

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Управление эксплуатационной работой и охрана труда»

В. Г. КУЗНЕЦОВ, И. М. ЛИТВИНОВА

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Часть II

**Практикум для студентов специальности
«Организация перевозок и управление
на железнодорожном транспорте»**

Гомель 2018

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

Кафедра «Управление эксплуатационной работой и охрана труда»

В. Г. КУЗНЕЦОВ, И. М. ЛИТВИНОВА

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Часть II

*Одобрено методической комиссией
факультета «Управление процессами перевозок»
в качестве практикума для студентов специальности
«Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте»*

Гомель 2018

УДК 656.224/.225 (076.5)
ББК 39.18
К89

Рецензенты : заместитель службы перевозок Белорусской железной дороги *А. Б. Макриденко*;
заведующий кафедрой «Транспортные узлы» д-р техн. наук, доцент *А. К. Головнич* (БелГУТ)

Кузнецов, В. Г.

К89 Инновационные технологии перевозочного процесса : практикум. В 2 ч. Ч. II / В. Г. Кузнецов, И. М. Литвинова ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 47 с.
ISBN 978-985-554-786-1 (ч. II)

Представлены основные технологические и организационные решения в области организации перевозочного процесса, способствующие повышению эффективности пропуска вагонопотока на участках инфраструктуры, ускорению пропуска контейнеропотоков, совершенствованию структуры оперативного управления и повышению эффективности управленческой деятельности оперативных работников железной дороги. Цель практикума – получение навыков применения инновационных технологий в производственной деятельности.

Предназначен для студентов специальности «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте» при изучении дисциплины «Инновационные технологии перевозочного процесса».

УДК 656.224/.225 (076.5)
ББК 39.18

ISBN 978-985-554-786-1 (ч. II)

© Кузнецов В. Г., Литвинова И. М., 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
<i>Практическая работа № 1</i> Применение методов сетевого планирования и управления в анализе технологии обработки вагонов.....	5
<i>Практическая работа № 2</i> Технология формирования и пропуска длинно-составных и повышенной длины поездов на железнодорожном участке.....	15
<i>Практическая работа № 3</i> Оценка эффективности организации контейнерных маршрутов.....	30
<i>Практическая работа № 4</i> Структура оперативного управления эксплуатационной работой на полигоне отделения «В».....	36
<i>Практическая работа № 5</i> Оценка загрузки поездных диспетчеров.....	39
Список литературы.....	47

ВВЕДЕНИЕ

Во второй части практикума по дисциплине «Инновационные технологии перевозочного процесса» изучаются вопросы совершенствования технологии работы участков инфраструктуры и оперативного управления эксплуатационной работой.

Повышение эффективности эксплуатационной работы железнодорожных станций связано с использованием научно обоснованных методов анализа технологии. Использование методов сетевого моделирования на основе теории графов позволяет детализировать технологические операции на станции, установить взаимосвязи и ограничения в обслуживании вагонопотока на станции. Такой анализ позволяет более системно внедрять инновационные технологии на станции, эффективнее использовать ее ресурсы.

Ускорение продвижения вагонопотока на сети железных дорог связано с процессами организации вагонов в поезда и их эффективной прокладке на графике движения поездов (ГДП). Формирование поездов длинносоставных, повышенной длины позволяет существенно снизить расходы дороги, эффективнее использовать тяговый подвижной состав. Реализация технологии формирования и пропуска длинносоставных поездов требует тщательной технологической подготовки на станции и использования методов диспетчерского управления.

Развитие контейнерных перевозок связано с существенным увеличением скорости доставки грузов потребителю и повышению конкуренции железных дорог на транспортном рынке. Применение методов сравнительного анализа вариантов продвижения контейнеров в различных категориях грузовых поездов позволяет аргументировать развитие контейнерных перевозок.

Существенной мерой повышения производительности в сфере оперативного управления перевозками является оптимизация структуры управления и деятельности конкретных работников. Внедрение информационных технологий позволяет снизить структурную избыточность систем управления, расширить полигоны управления. Организационные решения требуют детального изучения функций работников всех уровней управления и недопущения их перегрузки.

Предлагаемые в практикуме технологические и организационные решения позволяют существенно повысить эффективность перевозочного процесса и отражают общесистемные тенденции на транспорте.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В АНАЛИЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ВАГОНОВ

Цель работы. Произвести системный анализ технологии обработки вагонопотока различных категорий в парках сортировочной станции и определить на основе взаимодействия всех операций ограничения при выполнении технологических процессов на станции.

Сведения из теории

Методы сетевого планирования и управления (СПУ) применяются на железнодорожном транспорте для оптимизации технологических процессов любых транспортных объектов.

СПУ основывается на графическом моделировании процесса, расчетах по нормированию его основных элементов, выявлению тех из них, которые являются наиболее продолжительными, ограничивающими весь процесс в целом. Применение методов СПУ наряду с совершенствованием технологических процессов, организацией комплексного информационного обеспечения позволяет сократить простои вагонов и снизить себестоимость переработки вагонов на станции. В качестве критериев оценки этих методов используются: время, стоимость, надежность и др.

Планы-графики работы железнодорожных станций представляют собой графические модели технологического процесса, однако они не в полной мере отражают весь комплекс выполняемых технологических операций. Поэтому для проведения более глубокого анализа технологического процесса можно использовать методы СПУ, а в качестве основы моделирования – планы-графики работы станций.

Сетевое планирование и управление основывается на разработке специальных сетевых графиков. Термины «сетевое планирование» или «сетевой график» получили распространение в связи с тем, что график напоминает по своему внешнему виду ту или иную сеть.

Сетевой график производственного процесса представляет собой графическое изображение по определенным, установленным правилам последовательности и взаимной логической связи всех работ (операций) технологического процесса, производственной программы и т. п. с принятой степенью детализации. Теоретической базой разработки сетевых графиков является математическая теория графов, которая применяется в технике, экономике и научных исследованиях, и многих сферах производственной деятельности.

Основными элементами сетевых графиков являются «работы» и «события».

«Работа» имеет несколько интерпретаций:

а) «действительная работа» – операции, требующие затрат времени и ресурсов (например, осмотр состава в техническом и коммерческой отношении);

б) «ожидание работы» – операции, не требующие затрат труда, но занимающие время (например, ожидание надвига состава на горку);

в) «зависимость» или «фиктивная работа» – логическая связь, между двумя или несколькими событиями, не требующая ни затрат времени, ни ресурсов, но указывающая, что возможность начала одной работы непосредственно зависит от выполнения другой (например, зависимость между приготовлением маршрута для приема поезда и приемом поезда).

Действительные работы графически изображаются сплошными линиями со стрелками, ожидание работы – волнистыми, зависимость – штриховыми стрелками (рисунок 1.1). Цифры под стрелками указывают продолжительность работ (операций) в минутах.

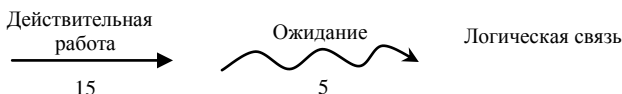


Рисунок 1.1 – Графическая интерпретация работ

Завершение выполнения работы представляет собой второй основной элемент графика – **событие**. В отличие от работ событие не является процессом, оно совершается мгновенно и определяет факт получения конечных результатов данной работы или нескольких предшествующих ему работ (например, состав в техническом и коммерческом отношении осмотрен, состав расформирован).

События как конечный результат работ на сетевом графике изображаются кружками или прямоугольниками. Каждый кружок разделяется на четыре сектора, в которых указывается следующая информация: в нижнем секторе – номер текущего события; в верхнем – номер предшествующего события; в левом – самый ранний срок окончания работ; в правом – самый поздний допустимый срок окончания работ (рисунок 1.2, а).

Событие, которое наступает в результате одной работы, называется **простым**, двух или более работ – **сложным** (рисунок 1.2, б).

Исходные события изображаются кружками (прямоугольниками) слева, а от них вправо проводится столько работ, сколько их начинается после совершения данного события. В левом секторе исходного события ставится 0. Последовательно, идя от события к событию, складывается значение левого сектора **начального события** с продолжительностью работы и записывается в левом секторе **конечного события** (например, $0 + 15 = 15$; $15 + 10 = 25$ и т. д. (рисунок 1.3, а)). Если в событие входят две или более работы (собы-

тие № 3 (рисунок 1.3, б)), то в левый сектор конечного события записывается максимальное из значений просчитанной по каждой входящей в это событие работе (например, $12 + 8 = 30$; $15 + 6 = 21$, максимальное значение имеет работа 2–3). Для завершающего события значение левого сектора переписывается в правый (рисунок 1.3, в).

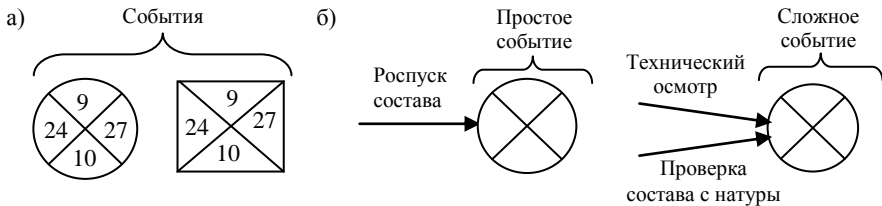


Рисунок 1.2 – Графическая интерпретация событий

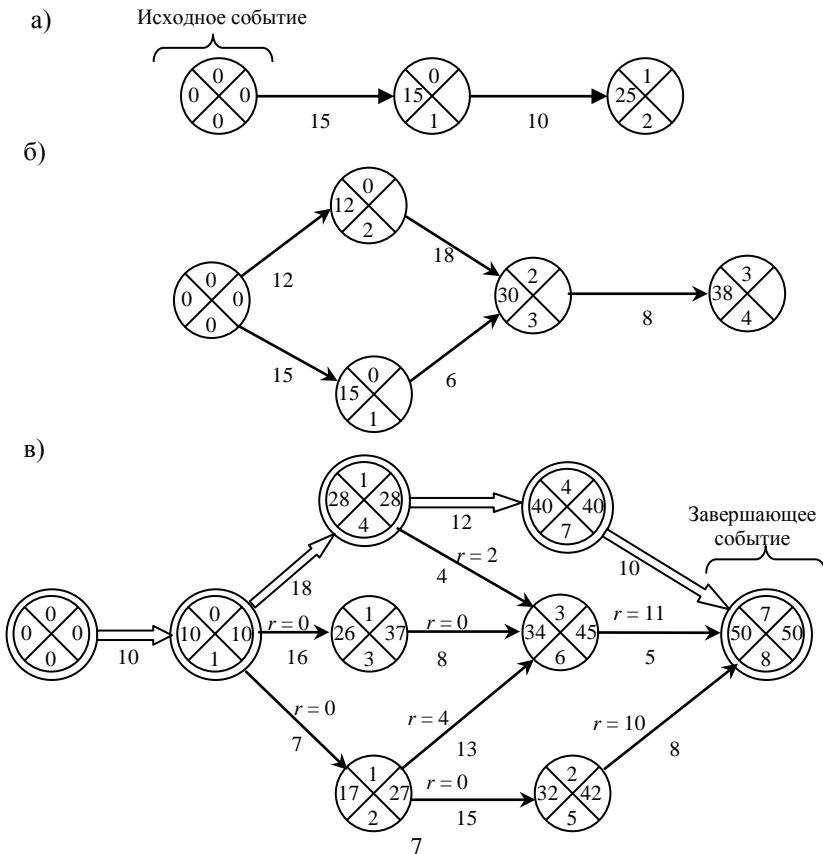


Рисунок 1.3 – Порядок построения сетевых графиков

При определении значений правого сектора событий расчет ведут от завершающего события к исходному. Из значений правого сектора конечного события вычитают продолжительность работы и записывают результат в правый сектор начального для этой работы события. Если событие разветвляется на несколько работ, то значение правого сектора такого события определяется по минимальному из всех значений, полученных по всем выходящим из него работам (например, для события 2: $45 - 13 = 32$; $42 - 15 = 27$, т. е. минимальное значение имеет работа 2–5, рисунок 1.3, в). Значение правого и левого секторов показывает сроки выполнения работ.

Цифры в правом и левом секторах событий, ограничивающих рассматриваемую работу, показывают возможный (допустимый) диапазон колебаний в сроках выполнения работ, при котором не нарушается общий установленный срок выполнения всего комплекса технологических операций. Если цифры в правом и левом секторах одинаковы, то диапазон колебаний в выполнении этой работы равен нулю. Это значит, что срок выполнения этой операции является «жестким», а его завышение приведет к замедлению выполнения всего комплекса технологических операций. Например, работы 0–1–4–7–8 (рисунок 1.3, в) должны выполняться в строго установленные сроки с тем, чтобы не изменять срок наступления завершающего события.

