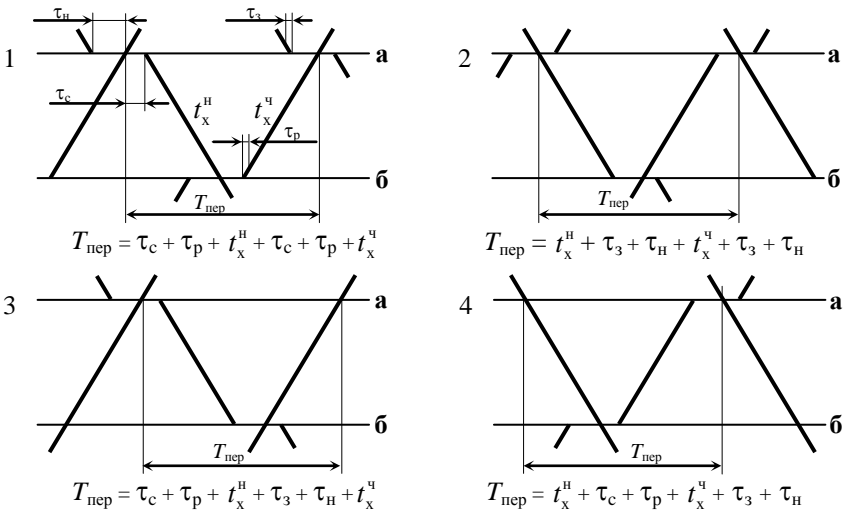


Рисунок 4.1 – Периоды парного непакетного графика движения поездов

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

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

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

$k_n^{гр}$  – коэффициент, учитывающий колебания размеров движения в течение года,  $k_n^{гр} = 1,2$ ;

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

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

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

$\varepsilon_{сб}$  – 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  $\alpha_n = 0,95$ . Потребность в пропуске поездов: грузовых –  $N_{гр} = 12$  пар поездов, пассажирских –  $N_{пас} = 11$  пар поездов, сборных –  $N_{сб} = 2$  пары поездов. Коэффициенты съема грузовых поездов: пассажирскими –  $\varepsilon_{пас} = 1,9$ , сборными –  $\varepsilon_{сб} = 2,7$ . 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  $о - н$ . На основании формул, приведенных на рисунке 4.1, определяется схема пропуска поездов, имеющая минимальный период графика движения поездов:

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

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

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

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

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.

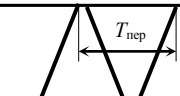
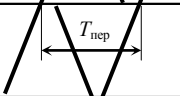
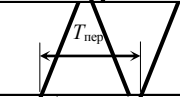
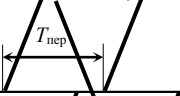


Станция	$t_x^{\text{н}} + t_x^{\text{п}}$	Схема графика	$\sum \tau_i$	$T_{\text{пер}}$	$\alpha_{\text{п}}$	$N_{\text{п}}$
Л	22		8	30	0,95	43,7
М	22		6	28	0,95	46,8
Н	29		8	37	0,95	35,4
О	34		6	40	0,95	<b>32,8</b>
П	26		8	34	0,95	38,6
Р	25		7	32	0,95	41,0

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

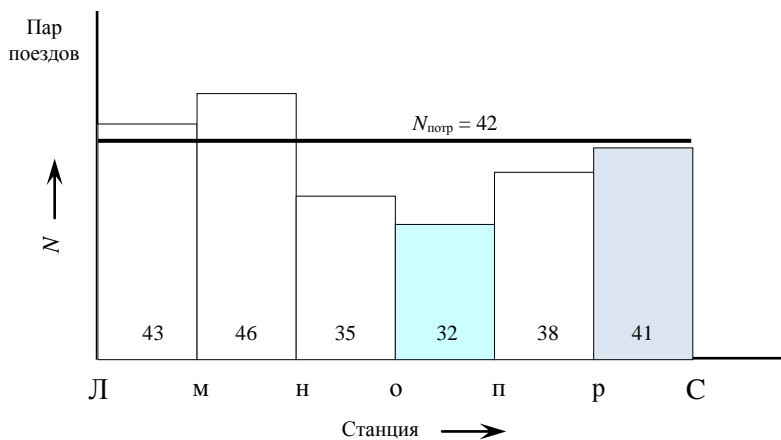


Рисунок 4.3 – Диаграмма пропускной способности участка Л–С

## 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.

*ПРИЛОЖЕНИЕ А*  
*(справочное)*

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**  
**по дисциплине**  
**Технология работы железнодорожных станций и участков**  
**специальности**  
**1-37 02 04 «Автоматика, телемеханика и связь**  
**на железнодорожном транспорте»**