Одним из основных понятий сетевого графика, является понятие пути.

Путем называют любую последовательность работ и событий в сети, в которой конечное событие каждой работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы.

Полным путем называют непрерывную последовательность взаимосвязанных работ и событий, начинающуюся от исходного и заканчивающуюся у завершающего события. Длина любого пути равна сумме продолжительности составляющих его работ.

Критический путь – путь от исходного до завершающего события, для которого суммарная продолжительность выполнения работ является наибольшей по сравнению с любыми другими путями, соединяющими исходное и завершающее события.

Критический путь определяет продолжительность всего комплекса работ, предусмотренного сетевым графиком. Любая задержка работ, лежащих на критическом пути, приведет к увеличению общего срока выполнения всего комплекса операций. Для событий, лежащих на критическом пути, самые ранние и поздние сроки начала и окончания работ совпадают. Так, критический путь на сетевом графике (рисунок 1.3, в) проходит через события 0–1–4–7–8.

Работы, лежащие на некритическом пути, имеют **резервы времени** их выполнения. Различают резервы времени работ и событий. Резервы времени

работ подразделяются на **полный** и **свободный**.

Полный – максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность данной работы, не изменяя критический путь.

Полный резерв является общим для всех работ того или иного пути. Он образуется за счет более длительного выполнения работ, лежащих на критическом пути.

Полный резерв работы можно выразить следующей зависимостью:

$$R = T_L(j) - [T_E(i) + t(ij)], \quad (1.1)$$

где $T_L(j)$ – поздний допустимый срок наступления j -го события (значение правого сектора конечного события данной работы); $T_E(i)$ – ранний срок наступления события i (значение левого сектора начального события данной работы); $t(ij)$ – расчетное время выполнения работы от i -го начального события до j -го конечного.

Например, для сетевого графика, приведенного на рисунке 1.4, полный резерв времени работы 1–3 определяется как $T_L(3) = 23$ мин; $T_E(1) = 10$ мин; $t(1-3) = 7$ мин. Тогда полный резерв работы 1–3 составит $R = 23 - [10 + 7] = 6$ мин. Все работы, лежащие на некритическом пути графика 1–3–4, имеют одинаковый резерв времени – 6 минут.

Свободный – время, на которое можно увеличить продолжительность данной работы, не изменяя раннее начало последующих работ. Свободный резерв возникает за счет более длительного выполнения параллельных работ, лежащих на некритическом пути. Следовательно, свободный резерв будет иметь те работы, которые заканчиваются сложным событием. Свободный резерв времени определяется по следующей формуле:

$$r = T_E(j) - [T_E(i) + t(ij)]. \quad (1.2)$$

Таким образом, свободный резерв работы (операции) представляет собой разность самого раннего из ожидаемых времен наступления следующего за ней события $T_E(j)$ и самого раннего времени ее начала $T_E(i)$. Например, работа 2–6 (см. рисунок 1.3) имеет свободный резерв времени $r = 34 - [17 + 13] = 4$ мин.

Резерв времени события – разность между поздним и ранним сроком наступления этого события. Для события k резерв времени будет определяться следующей разностью:

$$r_c(k) = T_L(k) - T_E(k). \quad (1.3)$$

Для события 3 (рисунок 1.4) резерв времени $r_c(3) = 23 - 17 = 6$ мин.

Резерв времени любого события показывает, на какой предельно допустимый период времени можно задержать наступление этого события, не увеличивая при этом общее время окончания работ.

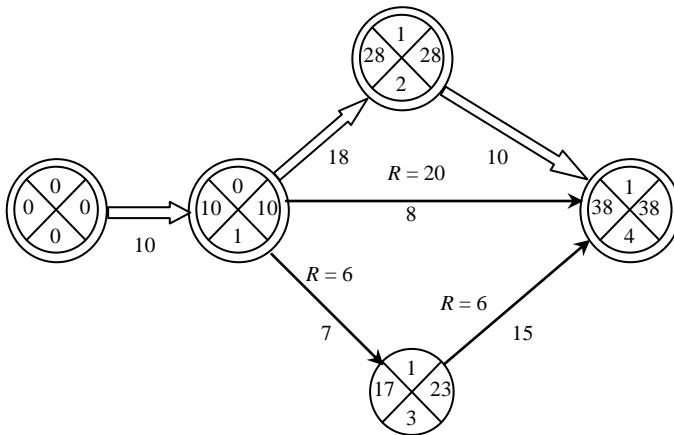


Рисунок 1.4 – Критический путь и резервы сетевых графиков

Сетевые графики разрабатываются как для станции или сортировочной системы в целом, так и для отдельных парков, маневровых районов, подразделений станций. Сетевые графики используются для решения эксплуатационных задач на станциях:

- определения мер и установления очередности работ по сокращению продолжительности операций, лежащих на критическом и околукритических путях;
- анализа выполнения технологического процесса и нахождения оптимального времени между исходными данными и завершающими событиями с учетом комплексного взаимодействия всех технологических операций;
- оптимизации процедур при оперативном планировании работы станций;
- повышения эффективности системы оперативного контроля станционным и маневровым диспетчерами за реализацией технологического процесса.

Пример расчета

Требуется разработать сетевой график обработки вагонопотока, поступившего в расформирование во внутриреспубликанском сообщении, рисунок 1.5.

Перед составлением сетевого графика необходимо составить перечень

работ и событий обработки состава поезда в парке приема, а также установить нормы времени на выполнение всех операций. Для этого используется технологический график обработки поезда (рисунок 1.5).

Операция	Последовательность выполнения и время, мин		Исполнитель
	до прибытия	после прибытия поезда	
Получение ТГНЛ и планирование работы с поездом	Заблаговременно		ДСЦ, ДСП, СТЦ, работники ПКО, ПТО
Получение сообщения об отправлении поезда с соседней станции	□ 1		ДСП соседней станции, ДСП
Оповещение причастных работников о пути приема, времени и назначении поезда	□ 1		ДСП, работники ПТО, ПКО, СТЦ
Задание на закрепление состава	□ 1		ДСП, ДСПШ
Выход причастных работников к пути приема поезда	□ 3		Работники ПТО, ПКО, СТЦ
Закрепление состава и доклад об этом ДСП	■	2	ДСПШ, ДСП
Уборка поездного локомотива		3	ДСП, ТЧМ
Ограждение состава и предъявление к осмотру		1	Оператор ПТО, ДСП
Техническое обслуживание		60	ПТО
Коммерческий осмотр		40	ПКО
Передача сообщения о результатах ТО состава		5	Работники ПТО
Передача сообщения о результатах КО состава		5	Работники ПКО
Снятие ограждения		1	Операторы ПТО
Проверка состава с «натурой»		15	Операторы СТЦ
Прием документов от локомотивной бригады и доставка их в СТЦ, ПКО		5	Работники СТЦ
Обработка документов СТЦ		20	Операторы СТЦ




Контроль условий погрузки			Работники ПКО
Корректировка ГНЛ по результатам обработки СТЦ, ПТО, ПКО	5		Оператор СТЦ
Выдача сортировочного листа			
Общая продолжительность		76	

Рисунок 1.5 – Технологический график обработки состава поезда, поступившего в расформирование во внутриреспубликанском сообщении

При установлении перечня работ выбирается необходимая степень их детализации. Например, технический осмотр состава принимается как единая операция, хотя она является сложной. Расчленение этой операции на более элементарные, производится при разработке сетевого графика технического осмотра поезда работниками ПТО. Перечень работ сетевого графика обработки состава поезда, поступившего в расформирование во внутриреспубликанском сообщении, представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень работ по обработке поезда, поступившего в расформирование во внутриреспубликанском сообщении

Определяющие события (коды)	Наименование работы (операции)	Исполнитель
0-1	Закрепление состава и доклад об этом ДСП	ДСПП, ДСП
0-2	Прием документов от локомотивной бригады и доставка их в СТЦ	Операторы СТЦ
0-5	Проверка состава с «натуры»	Операторы СТЦ
1-3	Уборка поезда локомотива	ДСП, ТЧМ
2-6	Обработка документов в СТЦ	Операторы СТЦ
2-7	Зависимость между приемом документов и контролем условий погрузки	Работники ПКО
3-4	Ограждение состава	Оператор ПТО
4-9	Зависимость между коммерческим осмотром и передачей сообщения о результатах коммерческого осмотра	Работники ПКО
4-12	Зависимость между техническим обслуживанием и передачей сообщения о результатах	Работники ПТО

	технического обслуживания	
4-13	Техническое обслуживание	Работники ПТО
4-10	Коммерческий осмотр	Работники ПКО
5-6	Зависимость между проверкой состава с натуры и обработкой документов в СТЦ	Операторы СТЦ
6-8	Корректировка ТГНЛ по результатам обработки документов в СТЦ	Операторы СТЦ
7-10	Контроль условий погрузки	Работники ПКО

Окончание таблицы 1.1

Определяющие события (коды)	Наименование работы (операции)	Исполнитель
8-10	Зависимость между корректировкой ТГНЛ по результатам обработки документов в СТЦ и корректировкой ТГНЛ по результатам обработки ПКО	Операторы СТЦ
9-10	Передача сообщения о результатах коммерческого осмотра состава	Работники ПКО
10-11	Корректировка ТГНЛ по результатам коммерческого осмотра состава	Операторы СТЦ
11-13	Зависимость между корректировкой ТГНЛ по результатам обработки документов ПКО и корректировкой ТГНЛ по результатам обработки ПТО	Операторы СТЦ
12-13	Передача сообщения о результатах ТО состава	Работники ПТО
13-14	Снятие ограждения	Операторы ПТО
13-15	Корректировка ТГНЛ по результатам обработки технического обслуживания	Операторы СТЦ
14-16	Зависимость между снятием ограждения и выдачей сортировочного листа	Операторы СТЦ, ТЧМ, ДСП
15-16	Выдача сортировочного листа	Операторы СТЦ

Далее на основании установленных работ таблицы 1.1 строится сетевой

график рассматриваемого процесса (рисунок 1.6).

Как видно из разработанного графика, на критическом пути лежат следующие работы: 0-1; 1-3; 3-4; 4-13; 13-15; 15-16. Общая продолжительность их составляет 76 минут. Таким образом, критический путь проходит через работы, которые выполняются непосредственно с составом: закрепление состава, ограждение состава, технический осмотр, корректировка ТГНЛ и выдача сортировочного листа. Операции, выполняемые с документами или одновременно с документами или составом, имеют резервы времени (рисунок 1.6). Таким образом, для обеспечения заданных нормативов обработки составов в парке приема, необходимо обеспечить данный технологический процесс ресурсами – бригадами ПТО, маневровыми локомотивами и бригадами, операторами ПТО.

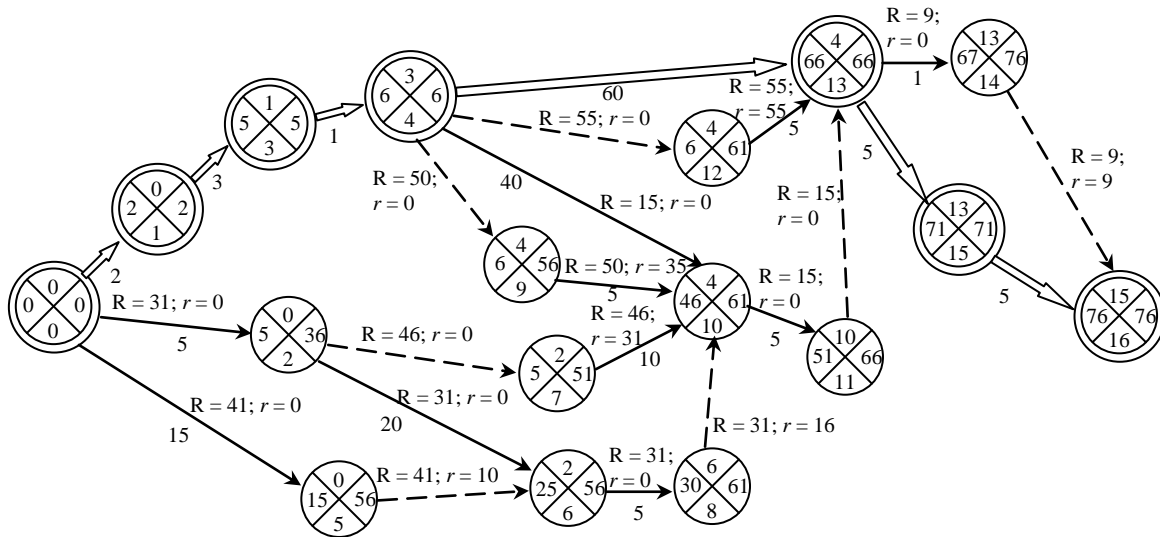


Рисунок 1.6 – Сетевой график и резервы обработки поезда, поступившего в расформирование во внутривеспубликанском сообщении

Контрольные вопросы

- 1 Дайте понятие сетевого графика.
- 2 Из каких основных элементов состоит сетевой график? Виды работ и событий в сетевом графике.
- 3 Дайте понятие пути в сетевом графике. Полный и критический пути.
- 4 Что такое резерв времени работ и событий? Как определяется полный и свободный резервы времени работ?

Практическая работа № 2

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРОПУСКА ДЛИННОСОСТАВНЫХ И ПОВЫШЕННОЙ ДЛИНЫ ПОЕЗДОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ УЧАСТКЕ

Цель работы. Изучить технологию формирования и пропуска поездов длинносоставных (Д), повышенной длины (ПД) на железнодорожном участке. Получить навыки выполнения инженерных расчетов параметров пропуска Д, ПД поездов и их использования при разработке технологических процессов работы станций и графика движения поездов.

Сведения из теории

Организация движения поездов с составом более установленной нормы является эффективным технологическим решением, но требует разработки специальной технологии формирования таких поездов на технических станциях, пропуска их по участкам инфраструктуры и приема на станции расформирования. Кроме того, при организации движения поездов необходимо учитывать ряд технических требований и ограничений по пропуску их на участках инфраструктуры и по использованию подвижного состава.

Технические и технологические условия организации движения Д, ПД поездов учитываются при разработке технологических процессов железнодорожных станций, графика движения поездов (ГДП), технологии эксплуатации локомотивов, технологии работы пунктов технического обслуживания вагонов, коммерческого осмотра вагонов и других нормативных документов объектов железной дороги.

Длинносоставным грузовым поездом (Д) является грузовой поезд, длина которого превышает норму длины, установленную графиком движения на участке следования этого поезда.

Поездом грузовым повышенной длины (ПД) является грузовой поезд, длина которого в условных единицах (осях) – 350 и более осей.

Кроме ПД, Д поездов могут формироваться поезда тяжеловесные (Т), повышенного веса (ПВ) и соединенные (СП) [3].

Д, ПД поезда должны быть сформированы с учетом ограничений:

- по длине приемо-отправочных путей;
- силе тяги локомотива;
- мощности устройств электроснабжения.

Организация движения поездов Д, ПД поездов допускается в любое время суток на однопутных и двухпутных участках. Для регулярного движения Д, ПД поездов в ГДП выделяются специализированные «нити», а также согласовывается их пропуск между смежными диспетчерскими участками.

Пропуск Д, ПД поездов на железнодорожном участке осуществляется с учетом ограничений по длине приемо-отправочных путей промежуточных станций участка. Такие поезда пропускаются, как правило, по главным путям промежуточных станций участка.

Для регулярного движения Д, ПД поездов в ГДП целесообразно прокладывать максимально возможное число ниток, по которым могут следовать такие поезда. В этом случае их можно отправлять по свободному расписанию, что способствует значительному сокращению простоя составов в ожидании отправления. Однако, прокладывая максимальное число ниток в графике, не следует забывать и о возможном снижении технической скорости, так как не всегда можно обеспечить следование поездов без обгонов и скрещений.

Организация безостановочного проследования Д, ПД поездов со станции формирования до станции назначения осуществляется с учетом расписания движения пассажирских поездов.

Пропуск поездов планируется так, чтобы можно было выполнить все ремонтные работы на участке, убрать и развезти вагоны с местным грузом, организовать пополнение поездов и прицепку к ним групп вагонов. При этом учитывают подвод Д, ПД поездов к узлам по периодам, обеспечивающим беспрепятственный их прием на техническую станцию.

В процессе регулирования движения возможны следующие приемы:

- отправление поездов с учетом минимального съема пропускной способности при обеспечении наилучшего использования участков инфраструктуры БЧ;
- безостановочный пропуск поездов Д, ПД при скрещении с поездами встречного направления;
- организация езды на зеленый огонь светофора, с постоянным информированием машинистов по радиосвязи о поездном положении на участке и порядке следования;
- отправление Д, ПД поездов вслед за пассажирскими для обеспечения безостановочного следования и бесперебойного энергоснабжения на фидерной зоне;

– пропуск поездов Д, ПД через станции, расположенные перед участками с тяжелым профилем с максимальной допускаемой скоростью по зеленому огню светофоров.

При необходимости организации скрещений и обгонов следует определять минимальное количество промежуточных станций, на которых возможно скрещение, а также станций, где необходимо удлинить станционные пути.

При удлинении станционных путей на направлении важно определить минимальное необходимое количество таких обгонных пунктов или промежуточных станций, чтобы обеспечить обгоны Д, ПД поездов. Если удлиняются пути в первую очередь только на этих станциях, то первоначальные затраты на удлинение путей могут быть значительно сокращены. При этом интенсивность использования таких станций для обгонов значительно возрастает.

Необходимое число обгонных пунктов, которые с наибольшей надежностью обеспечат возникающие обгоны поездов, может быть определено по следующей формуле:

$$K_{\text{оп}} = \frac{60L \left(1 - \frac{1}{\Pi}\right) (1 - \Delta)}{v_{\text{уч}}^{\text{гр}} I_{\text{рс}}} + 1, \quad (2.1)$$

где L – длина участка, км; $v_{\text{уч}}^{\text{гр}}$ – участковая скорость следования грузового поезда, км/ч; Δ – отношение времени хода пассажирского поезда к грузовому; Π – число перегонов на участке; $I_{\text{рс}}$ – средний интервал между грузовыми поездами, мин,

$$I_{\text{рс}} = \frac{1440}{N_{\text{гр}}}, \quad (2.2)$$

$N_{\text{гр}}$ – число грузовых поездов на железнодорожном участке, пар/сут.

Д, ПД поезда должны находиться под постоянным контролем ДНЦ. На графике исполненного движения нитки Д, ПД поездов отображаются сплошной одиночной линией с добавлением к номеру буквы: «Д» – длинно-составный, «ПД» – повышенной длины. Далее за буквами указывается длина поезда в вагонах, например, 2204 Д-71, т. е. поезд № 2204 длинносоставный, длина состава – 71 вагон.

Технология формирования Д, ПД поездов на технических станциях

Формирование поездов Д, ПД в зависимости от технологии работы железнодорожной станции, как правило, осуществляется:

– из вагонов, накапливаемых на одном сортировочном пути и размещаемых в пределах полезной длины путей;

– вагонов, накапливаемых на двух и более сортировочных путях (при недостаточной длине сортировочного пути), с отдельным накоплением основной и добавочной частей.

В зависимости от путевого развития и технологии работы железнодорожной станции объединение основной и добавочной частей состава осуществляется:

- на сортировочно-отправочных путях;
- сортировочных путях до перестановки на пути отправления;
- путях отправления после перестановки, с выставлением на разные пути отправления.

ДНЦО (ДГПС) на основании результатов разработки текущих планов поездной работы по 4-часовым периодам и не позднее 4 часов до отправления поезда, уведомляет дежурного по основному (оборотному) депо и ЭЦ о назначении поездов Д, ПД.

ДНЦ для принятия решения о формировании поезда Д, ПД устанавливает:

– через работников железнодорожных станций, осуществляющих формирование указанных поездов (ДСП, ДСЦ) наличие на железнодорожной станции вагонов данного назначения сверх нормы массы или длины поезда, установленной ГДП;

– через ТНЦ и дежурного по основному (оборотному) депо наличие на железнодорожной станции или в локомотивном депо локомотива, соответствующего требованиям 6.1 [3] для ведения такого поезда, а также локомотивной бригады, соответствующей квалификации и требованиям 6.2 [3];

– совместно с ДСП и ДСЦ прогнозное время готовности этого поезда к отправлению, определяет нитку ГДП;

– возможность беспрепятственного и безопасного пропуска поезда Д, ПД по участку инфраструктуры БЧ и передачи на участки смежных ДНЦ;

– возможность приема указанного поезда попутными техническими железнодорожными станциями и железнодорожной станцией назначения.

При обеспечении всех указанных условий ДНЦ:

– дает распоряжение железнодорожной станции на формирование поезда Д, ПД на конкретную нитку графика;

– сообщает локомотивной бригаде заблаговременно по радиосвязи или через дежурного по основному (оборотному) депо необходимую информацию о характере поезда;

– устанавливает контроль за ходом подготовки поезда к отправлению по докладам ДСП (ДСЦ).

ДСЦ руководит окончанием формирования поездов Д, Т, ПВ, ПД, ПВД. Он дает указания ДСП, ДСПГ и причастным работникам на расстановку вагонов в соответствии с требованиями ПТЭ и 4.15, 6.3 [3], перестановку частей состава поезда Д, ПД и объединение частей состава поезда перед

отправлением. ДСЦ (ДСП) также предъявляет вагоны к техническому обслуживанию и коммерческому осмотру частей состава в соответствии с технологическим процессом работы железнодорожной станции.

При накоплении отдельно основной и добавочной частей состава поезда Д, ПД объединение частей состава в зависимости от технологии работы железнодорожной станции может осуществляться поездным (рисунок 2.1) или маневровым локомотивом (рисунок 2.2).

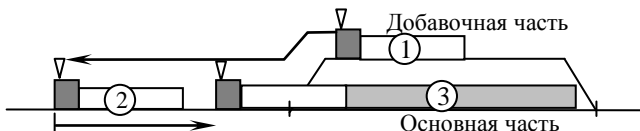


Рисунок 2.1 – Схема объединения частей состава поезда Д, ПД поездным локомотивом

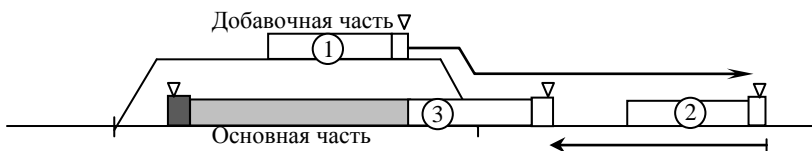


Рисунок 2.2 – Схема объединения частей состава поезда Д, Т, ПВД маневровым локомотивом

При наличии на путях отправления стационарной компрессорной установки производится полное опробование автотормозов вагонов до момента перестановки добавочной части состава. В месте соединения частей состава работниками ПТО проверяется правильность сцепления вагонов и соединения рукавов воздушной магистрали. После соединения состава производится опробование автотормозов (рисунок 2.3).

Операция	Продолжительность, мин
Приготовление маршрута для перестановки добавочной части	1
Перестановка добавочной части состава на другой путь и прицепка к составу	5...10
Закрепление состава, отцепка и уборка маневрового локомотива	5...7
Прицепка поездного локомотива, проба автотормозов, снятие закрепления и отправление	25
Общая продолжительность	36...43

Рисунок 2.3 – Технологический график объединения частей состава

и отправления длинносоставного поезда

Состав поезда Д, ПД может быть образован пополнением транзитного поезда.

Группа вагонов для прицепки к транзитному поезду заблаговременно подготавливается в техническом и коммерческом отношении и при необходимости выставляется на приемо-отправочный путь для выполнения маневровой работы по прицепке добавочной части. Пополнение транзитного поезда осуществляется маневровым локомотивом.

На станциях с недостаточной длиной приемо-отправочных путей обработка составов Д, ПД поездов может производиться с занятием стрелочных горловин, соединительных, ходовых и других путей.

В техническо-распорядительных актах и технологических процессах станций с учетом местных условий устанавливается порядок расформирования, формирования и обработки составов Д, ПД поездов, обеспечивающий максимальную параллельность выполнения операций и сокращение враждебности маршрутов поездных и маневровых передвижений на станции.

Технология приема и обработки поездов Д, ПД на технических станциях.