Заочный факультет

Кафедра «Управление эксплуатационной работой»

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**Актуальность изучения дисциплины**

Учебная программа по дисциплине «Технология работы железнодорожных станций и участков» разработана для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 1-37 02 04 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте». Программа разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта ОСРБ 1-37 02 04–2008 и со структурой типового учебного плана специальности.

Дисциплина «Технология работы железнодорожных станций и участков» является важной дисциплиной в системе подготовки инженеров железнодорожного транспорта. В настоящее время от эффективности организации работы железнодорожных станций и участков во многом зависит эффективность функционирования отрасли железнодорожного транспорта и, как следствие, транспортной системы Республики Беларусь. Данный факт определяет необходимость изучения дисциплины «Технология работы железнодорожных станций и участков» студентами специальности «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» и определяет ее цель.

**Цель и задачи учебной дисциплины**

Цель дисциплины – обучение будущих специалистов основам технологии работы железнодорожных станций (промежуточных, участковых, сортировочных, грузовых и пассажирских) и участков. Задачи дисциплины состоят в развитии академических, социально-личностных компетенций студента, а также в формировании у студента знаний о технологических процессах управления грузовыми и пассажирскими перевозками, и формировании умения использовать изученные методы при решении инженерных задач в области автоматике телемеханики и связи на железнодорожном транспорте.



### **Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины**

В результате изучения дисциплины студент должен развить следующие компетенции, предусмотренные стандартом специальности ОСРБ 1-37 02 04–2008:

- академические: владеть и применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач; владеть системным и сравнительным анализом; владеть исследовательскими навыками; уметь работать самостоятельно; быть способным выдвигать новые идеи; владеть междисциплинарным подходом при решении проблем; иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

- социально-личностные: иметь высокую гражданственность и патриотизм; иметь способность к социальному взаимодействию и межличностным коммуникациям; обладать навыками здорового образа жизни; иметь способность к критике и самокритике;

- профессиональные: разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативов; выполнять технические разработки и на их основе принимать на современном уровне инженерные решения, связанные с изменениями действующих устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи; реализовывать на практике современные подходы к организации энергоэффективности функционирования систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи; обоснованно организовывать решение инженерных задач по использованию систем автоматической идентификации подвижного состава железнодорожного транспорта.

Для развития вышеперечисленных профессиональных компетенций в результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- структуру оперативного управления железнодорожными станциями;  
- технологию пропуска и обработки вагонов и поездов различных категорий на железнодорожных станциях;  
- технологию поездной и местной работы железнодорожных участков;  
- методы технического нормирования операций транспортного процесса;  
- методы расчета пропускной способности железнодорожных станций и участков при их различном техническом оснащении;

*уметь*:

- организовывать маневровую работу на промежуточных станциях;  
- нормировать технологические операции на сортировочных горках при их различном техническом оснащении;

- рассчитывать параметры операций по формированию и окончанию формирования поездов;

- рассчитывать станционные и межпоездные интервалы при различном оснащении станций и перегонов устройствами автоматики, телемеханики и связи;

- рассчитывать пропускную способность железнодорожных участков при их различном техническом оснащении.

## **Структура содержания учебной дисциплины**

Содержание дисциплины представлено в виде тем, характеризующихся относительно самостоятельными дидактическими единицами, выделенными для реализации задач дисциплины.

Содержание тем опирается на компетенции, полученные студентом при изучении следующих дисциплин учебного плана: «Математика», «Физика», «Общий курс транспорта», «Теоретическая механика», «Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики», «Системы железнодорожной связи».

## **Методы обучения**

Основными методами обучения студента для реализации цели дисциплины являются:

- информационно-рецептивный (лекция, объяснение учебного материала на практических занятиях, работа с основной и дополнительной литературой, демонстрация мультимедийных презентаций, раздаточный материал);
- репродуктивный (воспроизведение действий по применению знаний и навыков на практике, деятельность по определенному алгоритму);
- проблемного изложения изучаемого материала;
- эвристический или частично-поисковый метод;
- исследовательский (реализация творческого подхода на лекциях и практических занятиях).