Прием поездов Д, Т, ПВ, ПД, ПВД на железнодорожную станцию может осуществляться:

- обычным порядком в пределах полезной длины путей;
- с занятием стрелочных горловин, соединительных, ходовых и других путей без отцепки части состава поезда, не вмещающей в пределы полезной длины пути;
- с занятием стрелочных горловин, соединительных, ходовых и других путей с последующей отцепкой части состава поезда, не вмещающей в пределы полезной длины пути и перестановкой на другой путь.

Планирование маневровой работы по отцепке и перестановке части состава поезда, не вмещающей в пределы полезной длины пути от прибывшего поезда Д, ПД осуществляется ДСЦ (ДСП).

Отцепка части состава поезда, не вмещающей в пределы полезной длины пути, и перестановка на другой путь осуществляется, как правило, в головной части состава поездным локомотивом (рисунок 2.4), в хвостовой – маневровым локомотивом (рисунок 2.5).

После перестановки не вмещающей части состава поезда на свободный путь ограждение и обработка частей состава в техническом и коммерческом отношении осуществляется порядком, предусмотренным ТРА станции, технологическим процессом работы железнодорожной станции.

ДСЦ (ДСП) доводит до сведения причастных работников последовательность обработки основной и добавочной частей состава поезда.

Д, ПД поезда, длина которых не превышает полезной длины путей парка прибытия, принимаются, обрабатываются и расформируются обычным порядком на выделенных для таких поездов путях приема.

Операция	Продолжительность, мин
Закрепление состава, отцепка не уместившихся на пути приема вагонов головной части поезда, вручение ТЧМ радиостанции	3...5
Перестановка отцепленной части состава на другой путь поездным локомотивом	5...10
Закрепление вагонов и отцепка поездного локомотива	3
Общая продолжительность	11...18

Рисунок 2.4 – Технологический график операций перестановки головной части состава длинносоставного поезда поездным локомотивом

Операция	Время, мин
Приготовление маршрута для заезда маневрового локомотива в хвост прибывшего поезда	1
Заезд маневрового локомотива	2...3
Отпуск автотормозов и закрепление состава	5...15
Отцепка не уместившихся на путь вагонов хвостовой части поезда	3
Перестановка части состава на другой путь	5...15
Закрепление отцепленной части состава, отцепка и уборка маневрового локомотива	3...4
Общая продолжительность	18...35

Рисунок 2.5 – Технологический график операций перестановки хвостовой части вагонов состава маневровым локомотивом

Пример расчета

Необходимо разработать технологию обработки длинносоставного поезда по отправлению на станции Орша-Центральная и по прибытию на станцию Минск-Сортировочный, а также оценить возможность пропуска длинносоставного поезда по участку Орша – Минск.

В качестве исходных данных выступают следующие данные:

- количество вагонов в составе поезда $m = 87$ и вес поезда $Q = 5700$ т;
- длины приемо-отправочных путей для производства операций обгона и скрещения на участке Орша – Минск:

Станция	Длина путей, l , м	Станция	Длина путей, l , м	Станция	Длина путей, l , м	Станция	Длина путей, l , м

Коханово	900	Крупки	850	Жодино	850	Колодищи	900
Толочин	1100	Приямино	925	Жр. Знамя	850	Озерище	875
Славное	1175	Новосады	1025	Смолевичи	900	Степянка	875
Бобр	875	Борисов	850	Городище	850	Минск-Восточный	800

– скорость следования грузового поезда $v_{вч} = 55,2$ км/ч; длина участка Орша – Минск $l_{вч} = 217$ км;

– время обработки состава на технической станции, приходящееся на один вагон $t_{обр} = 1$ мин;

– время хода длиннооставных поездов на участке Орша-Центральная – Минск-Сортировочный по перегонам (t_x):

Перегон	Время хода по перегону, t_x мин
Орша-Центральная – Хороброво	9
Хороброво – Коханово	20
Коханово – Толочин	18
Толочин-Славное	23
Славное – Бобр	10
Бобр – Крупки	13
Крупки – Приямино	14
Приямино – Новосады	10
Новосады – Борисов	12
Борисов – Жодино	16
Жодино – Красное Знамя	10
Красное Знамя – Смолевичи	10
Смолевичи – Городище	17
Городище – Колодище	7
Колодище – Озерище	4
Озерище – Степянка	5
Степянка – Минск-Восточный	7
Минск-Восточный – Минск-Пассажирский	6
Минск Пассажирский – Минск-Сортировочный	9

– расписание движения пассажирских поездов на участке Орша – Минск в период времени с 6-00 до 10-00:

Номер поезда	Время отправления со станции Орша-Центральная	Время прибытия на станцию Борисов	Время отправления со станции Борисов	Время прибытия на Минск-Пассажирский (Институт Культуры)
11	3-07	4-30	4-30	5-32
195	3-21	4-56	4-59	6-34
3/7	3-55	5-14	5-15	6-09
6009	4-22	6-49	7-22	(9-02)
1	4-55	–	–	7-29
51	5-27	6-56	6-59	7-58
21	5-41	7-07	7-07	8-06
131	5-49	7-14	7-17	8-21
6011	6-23	8-39	8-41	10-18
515	7-16	8-45	8-45	9-50
35/457	7-44	9-19	9-22	10-31
551	7-52	9-59	9-59	10-59

117	8-23	9-50	9-53	10-50
63	8-41	10-28	10-31	11-46
6015	8-51	11-15	11-17	13-01
57	9-24	10-57	11-00	12-15

Технология формирования и обработки длинносоставных и поездов повышенной длины на станции Орша-Центральная по отправлениям.

Формирование грузовых длинносоставных поездов осуществляется по предварительному согласованию с ДНЦ. Составы длинносоставных поездов формируются из вагонов, накапливаемых, как правило, на двух путях сортировочно-отправочного парка, причём на одном пути формируется основная, а на другом – добавочная часть состава. Соединение основной и добавочной частей состава осуществляется в зависимости от длины состава и занятости стрелочных горловин либо до предъявления к техническому обслуживанию и коммерческому осмотру или их отдельно предъявляют к техническому обслуживанию и коммерческому осмотру. После обработки обеих частей состава маневровым локомотивом добавочная часть подставляется к основной. В месте соединения частей состава работниками ПТО проверяется правильность сцепления вагонов и соединения рукавов воздушной магистрали. На станции Орша-Центральная нечетный длинносоставный поезд в зависимости от поездной обстановки может формироваться на одном из путей парка «Г» с занятием стрелок четной стороны парков «В» и «Г» по направлению 18-го и 19-го соединительных путей. Сформированный поезд закрепляется тормозными башмаками с обеих сторон согласно нормам, указанным в ТРА станции (рисунок 2.6).

Состав длинносоставного поезда может быть также образован пополнением транзитных поездов с головы и с хвоста предварительно сформированной и обработанной группой вагонов.

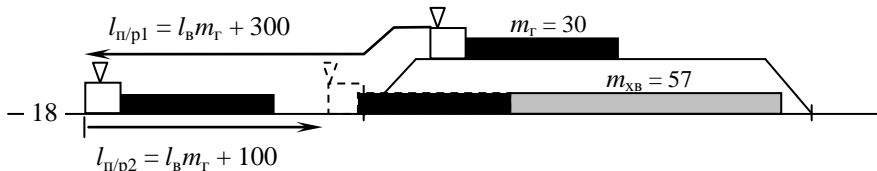


Рисунок 2.6 – Схема объединения двух частей состава в длинносоставный поезд

Время объединения двух частей состава будет состоять из двух полураёсов, времени на перемену направления движения, подготовительно-заключительных операций с учетом враждебности,

$$T_{пер} = t'_{пер} + t_{пд} + t_{пз}, \quad (2.3)$$

где $t_{пд}$ – время на перемену направления движения, 0,15 мин; $t_{пз}$ – время на подготовительно-заключительные операции (получение распоряжения на

маневровую работу, доклад о выполнении маневровой работы), 0,67 мин.

$$t'_{\text{пер}} = (t_{\text{iv/p1}} + t_{\text{iv/p2}})K_{\text{вр}}. \quad (2.4)$$

Коэффициент враждебности перестановки для станции Орша-Центральная $K_{\text{вр}} = 1,13$.

Время на выполнение полурейсов перестановки

$$t_{\text{iv/p}} = (0,0407 + 0,0017m_t) \frac{v}{2} + 0,06 \frac{l_{\text{iv/p}}}{v}. \quad (2.5)$$

Согласно заданию длина состава $m = 87$ вагонов. Тогда обработка состава будет осуществляться на двух путях с объединением частей на пути, где располагается основная часть, определяемая исходя из нормы составов, которые формируются в данном направлении (участок Орша – Минск – 57 условных вагонов). Таким образом, величина добавочной части составит 30 вагонов.

Время перестановки:

$$t_{\text{iv/p1}} = (0,0407 + 0,0017 \cdot 30) \cdot \frac{25}{2} + 0,06 \frac{735}{25} = 3 \text{ мин};$$

$$t_{\text{iv/p2}} = (0,0407 + 0,0017 \cdot 30) \cdot \frac{15}{2} + 0,06 \frac{535}{15} = 2,9 \text{ мин};$$

$$t'_{\text{пер}} = (3 + 2,9) \cdot 1,13 = 6,67 \text{ мин};$$

$$T_{\text{пер}} = 6,67 + 0,15 + 0,67 = 7,49 \text{ мин}.$$

На основании выполненных расчетов составляется технологический график объединения частей длинносоставного поезда на станции Орша-Центральная (рисунок 2.7).

На основе анализа ГДП разрабатывается технология пропуска длинносоставных поездов по участку Орша – Минск на период с 3-00 до 10-00. Для чего используется расписание движения пассажирских поездов на заданном участке с 3-00 до 10-00, данное расписание наносится на сетку графика движения поездов и производится оценка возможности безостановочного пропуска длинносоставных поездов по участку (рисунок 2.8).

Наименование операции	Время, мин
Приготовление маршрута для перестановки добавочной части	1
Перестановка добавочной части состава на другой путь и прицепка к основной части состава	8
Закрепление состава, отцепка и уборка маневрового локомотива	5
Прицепка поездного локомотива, опробование автотор-	25

мозов, снятие закрепления и отправление	
Общая продолжительность	

Рисунок 2.7 – Технологический график объединения частей состава длинносоставного поезда на станции Орша-Центральная

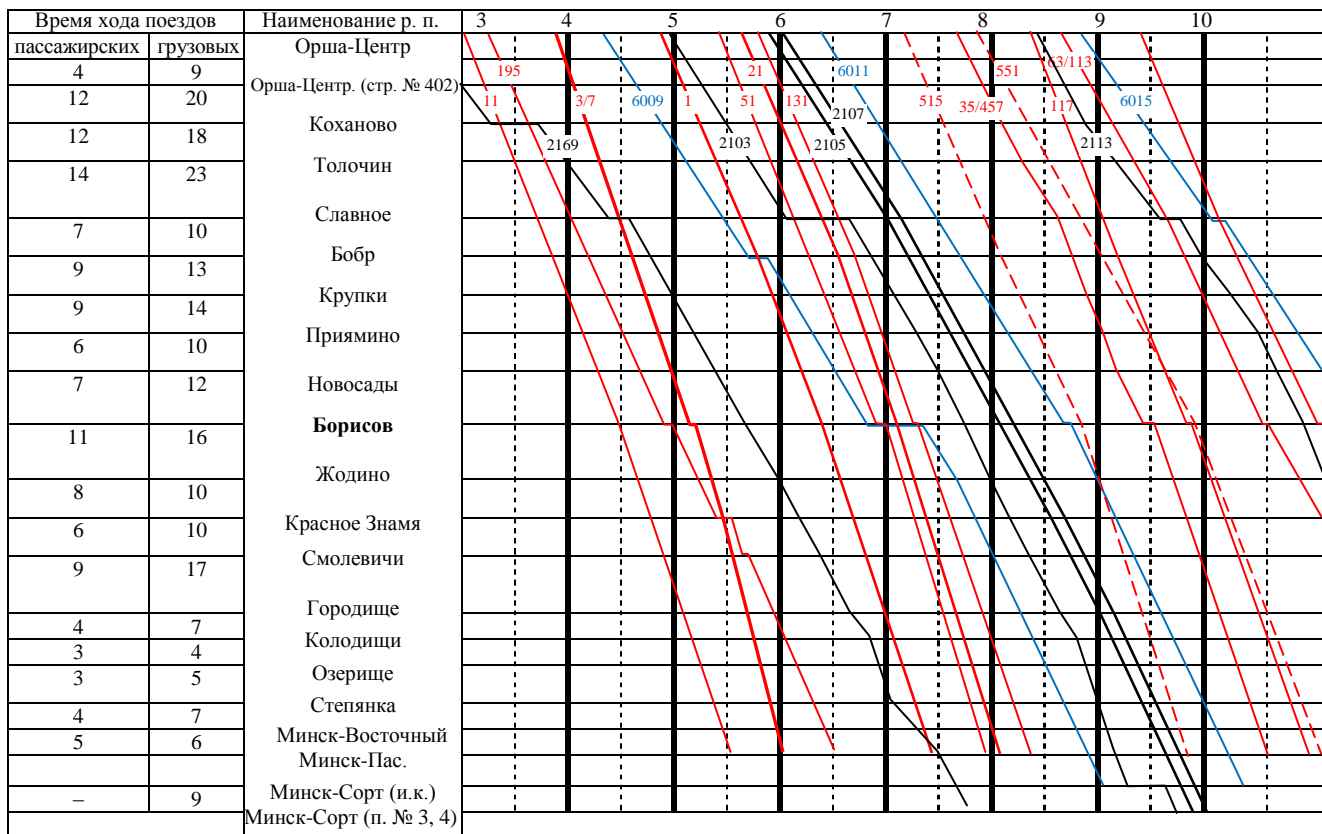


Рисунок 2.8 – Фрагмент графика движения поездов в нечетном направлении на участке Орша – Минск

Анализ графика, приведенного на рисунке 2.8, позволяет сделать вывод, что для обеспечения безостановочного следования поездов повышенного веса и длины возможно отправление указанных поездов, вслед за пассажирскими в интервале с 5-50 до 6-20, в данный период времени может быть проложено две нитки грузовых поездов (см. рисунок 2.8), в оставшееся же время безостановочный пропуск длинносоставных поездов на участке невозможен. Так как предоставляемый интервал для безостановочного пропуска поездов невелик, необходимо предусмотреть прокладку длинносоставных поездов на участке Орша – Минск с остановками для обгона пассажирскими поездами. При необходимости организации обгонов, необходимо определить минимальное количество промежуточных станций, на которых возможен обгон, число таких станций определяется по формуле (2.1).

Для рассматриваемого примера:

– длина участка $L = 217$ км;

– скорость следования грузового поезда $v_{гр} = 55,2$ км/ч;

– отношение времени хода пассажирского поезда к грузовому $\Delta = 0,65$;

– число перегонов на участке $\Pi = 19$;

– интервал между грузовыми поездами, $I_{гс} = 44$ мин.

Минимальное число промежуточных станций

$$K_{оп} = \frac{60 \cdot 217 \left(1 - \frac{1}{19}\right) (1 - 0,61)}{44} + 1 = 3 \text{ станции.}$$

Для определения станций, на которых возможен обгон длинносоставных поездов пассажирскими, производится анализ длины приемо-отправочных путей промежуточных станций участка.

Для рассматриваемого примера построена сравнительная диаграмма длины станционных путей промежуточных станций участка Орша – Минск (рисунок 2.9).

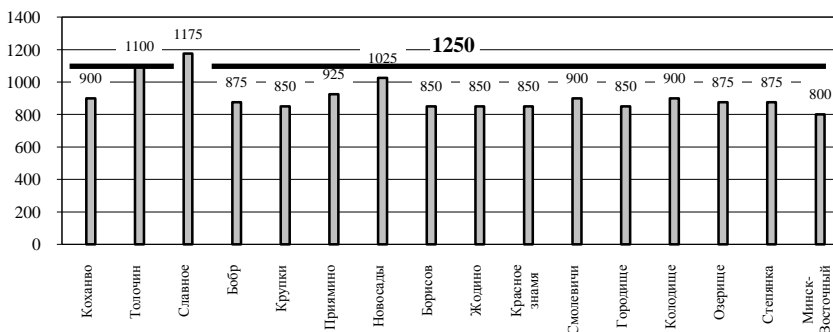


Рисунок 2.9 – Диаграмма длины станционных путей участка Орша – Минск

Из данных, приведенных на рисунке 2.9, следует, что станциями, которые с наибольшей надежностью обеспечат возникающие обгоны поездов, являются станции Толочин, Славное, Новосады, однако станции Толочин и Славное расположены на одном перегоне, поэтому для организации обгона выбираются станции Коханово, Славное и Новосады. Исходя из выбранных станций для обгона на рисунке 2.8 прокладываются грузовые поезда № 2169, 2103, 2113. По указанным ниткам могут следовать длинносоставные поезда.

Далее, после организации пропуска длинносоставных поездов по участку Орша – Минск, разрабатывается технология обработки прибывших в расформирование длинносоставных поездов на станции Минск-Сортировочный.

При получении сообщения об отправлении поезда повышенного веса, длины, длинносоставного, тяжеловесного с соседней станции ДСП-1 согласовывает путь приема с ДСЦС, определяет порядок работы с ним и принимает меры для обеспечения беспрепятственного приёма поезда на станцию.

О предстоящем прибытии поезда ДСП-1 извещает по двусторонней парковой связи причастных работников о номере поезда, условной длине, пути приема поезда и указывает вид предстоящей работы (протягивание, осаживание, отцепка, если таковые операции будут производиться).

Длинносоставные поезда, длина которых не превышает полезной длины приёмо-отправочных путей парка ПП-1, принимаются, обрабатываются и расформировываются установленным порядком. Если длина указанных категорий поездов превышает полезную длину путей парка ПП-1, то приём их осуществляется по маршруту с занятием стрелочных секций и участков горловин парков без отцепки или с последующей отцепкой части состава, не вмещающейся в пределах полезной длины пути.

Отцепка вагонов, не вмещающихся в пределах полезной длины пути, и перестановка их на другой путь парка ПП-1 осуществляется в головной части поезда поездным локомотивом станции, в хвостовой части – маневровым локомотивом.

При приеме со стороны станций Минск-Восточный поезд протягивается по IV пути в направлении II главного пути; после постановки хвостового вагона в пределах полезной длины со стороны предгорочной горловины ДСП-1 дает команду на остановку машинисту поездного локомотива. Оператор ПЦ-1 докладывает ДСП-1 номер последнего вагона основной части поезда, находящегося в пределах полезной длины пути, который останется на пути. ДСП-1 определяет по натурному листу количество вагонов остающихся на пути, доводит эту информацию до оператора ПЦ-1 и дает команду на закрепление вагонов. Оператор ПЦ-1, по указанию ДСП-1, закрепляет оставляемую часть состава принимаемого поезда, согласно установленным

нормам,

докла-

дывает об этом ДСП-1. ДСП-1 готовит маршрут протягивания и через оператора ПЦ-1 дает команду осмотрщику ПТО на расцепку поезда. Осмотрщик ПТО разъединяет тормозную магистраль и расцепляет вагоны в месте, указанном оператором ПЦ-1.

Оператор ПЦ-1 докладывает ДСП-1 о расцепке и закреплении вагонов, остающихся на пути. ДСП-1 убеждается в правильности приготовления маршрута для вытягивания переставляемой части поезда и дает команду машинисту поезда локомотива на начало движения. После вытягивания вагонов за светофор М12 ДСП-1 дает машинисту команду на остановку и готовит маршрут для осаживания вагонов на другой путь. Убедившись в правильном приготовлении маршрута, ДСП-1 предупреждает по громкоговорящей связи работников ПТО-1 и ПКО-1 об осаживании вагонов на путь и дает команду машинисту поезда локомотива на начало осаживания. После осаживания вагонов на путь ДСП-1 дает команду оператору ПЦ-1 на закрепление вагонов, информируя о количестве осей в составе поезда. После закрепления оператор ПЦ-1 докладывает ДСП-1 о закреплении состава.

Головная часть с поездным локомотивом переставляется на другой путь с включенными тормозами. Соединение тормозных рукавов вагона с маневровым локомотивом производит машинист маневрового локомотива.

После перестановки части состава производится ограждение, техническое обслуживание и коммерческий осмотр обеих частей состава установленным порядком.

Схема разъединения длинносоставного поезда на путях ПП-1 станции Минск-Сортировочный представлена на рисунке 2.10.

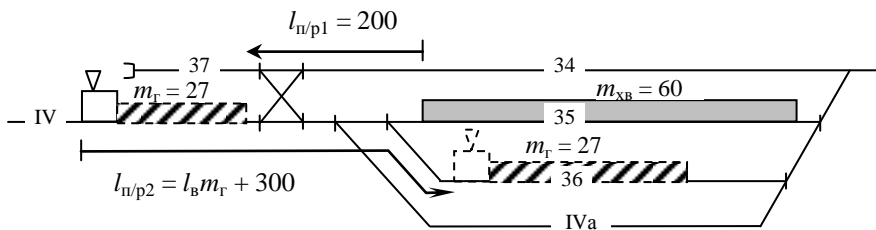


Рисунок 2.10 – Схема разъединения длинносоставного поезда на путях ПП-1 станции Минск-Сортировочный

Время разъединения состава будет состоять из двух полурайсов, времени на перемену направления движения, подготовительно-заключительных операций с учетом враждебности формул (2.3), (2.4).

Время на выполнение полурайсов перестановки определяется по формуле (2.5).

Величина отцепляемой части определяется исходя из полезной длины пути приема (в примере расчета, путь приема № 35 имеет полезную длину 60 условных вагонов, следовательно, группа отцепляемой части составит 27 условных вагонов (см. рисунок 2.10)).

Таким образом, время перестановки составит:

$$t_{\text{п/р1}} = (0,0407 + 0,0017 \cdot 27) \cdot \frac{25}{2} + 0,06 \frac{200}{25} = 1,6 \text{ мин};$$

$$t_{\text{п/р2}} = (0,0407 + 0,0017 \cdot 27) \cdot \frac{15}{2} + 0,06 \frac{705}{15} = 3,5 \text{ мин};$$

$$t'_{\text{пер}} = (3,5 + 1,6) \cdot 1,13 = 5,77 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пер}} = 5,77 + 0,15 + 0,67 = 6,59 \text{ мин.}$$

На основании выполненных расчетов составляется технологический график разъединения состава на станции Минск-Сортировочный (рисунок 2.11).

Операция	Продолжительность, мин
Закрепление состава, отцепка не уместившихся на пути приема вагонов головной части поезда, вручение ТЧМ радиостанции	5
Перестановка отцепленной части состава на другой путь	7
Закрепление отцепленной части состава, отцепка и уборка поездного локомотива	3
Общая продолжительность	15

Рисунок 2.11 – Технологически график операций перестановки головной части вагонов состава поездным локомотивом

В результате выполненной работы было определено технологическое время на объединение частей длинносоставного поезда на станции Орша-Центральная, которое составляет 39 минут, разработана технология пропуска длинносоставного поезда по участку Орша – Минск и определена общая продолжительность операций по разъединению состава на станции Минск-Сортировочный, которая составляет 15 минут.

Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение длинносоставного поезда.
- 2 Какие приемы используются в процессе регулирования движения длинносоставных поездов на участках?
- 3 Как определяется необходимое число удлинненных обгонных пунктов, которые с наибольшей надежностью обеспечат возникающие обгоны поездов?
- 4 Кратко изложите технологию обработки длинносоставных поездов на станции-

ЯХ.

Практическая работа № 3

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТЕЙНЕРНЫХ МАРШРУТОВ

Цель работы. Овладение методикой оценки организации контейнерных поездов на железной дороге на основе определения технологических параметров работы станций и участков инфраструктуры и изменения плана формирования грузовых поездов.

Сведения из теории

Контейнерные перевозки являются наиболее развивающимся видом грузовых перевозок, т. к. обладает рядом существенных преимуществ и привлекает клиентов железной дороги. При значительных объемах перевозок контейнеров становится эффективной организация специализированных контейнерных поездов, которые пропускаются по постоянному расписанию с более высокими скоростями. Такой пропуск значительно сокращает срок доставки и является конкурентным преимуществом железнодорожного транспорта.

Контейнерные поезда формируются из фитинговых платформ для перевозки контейнеров.

Контейнерные поезда могут следовать со скоростью:

- грузовых поездов установленного веса и длины;
- повышенной (ускоренные контейнерные поезда).

По критерию экономических затрат целесообразность назначения специального контейнерного поезда, следующего без реформирования до места назначения, определяется сопоставлением расходов на перевозку контейнеров в контейнерных маршрутах и одногруппных поездах установленного веса и длины. Сопоставимые затраты, зависящие от способа перевозки вагонов с контейнерами определяют в расчете на один вагон.