## **Организация самостоятельной работы студента**

При изучении дисциплины студентом используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения задач на основании индивидуальных заданий в аудитории во время практических занятий;
- проработка учебного материала дисциплины по конспекту лекций, основной и дополнительной литературе;
- выполнение научно-исследовательской работы.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Тема 1. Организация эксплуатационной работы и оперативного управления на станциях**

Железнодорожные станции, как объект инфраструктуры железнодорожного транспорта. Классификация железнодорожных станций по различным технологическим признакам. Назначение железнодорожных станций в соответствии с их классификационными признаками. Основные нормативные документы, регламентирующие работу станций.

Структура и функции оперативного управления станциями. Методы оперативного управления. Технологическое взаимодействие персонала станций в процессе оперативного управления. Применение устройств автоматики, телемеханики и связи в процессе оперативного управления.

Комплекс технических средств железнодорожных станций. Эксплуатационная нагрузка на станции. Методы организации перевозочного процесса на станциях. Основные технологические линии сортировочных, участковых, грузовых, промежуточных, пассажирских станций. Организация маневровой работы на станциях. Взаимодействие станций и пунктов местной работы. Применение информационных технологий в процессе организации, планирования и управления эксплуатационной работой на станциях. Система эксплуатационных показателей работы станций. Методы и мероприятия по обеспечению безопасности движения на станциях.

## **Тема 2. Организация управления движением поездов на железнодорожных участках при различном оснащении станций и перегонов устройствами автоматики, телемеханики и связи**

Комплекс технических средств железнодорожных участков. Эксплуатационная нагрузка на железнодорожные участки. Способы организации движения поездов на железнодорожных участках при различном оснащении станций и перегонов устройствами автоматики, телемеханики и связи. Методы обеспечения выполнения нормативного графика движения поездов. Технические средства, методы и мероприятия по обеспечению безопасности движения на железнодорожных участках.

Задачи и способы выполнения местной работы на железнодорожных участках. Организация, планирование и управление местной работой. Взаимодействие железнодорожных станций и участков в процессе выполнения местной работы.

## **Тема 3. Методы расчета пропускной способности железнодорожных станций и участков при их различном техническом оснащении**

Классификация транспортных операций. Цель и задачи нормирования операций транспортного процесса. Методология нормирования операций транспортного процесса. Методы нормирования маневровой работы на станциях. Методы расчета станционных и межпоездных интервалов при различном оснащении станций и перегонов устройствами автоматики, телемеханики и связи.

Методы расчета наличной и потребной пропускной способности транспортных устройств. Расчет пропускной способности подсистем железнодорожных станций. Расчет пропускной способности железнодорожных участков при их различном техническом оснащении.

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Перечень тем практических занятий**

Организация управления движением поездов на железнодорожных участках при различном оснащении станций и перегонов устройствами автоматики, телемеханики и связи.

### **Содержание контрольной работы**

Контрольная работа состоит из четырех заданий.

Задание № 1 «Организация маневровой работы на промежуточной станции».

Задание № 2 «Технология работы сортировочной горки по расформированию и формированию составов».

Задание № 3 «Технология формирования и окончания формирования составов».

Задание № 4 «Расчет наличной и потребной пропускной способности железнодорожного участка».

Форма отчетности – защита контрольной работы.

### **Материальное обеспечение занятий**

1 Компьютерная презентация, содержащая иллюстрационный материал лекций, основные формулы и определения.

2 Раздаточный материал, представленный на листах формата А4.

3 Мультимедийный проектор и проекционный экран для демонстрации слайдов компьютерной презентации.

### **Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности**

Достижения студентов оцениваются по изучению лекционного материала, выполнению практических работ, защите контрольной работы и сдаче зачета, как результата учебной деятельности.

Учебное издание

*АКСЁНЧИКОВ Александр Александрович*  
*ТЕРЕЩЕНКО Олег Анатольевич*

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ И УЧАСТКОВ

Учебно-методическое пособие

Технический редактор *В. Н. Кучерова*  
Корректор *Т. А. Пугач*  
Компьютерный набор и верстка – *А. А. Аксёнчиков*

Подписано в печать 20.01.2014 г. Формат бумаги 60 x 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,31. Тираж 200 экз.  
Зак. № . Изд. № 126.

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