Выделение в самостоятельное назначение контейнерного поезда осуществляется при соблюдении условия (на один вагон)

$$E_{pq}^{\text{кп}} \leq E_{pq}^{\text{гр}}, \quad (3.1)$$

где $E_{pq}^{\text{кп}}$, $E_{pq}^{\text{гр}}$ – приведенные затраты при следовании вагонов с контейнерами соответственно в контейнерном и грузовом поезде.

Для расчета эффективности устанавливают исходный среднесуточный вагонопоток с контейнерами мощностью между станциями формирования и назначения, с учетом количества контейнеров на одном вагоне.

Расходы на перевозку контейнеров, приходящиеся на один вагон при перевозке:

– контейнерным поездом:

$$E_{pq}^{\text{кп}} = E_{\text{накр}} + n_{pq}^{\text{кп}} \left(\sum_{s=1}^k E_{\text{техс}}^{\text{кп}} + \sum_{i=1}^n E_{\text{дврpq}}^{\text{кп}} + E_q^{\text{кп}} \right); \quad (3.2)$$

– грузовым поездом:

$$E_{pq}^{\text{гп}} = E_{\text{накр}} + n_{pq}^{\text{гп}} \left(\sum_{s=1}^k E_{\text{техс}}^{\text{гп}} + \sum_{i=1}^n E_{\text{дврpq}}^{\text{гп}} + E_q^{\text{гп}} \right), \quad (3.3)$$

где $E_{\text{накр}}$ – затраты на накопление контейнеров на станции формирования, руб./сут; $n_{pq}^{\text{кп}}$, $n_{pq}^{\text{гп}}$ – мощность назначения соответственно контейнерного и грузового поезда, ваг./сут; $E_{\text{техс}}^{\text{кп}}$, $E_{\text{техс}}^{\text{гп}}$ – сумма удельных затрат на проследование контейнеров в контейнерных и грузовых поездах по техническим станциям, руб./ваг.; $E_{\text{дврpq}}^{\text{кп}}$, $E_{\text{дврpq}}^{\text{гп}}$ – сумма удельных (приходящихся на 1 вагон) затрат на продвижение контейнерных поездов по участкам, руб./ваг.; $E_q^{\text{кп}}$,

$E_q^{\text{гп}}$ – удельные затраты на простой вагонов и технологические операции на станции назначения контейнерных и грузовых поездов, руб./ваг.

Расходы, связанные с накоплением контейнеров на станции формирования поезда,

$$E_{\text{накр}} = \frac{T_{\text{нак}}}{m_k} e_{\text{вч}}, \quad (3.4)$$

где $T_{\text{нак}}$ – время накопления контейнеров на станции формирования, ч; m_k – количество контейнеров на одном вагоне; $e_{\text{вч}}$ – стоимость вагоно-часа простоя, руб.

Время накопления контейнеров при отсутствии согласованного их подвода

$$T_{\text{нак}} = 0,5 N_k^{\text{п}} t_{\text{пер}}^{\text{п}}, \quad (3.5)$$

где $N_k^{\text{п}}$ – количество контейнеров в поезде; $t_{\text{пер}}^{\text{п}}$ – период накопления контейнеров на поезд.

Расходы на проследование контейнеров в поездах по техническим станциям:

– грузовых:

$$E_{\text{тех}}^{\text{гп}} = \sum_{s=1}^K t_{\text{тр}}^{\text{гп}} (e_{\text{вч}} + c_{\text{кч}} m_k); \quad (3.6)$$

– контейнерных:

$$E_{\text{тех}}^{\text{кп}} = \sum_{s=1}^K t_{\text{тр}}^{\text{бп}} (e_{\text{вч}} + c_{\text{кч}} m_{\text{к}}), \quad (3.7)$$

где K – количество технических станций переработки вагонов с контейнерами в грузовых поездах; $t_{\text{тр}}^{\text{пер}}$, $t_{\text{тр}}^{\text{бп}}$ – простой транзитных вагонов соответственно с переработкой и без переработки на технических станциях, ч; $c_{\text{кч}}$ – стоимость контейнеро-часа, руб.

Расходы, связанные с нахождением вагона в движении:

– контейнерного:

$$E_{\text{двр}q}^{\text{кп}} = T_{\text{дв}}^{\text{кп}} (e_{\text{вч}} + c_{\text{кч}} m_{\text{к}}); \quad (3.8)$$

– грузового:

$$E_{\text{двр}q}^{\text{гп}} = T_{\text{дв}}^{\text{гп}} (e_{\text{вч}} + c_{\text{кч}} m_{\text{к}}), \quad (3.9)$$

где $T_{\text{дв}}$ – время нахождения вагона в движении в контейнерном или одногруппных грузовых поездах до станции расформирования контейнерного маршрута.

Общее необходимое условие эффективности формирования контейнерных поездов в сравнении с отправлением вагонов в грузовых поездах по плану формирования

$$n_{pq}^{\text{кп}} \left[\left(\sum_{s=1}^k E_{\text{тех}s}^{\text{кп}} + \sum_{i=1}^n E_{\text{двр}q}^{\text{кп}} + E_q^{\text{кп}} \right) - \left(\sum_{s=1}^k E_{\text{тех}s}^{\text{гп}} + \sum_{i=1}^n E_{\text{двр}q}^{\text{гп}} + E_q^{\text{гп}} \right) \right] > E_{\text{накр}}. \quad (3.10)$$

При следовании контейнерного поезда со скоростью грузового затраты $E_{\text{двр}q}^{\text{кп}} = E_{\text{двр}q}^{\text{гп}}$, в допускаемом равенстве $E_q^{\text{кп}} = E_q^{\text{гп}}$ получим

$$n_{pq}^{\text{кп}} \sum_{s=1}^k E_{\text{эк}} > E_{\text{накр}}, \quad (3.11)$$

где k – число станций переработки вагонов с контейнерами при следовании в грузовых поездах; $E_{\text{эк}}$ – экономия от проследования транзитом каждой из упомянутых станций одним вагоном в контейнерном поезде.

По критерию затрат времени экономия времени перевозки контейнеров таким поездом должна быть больше или равна времени на накопление контейнеров $T_{\text{нак}}$ на поезд:

$$N_{\text{к}}^{\text{п}} \sum_{i=1}^n n_i t_{\text{эки}} \geq T_{\text{нак}}, \quad (3.12)$$

где $N_{\text{к}}^{\text{п}}$ – количество контейнеров в поезде; n_i – число станций переработки вагонов с контейнерами при следовании в грузовых поездах; $t_{\text{эки}}$ – экономия

времени от проследования транзитом каждой из упомянутых станций контейнерным поездом.

Для решения поставленной задачи необходимо определить станции переработки вагонов с контейнерами на каждом направлении транзитных контейнеропотоков и затраты на переработку вагонов на этих станциях.

Время накопления контейнеров при отсутствии согласованного их подвода определяется по формуле (3.5). С учетом этого предельное условие выгоды контейнерного поезда

$$N_{\text{к}}^{\text{н}} \sum_{i=1}^n n_i t_{\text{эки}} \geq 0,5 N_{\text{к}}^{\text{н}} t_{\text{пер}}^{\text{н}}$$

или

$$\sum_{i=1}^n n_i t_{\text{эки}} \geq 0,5 t_{\text{пер}}^{\text{н}},$$

откуда максимально допустимый период накопления контейнеров на поезд

$$t_{\text{пер}}^{\text{max}} = 2 \sum_{i=1}^n n_i t_{\text{эки}}.$$

Зная по каждому направлению численные значения $\sum_{i=1}^n n_i t_{\text{эки}}$, можно определить время $t_{\text{пер}}^{\text{max}}$, в течение которого допустимо накапливать контейнеры на поезд. Далее рассчитывают минимальное суточное количество контейнеров, при котором выгодно назначать контейнерный поезд на данном направлении.

Пример расчета

Необходимо оценить возможность выделения маршрутов контейнерных поездов со станции Брест-Северный до станции Находка при среднесуточном числе контейнеров, отправляемых со станции Брест-Северный, $n_{\text{к}} = 40$ контейнеров в сутки и количестве контейнеров в поезде $m_{\text{к}}^{\text{н}} = 100$ контейнеров.

Для оценки эффективности назначения контейнерного поезда необходимо составить динамическую карту следования вагонопотоков (рисунки 3.1, 3.2). На динамическую карту наносится маршрут следования контейнерных поездов, который устанавливается по кратчайшему расстоянию согласно Тарифному руководству. Для этого используются стандартные программы перевозчиков железнодорожного транспорта. На карте среднесуточная мощного потока изображается ниже железнодорожной линии в виде горизонтальной диаграммы, где высота диаграммы указывает мощность контейнеропотока.

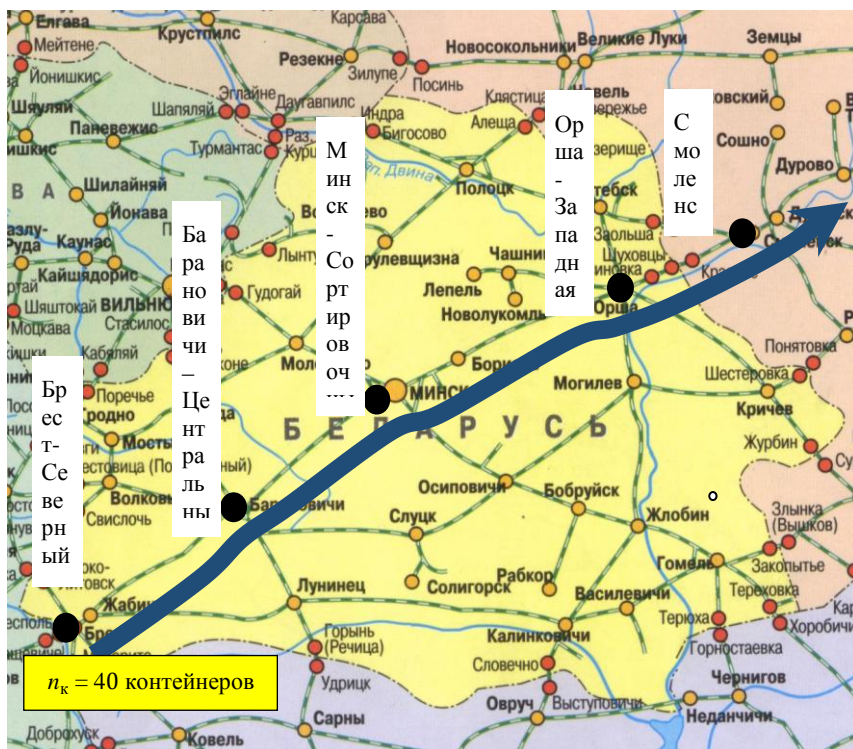


Рисунок 3.1 – Динамическая карта следования контейнеропотока со станции Брест-Северный по Белорусской железной дороге

На маршруте следования контейнеропотока устанавливаются технические станции, освобождаемые от переработки вагонов при организации вагонов с контейнерами в контейнерные маршруты. Для этого используется действующий план формирования поездов в межгосударственном и внутри-республиканском сообщениях. По выделенным техническим станциям устанавливаются нормативы времени, необходимые для расчета (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Технологические параметры по техническим станциям

Техническая станция	Технологический норматив, ч		
	$t_{б.п}$	$t_{с.п}$	$t_{эк}$
Брест-Восточный	–	14,0	5,0
Минск-Сортировочный	2,0	10,0	4,5
Бекасово	1,5	9,0	3,0
...			



Рисунок 3.2 – Динамическая карта следования контейнеропотока на маршрутном назначении со станции Брест-Северный до станции Находка

Так, согласно плану формирования на направлении Брест (Белорусская железная дорога) – Находка-Порт (Дальневосточная железная дорога) вагоны с контейнерами, отправленные в обычных грузовых поездах, перерабатываются на станциях Брест-Восточный, Минск-Сортировочный (Белорусская железная дорога), Бекасово, Юдино, Свердловск-Сортировочный, Инская, Хабаровск П, Находка (ОАО «РЖД»). При отправлении их в контейнерных поездах они проходят эти станции транзитом без переработки, т. е. освобождаются от переработки.

При этом суммарная экономия времени от прохождения каждого вагона (контейнера) без переработки составит 46,4 ч.

При перевозке в поезде 100 контейнеров будет сэкономлено
$$N_k^n \sum_{i=1}^n n_i t_{эки} = 100 \cdot 46,4 = 4640 \text{ контейнеро-часов.}$$

В этих условиях контейнерный поезд будет выгоден, если период накопления контейнеров не превысит $46,4:0,5 = 92,8$ ч, или 3,9 суток, и суточный поток составит не менее 26 контейнеров. Это свидетельствует об эффективности организации контейнерных поездов при суточном поступлении на станцию Брест-Северный 40 контейнеров в сутки.

Контрольные вопросы

- 1 Назовите экономические составляющие эффективности организации контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте.
- 2 Назовите эксплуатационные составляющие эффективности организации контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте.
- 3 Что такое динамическая карта представления контейнеропотоков на железнодорожном направлении?
- 4 Как определить сокращение времени проследования контейнерного поезда на железнодорожном направлении?

Практическая работа № 4

СТРУКТУРА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТОЙ НА ПОЛИГОНЕ ОТДЕЛЕНИЯ «В»

Цель работы: изучить основные задачи и структуру оперативного управления эксплуатационной работой на железной дороге. На основе опыта создания на железной дороге центров управления перевозками (ЦУП) и центров управления местной работы (ЦУМР) разработать и сравнить двухуровневую и трехуровневую системы оперативного управления и установить изменения функциональных обязанностей оперативных работников.

Сведения из теории

Традиционной для управления перевозочным процессом на железной дороге является трехуровневая система управления: станция – отдел перевозок – служба перевозок. Оперативный персонал этих подразделений дороги осуществляет управление в пределах своих объектов управления и возложенных на них функций.

На Белорусской железной дороге, как и на многих других железных дорогах мира, произведена концентрация оперативного управления движением поездов с отделенческого уровня на дорожный уровень и создан Центр управления перевозками (ЦУП). Создание ЦУП позволило перейти к двухуровневой структуре управления поездной работой на железной дороге.

Такая концентрация управления поездной работой вызвала необходимость реструктуризации отдела перевозок в связи с изменением объема функций. Одним из направлений реструктуризации является создание Центров управления местной работой (ЦУМР) в отделе перевозок (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 – Примерная структурная схема ЦУМР на отделении дороги (ОАО «РЖД») При трёхуровневой структуре оперативного управления диспетчерский

аппарат отдела перевозок отделения дороги включает: старшего диспетчера и его заместителей, дежурного по отделению, поездных диспетчеров, локомотивного диспетчера, диспетчера-вагонораспорядителя (диспетчера по местной работе), каждый из которых выполняет установленные функции.

При двухуровневой структуре оперативного управления и концентрации поездных и локомотивных диспетчеров в ЦУП диспетчерский аппарат ЦУМР концентрируется на организации местной работы и контроля за деятельностью железнодорожных станций.

Пример расчета

Для отделения «В» железной дороги (рисунки 4.2, 4.3) установить структуру управления с учетом создания ЦУП. В состав отделения «В» входят: три участка инфраструктуры: Н-В, Б-В, В-Д, четыре технические станции: Н, В, Д, Б; 17 станций открыты для выполнения грузовых операций.

Для организации поездной работы на отделении можно предусмотреть три поездных диспетчера и одного локомотивного диспетчера; для организации грузовой работы – одного диспетчера вагонораспорядителя.

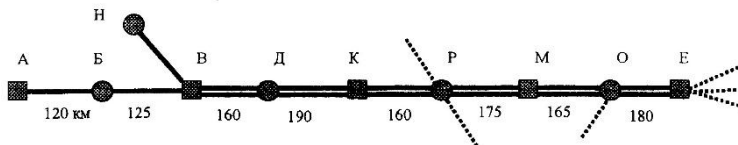


Рисунок 4.2 – Схема железнодорожного направления А-Е

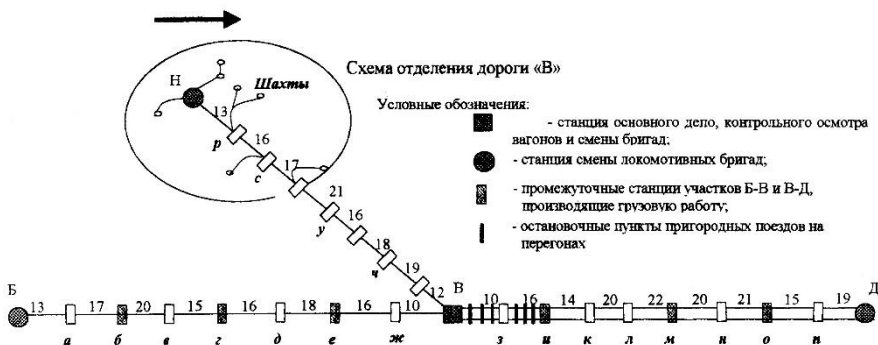


Рисунок 4.3 – Схема отделения дороги «В»

При организации на отделении «В» ЦУМР возможны два варианта оперативного управления местной работы:

– первый – функциональное распределение обязанностей: диспетчер по

организации грузовой работы и диспетчер по организации движения местных поездов;

– второй – территориальное распределение обязанностей: три диспетчера, которые организуют и грузовую работу, и движение местных поездов каждый на своем диспетчерском участке.

Расчёт глубины информации для разработки сменно-суточного и текущего планирования проводится для различных периодов планирования оперативной работы: суточные планы – 24, сменные – 12, планы поездообразования – 4 ч. Продолжительность разработки плана – 1,0 ч.

Контрольные вопросы

1 Определите составляющие трехуровневой системы оперативного управления движением поездов на железной дороге.

2 Определите составляющие двухуровневой системы оперативного управления движением поездов на железной дороге.

3 Назовите основные функции ЦУП при оперативном управлении движением поездов.

4 Назовите основные функции ЦУМР при оперативном управлении местной работой.

Практическая работа № 5

ОЦЕНКА ЗАГРУЗКИ ПОЕЗДНЫХ ДИСПЕТЧЕРОВ

Цель работы. Произвести анализ работы поездных диспетчеров для заданного диспетчерского участка, научиться определять и производить оценку загрузки ДНЦ.

Сведения из теории

В общей структуре диспетчерского управления движением поездов на участках инфраструктуры железных дорогах ключевой фигурой является поездной диспетчер. Он единолично распоряжается движением поездов в пределах своего диспетчерского круга. Никто, кроме него, не имеет права давать распоряжения по движению поездов. Целью деятельности поездного диспетчера является обеспечение движения поездов и местной работы на участке в соответствии с графиком и оперативным планом поездной работы.

При расчете загрузки поездных диспетчеров учитывается напряженный и сложный характер работы поездного диспетчера, а также вероятные последствия, к которым может привести его неправильное или ошибочное решение,

вызванное перегрузкой в работе. Выбор границ диспетчерских кругов производится в соответствии с объемом выполняемой на участке работы при условии соблюдения допускаемых норм загрузки поездных диспетчеров. Это является основным критерием при выборе и обосновании границ диспетчерских участков.

Загрузка поездного диспетчера рассчитывается за 12-часовое дежурство ($T_{см}$) по максимальному объему работы, предусмотренному действующим графиком движения поездов, по формуле

$$T_3 = \sum T_i n_i, \quad (5.1)$$

где T_i – норматив времени на выполнение i -й операции, мин; n_i – количество операций за смену.

Учитывая неравномерность движения поездов, а также дополнительные операции (в т. ч. время на личные надобности), к затратам времени добавляются 10 % продолжительности смены диспетчера, т. е. 72 мин.

Уровень загрузки поездного диспетчера определяется его коэффициентом:

$$\alpha = \frac{T_3 \cdot 100}{T_{см}}. \quad (5.2)$$

Расчетная величина не должна превышать допустимую: $\alpha \leq \alpha_{доп}$, т. е. должна быть меньше 95 % с учетом 10 % оперативного времени на отдых и личные надобности.

Общие затраты времени по выполнению ДНЦ своих функций определяются по формуле

$$T_3 = T_{оп} + T_{пп} + T_{опр} + T_{пмп} + T_{омр} + T_{д} + T_{техн}, \quad (5.3)$$

где $T_{оп}$, $T_{пп}$, $T_{опр}$, $T_{пмп}$, $T_{омр}$, $T_{д}$, $T_{техн}$ – затраты времени соответственно на оценку и прогноз поездного положения на участке, планирование пропуска поездов по участку, организацию пропуска поездов по участку, планирование местной работы, организацию местной работы, дополнительные операции и вспомогательные операции, отдых и прочие технологические перерывы.

Затраты времени на оценку и прогноз поездного положения на участке

$$T_{оп} = 18,09 + 0,96K_{уч} + 1,84K_{л}, \quad (5.4)$$

где $K_{уч}$ – количество соседних диспетчерских кругов, граничащих с исследуемым кругом; $K_{л}$ – число местных (сборных, вывозных, передаточных, диспетчерских) локомотивов, закрепленных за участком.

Затраты времени на планирование пропуска поездов.

В случае, если участок является *однопутным* и при этом поезда следуют *без отклонения* на боковой путь, то затраты времени на планирование про-

пуска поездов рассчитываются по формуле

$$T_{\text{пп}} = \left(0,209 + 0,760 \frac{N_r}{N}\right) N + \left(0,014 + 0,038 \frac{N_r}{N}\right) NH, \quad (5.5)$$

где N_r – количество грузовых поездов всех категорий (сквозных, сборных, участковых, вывозных, передаточных); N – количество поездов, обслуживаемых диспетчером за смену; NH – число поездо-станций на участке.

Если участок является *однопутным* и при этом поезда следуют *с отклонением* на боковой путь, то затраты времени на планирование пропуска поездов могут быть рассчитаны по формуле

$$T_{\text{пп}} = \left(0,094 + 0,391 \frac{N_r}{N}\right) N + \left(0,014 + 0,045 \frac{N_r}{N}\right) NH. \quad (5.6)$$

Если участок является *двухпутным* и при этом поезда следуют *без отклонения* на боковой путь, то затраты времени на планирование пропуска определяются по формуле

$$T_{\text{пп}} = \left(0,226 + 0,745 \frac{N_r}{N_{\text{гпд}}}\right) N_{\text{гпд}} + \left(0,013 + 0,040 \frac{N_r}{N_{\text{гпд}}}\right) NH_{\text{гпд}}, \quad (5.7)$$

где $N_{\text{гпд}}$ – количество грузовых и пассажирских поездов без учета региональных (пригородных); $NH_{\text{гпд}}$ – соответствующее число поездо-станций.

Если участок является *двухпутным* и при этом поезда следуют *с отклонением* на боковой путь, то затраты времени на планирование пропуска поездов могут быть рассчитаны по формуле

$$T_{\text{пп}} = \left(0,098 + 0,387 \frac{N_r}{N_{\text{гпд}}}\right) N_{\text{гпд}} + \left(0,013 + 0,040 \frac{N_r}{N_{\text{гпд}}}\right) NH_{\text{гпд}}. \quad (5.8)$$

Затраты времени на организацию пропуска поездов по диспетчерскому участку.

Если диспетчерский участок является *однопутным*, то

$$T_{\text{опр}} = 0,153N_{\text{гп}} + 0,191NH_{\text{гп}} + 0,173N_{\text{ск}} \cdot (H - H_{\text{авт}}) + 0,18N_{\text{опав}}, \quad (5.9)$$

где H – число станций на участке; $H_{\text{авт}}$ – число автономных станций на участке; $N_{\text{ск}}$ – количество грузовых (сквозных, участковых) и пассажирских поездов; $N_{\text{опав}}$ – количество поездов, отправляемых со станций автономного управления и принимаемых на них.

Если диспетчерский участок является *двухпутным*, то

$$T_{\text{опр}} = 0,125N_{\text{гп}} + 0,174NH_{\text{гп}} + 0,029N_{\text{ск}}(H - H_{\text{авт}}) + 0,08N_{\text{опав}}. \quad (5.10)$$

Затраты времени на выполнение функций планирования и организации местной работы на участке определяются по формуле

$$T_{\text{ппр}} = 0,411 \sum_{i=1}^n NH_{\text{сб}} + 0,204 \sum_{i=1}^n NH_{\text{внд}}, \quad (5.11)$$

где n – количество участков, узлов входящих в диспетчерский круг; $NH_{сб}$ – число поездостанций работы сборных поездов; $NH_{впд}$ – число поездостанций работы вывозных, передаточных поездов и диспетчерских локомотивов.

Затраты времени на выполнение функций ДНЦ, связанных с организацией местной работы.

Если диспетчерский участок *однопутный*, то данный вид затрат определяется по формуле:

$$T_{омп} = 2,016NH_p + 0,155NH_M + 0,087N_M + 0,274NH_{рай} + 6,89NH_{рду}, \quad (5.12)$$

где NH_p – число поездостанций работы сборных, вывозных и передаточных поездов; NH_M – число поездостанций местного грузового движения; $NH_{рай}$ – число поездостанций работы, находящихся на автономном управлении; $NH_{рду}$ – число поездостанций работы при управлении маневровыми передвижениями диспетчером.

Значения параметров NH_p и NH_M , определяются по формулам:

$$NH_p = NH_{сб} + NH_{впд}, \quad (5.13)$$

$$NH_M = NH + NH_{гп}. \quad (5.14)$$

Если диспетчерский участок *двухпутный*, то

$$T_{омп} = 2,018NH_p + 0,159NH_M + 0,086N_M + 0,271NH_{рай} + 6,88NH_{рду}. \quad (5.15)$$

Затраты времени на выполнение дополнительных операций

$$T_d = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6, \quad (5.16)$$

где T_1 – затраты времени на получение и запись информации со станций о наличии поездов, исправности устройств, производстве ремонтных работ и работе, выполненной на станциях за отчетные периоды; T_2 – затраты времени на запись местной работы, выполняемой на станциях; T_3 – затраты времени на составление и передачу приказов, регистрируемых в журналах диспетчерских распоряжений; T_4 – затраты времени на обмен информацией о подходе поездов с соседними отделениями; T_5 – затраты времени на подвязку локомотивов к внутриузловым, передаточным и вывозным поездам (принимается к расчету для железнодорожных узлов); T_6 – затраты времени на переговоры с машинистами локомотивов по радиосвязи.

Рассчитаем каждый из видов затрат:

$$T_1 = t_{зи}H, \quad (5.17)$$

где $t_{зи}$ – норма времени на получение информации со станций и фиксирование ее в соответствии с установленной формой; H – число станций на уча-

стке.

$$T_2 = t_{3MP}NH_p, \quad (5.18)$$

где t_{3MP} – норма времени на фиксирование информации о местной работе.

$$T_3 = t_{пр}k_{пр}, \quad (5.19)$$

где $t_{пр}$ – норма времени на составление и передачу приказов; $k_{пр}$ – количество приказов, заявок и уведомлений в среднем за смену.

$$T_4 = t_{обм}k_{пл}, \quad (5.20)$$

где $t_{обм}$ – норма времени на обмен информацией с отделениями; $k_{пл}$ – число переговоров за смену об обмене поездами с отделениями.

$$T_5 = t_{п.лок}N_{пв}, \quad (5.21)$$

где $t_{п.лок}$ – норма времени на подвязку локомотивов; $N_{пв}$ – количество передаточных и вывозных грузовых поездов, отправляемых со станций зарождения вагонопотока.

$$T_6 = t_{пер.г}N_g + t_{пер.п}N_p, \quad (5.22)$$

где $t_{пер.г}$, $t_{пер.п}$ – норма времени на переговоры с машинистами локомотивов грузовых и пассажирских поездов соответственно; N_g , N_p – количество грузовых и пассажирских поездов, обслуживаемых диспетчером за смену.

Исходные данные, полученные на основании обработки статистических данных по результатам хронометражных наблюдений, для расчета затрат времени по выполнению ДНЦ своих функций сводятся в таблицу, таблица 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты расчетов затрат времени по операциям ДНЦ

Формула расчета	Производственная операция	Обозначение параметра	Значение для условий ЦУП
5.4	Оценка и прогноз поездного положения на участке	$K_{уч}$	
		$K_{л}$	
5.5–5.8	Планирование пропуска поездов	N_g	
		N	
		NH	
		$N_{гДП}$	
		$NH_{гДП}$	
5.9, 5.10	Организация пропуска поездов по диспетчерскому участку	H	
		$H_{авт}$	
		$N_{ск}$	
		$N_{опав}$	
		$N_{гп}$	
5.11	Планирования и организации местной	$NH_{гп}$	
		n	

Формула расчета	Производственная операция	Обозначение параметра	Значение для условий ЦУП
	работы на участке	$NH_{сб}$	
		$NH_{внд}$	
5.12–5.15	Выполнение функций ДНЦ, связанных с организацией местной работы	NH_p	
		NH_m	
		N_m	
		$NH_{рав}$	
		$NH_{рду}$	

Окончание таблицы 5.1

Формула расчета	Производственная операция	Обозначение параметра	Значение для условий ЦУП
5.17	Получение и запись информации со станций о наличии поездов, исправности устройств, производстве ремонтных работ и работе, выполненной на станциях	$t_{зи}$	
		H	
5.18	Запись местной работы, выполняемой на станциях	$t_{з,MP}$	
		NH_p	
5.19	Составление и передача приказов	$t_{пр}$	
		$k_{пр}$	
5.20	Обмен информацией о подходе поездов с НОД	$t_{обм}$	
		$k_{пл}$	
5.21	Подвязка локомотивов к внутриузловым, передаточным и вывозным поездам	$t_{п,лок}$	
		$N_{пв}$	
5.22	Переговоры с машинистами локомотивов	$t_{пер-г}$	
		N_g	
		$t_{пер-п}$	
		$N_{п}$	

Результаты расчета по каждой операции могут быть представлены в графическом виде.

Пример расчета

Произвести расчет и дать оценку загрузки поездного диспетчера для диспетчерского круга **Мосты – Гродно**.

В данный диспетчерский круг входят следующие станции и участки:

– станции: Мосты; Поречье; Гродно; Рось; Берестовица; Волковыск;

– участки: Лососна – Брузги; Скрибовцы – Рожанка; Андреевичи – Свислочь; Полонка – Волковыск-Город; Черлена – Аульс.

В качестве **исходных данных** для расчета загрузки поездных диспетчеров приняты:

– число регистрируемых приказов за смену $k_{пр} = 10$;

– количество станций на круге $H = 23$;

- число соседних диспетчерских участков $k_{\text{уч}} - 2$;
- количество местных локомотивов, закрепленных за участком, $k_{\text{л}} - 5$;
- размеры движения поездов (таблица 5.2).

Расчет загрузки рабочего времени диспетчера проводится по максимальным размерам движения, которые имели место на диспетчерском участке в течение года проведения исследования в дневную и ночную смены.

Размеры движения поездов равны в обоих направлениях, поэтому расчетные параметры приведены только для одного направления.

Таблица 5.2 – Размеры движения поездов и количество поездо-станций работы

Узел, участок, станция	Размеры движения поездов						Поездо-станции работы					
	грузовых				пассажирских		передаточных	сборных	вывозных	диспетчерских локомотивов	станций авт. управления	
	сквозных, участковых	передаточных	сборных	вывозных	диспетчерских локомотивов	межрегиональных						региональных
Полонка – Волковыск-Гор:	4	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0
поездо-станции	20	0	0	0	0	15	35					70
авт. Озерница	4	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0
авт. Волковыск-Гор	4	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0
авт. Зельва	4	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0
авт. Полонка	4	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0
авт. Слоним	4	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0
Берестовица	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
поездо-станции	0	0	0	1	0	3	0					4
авт. Берестовица	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0

Андреевчи – Свислочь поездо-станции авт. Свислочь авт. Андреевчи	0	0	0	2	0	2	2	0	0	4	0	4
	0	0	0	4	0	4	4					12
	0	0	0	2	0	2	2	0	0	4	0	2
	0	0	0	2	0	2	2	0	0	4	0	2
Рось поездо-станции авт. Рось	1	0	0	0	2	2	4	0	0	0	2	2
	1	0	0	0	2	2	4					9
	1	0	0	0	2	2	4	0	0	0	2	2
Черлена – Аульс поездо-станции авт. Жидомля авт. Аульс авт. Скидаль авт. Черлена	6	0	1	0	0	7	8	0	2	0	0	2
	24	0	4	0	0	28	32					88
	6	0	1	0	0	7	8	0	0	0	0	0
	6	0	1	0	0	7	8	0	1	0	0	1
	6	0	1	0	0	7	8	0	1	0	0	1
	6	0	1	0	0	7	8	0	0	0	0	0

Окончание таблицы 5.2

Узел, участок, станция	Размеры движения поездов						Поездо-станции работы					
	грузовых			пассажирских			передаточ- ных	сбор- ных	вывоз- ных	диспетчер- ских локо- мотивов	станций авт. управле- ния	
	сквозных участко- вых	передаточ- ных	сбор- ных	вывоз- ных	диспетчер- ских локо- мотивов	межрегио- нальных						региональ- ных

Лососна – Брузги поездо- станции авт. Ло- сосна авт. Бруз- ги	0	2	0	2	0	1	3	2	0	2	0	0
	0	4	0	4	0	2	6					16
	0	2	0	2	0	1	3	0	0	2	0	0
	0	2	0	2	0	1	3	2	0	2	0	0
Поречье поездо- станции авт. По- речье	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1	6					7
	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0
Скри- бовцы – Рожанка поездо- станции авт. Ро- жанка авт. Скрибов- цы	5	0	1	0	0	4	4	0	2	0	0	1
	10	0	2	0	0	8	8					28
	5	0	1	0	0	4	4	0	1	0	0	1
	5	0	1	0	0	4	4	0	1	0	0	0
Мосты поездо- станции авт. Мосты	7	0	1	0	2	8	12	0	1	0	2	3
	7	0	1	0	2	8	12					30
	7	0	1	0	2	8	12	0	1	0	2	3

Гродно поездо- станции авт. Гродно	6	2	1	2	0	9	17	2	1	2	0	5
	6	2	1	2	0	9	17	37				
	6	2	1	2	0	9	17	2	1	2	0	5
Волко- выск поездо- станции авт. Волко- выск	5	0	0	2	2	7	13	0	0	2	2	4
	5	0	0	2	2	7	13	29				
	5	0	0	2	2	7	13	0	0	2	2	4

Таким образом общие затраты времени диспетчера

$$T_3 = 30,88 + 90,68 + 91,95 + 26,52 + 79,56 + 145,16 + 25,91 + 72 = 562,66 \text{ мин.}$$

Коэффициент загрузки диспетчера

$$\alpha = \frac{562,66 \cdot 100}{720} = 78,15 \%$$

По результатам расчета видно, что загрузка диспетчера для данной конфигурации диспетчерского круга не превышает допустимую, поэтому поездной диспетчер обеспечивает целесообразную организацию местной работы и безопасное движение поездов на участке в соответствии с графиком и оперативным планом.

Контрольные вопросы

- 1 Определите составляющие временной загрузки поездного диспетчера.
- 2 Какие исходные факторы влияют в наибольшей степени на загрузку поездного диспетчера?
- 3 Что такое поездо-участок и на какие технологические операции он оказывает наиболее существенное влияние?
- 4 Какие технологические операции можно отнести к дополнительным и почему?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Грунтов, П. С.** Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок / П. С. Грунтов ; под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 542 с.
- 2 **Кузнецов, В. Г.** Техническое нормирование маневровой работы : учеб.-метод. пособие по дипломному, курсовому проектированию и расчетно-графическим работам / В. Г. Кузнецов, Ф. П. Пищик ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – 2-е изд., стереотип. – Гомель : БелГУТ, 2006. – 83 с.
- 3 СТП 09150.15.083–2008(2). Порядок формирования и пропуска длинносоставных, тяжеловесных, соединенных, а также повышенного веса и (или) длины грузовых поездов : приказ № 588Н от 30.12.2008.
- 4 Положение о распределении обязанностей между службой перевозок и отделениями Белорусской железной дороги по вопросам эксплуатационной работы : утв. приказом Начальника Белорусской железной дороги от 25 сентября 2007 г. № 308Н.
- 5 Технология эксплуатационной работы центра управления перевозками службы перевозок Белорусской железной дороги : утв. приказом Начальника Белорусской железной дороги от 25 марта 2008 г. № 145Н.
- 6 Технология эксплуатационной работы центра управления перевозками службы перевозок Управления Белорусской железной дороги (в условиях полного перевода диспетчерского персонала по управлению поездной работой в здание ЦУП).
- 7 Методические рекомендации по организации вагонопотоков на Белорусской железной дороге : приказ № 1294НЗ от 30.12.2013.

Учебное издание

КУЗНЕЦОВ Владимир Гаврилович
ЛИТВИНОВА Ирина Михайловна

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА
Часть II

Редактор А. А. Павлюченкова
Технический редактор В. Н. Кучерова

Подписано в печать 27.12.2018 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 2,79. Уч. -изд. л. 2,67. Тираж 150 экз.
Зак. № _____. Изд. № 20

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.
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель