

**Пособие по выполнению курсового проекта №1
«Технология работы сортировочной станции» по
дисциплине «Управление эксплуатационной
работой»**

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Анализ литературы

1. Техничко-эксплуатационная характеристика станции
 - 1.1. Общая характеристика технического оснащения и путевого развития станции
 - 1.2. Технологические схемы пропуска различных категорий вагонопотока на станции, и их характеристика
 - 1.3. Анализ эксплуатационной нагрузки
2. Нормирование технологических операций расформирования формирования составов
 - 2.1. Технологические схемы и нормирование продолжительности операции по окончанию поездов
 - 2.2. Технологические графики и расчет продолжительности операций по окончанию формирования поездов
 - 2.3. Варианты окончания формирования поездов и определение технологических параметров
 - 2.4. Расчет продолжительности выполнения операций на горке
 - 2.5. Варианты горочной технологии и расчет горочных технологических параметров
 - 2.6. Расчет технологических интервалов работы вытяжных путей
3. Выбор оптимального варианта взаимодействия горки и втяжного пути
 - 3.1. Варианты технологии и технического обеспечения процесса переработки вагонов, анализ вариантов
 - 3.2. Варианты переустройства горки и определение укрупненных стоимостей переустройства
 - 3.3. Техничко-экономическое сравнение вариантов и выбор оптимального
 - 3.4. Специализация путей в парках станции
4. Организация взаимодействия с местными пунктами станции
 - 4.1. Расчет оптимального числа подач-уборок на местные пункты
 - 4.2. Нормирование времени на подачу и уборку вагонов
 - 4.3. Расчет потребного числа локомотивов для обслуживания местных пунктов
5. Разработка технологических графиков обработки поездов в парках станции
 - 5.1. Нормирование времени подачи и уборки поездных локомотивов
 - 5.2. Расчет интервалов работы ПТО, ПКО, СТЦ по оптимальному варианту
 - 5.3. Технологические графики обработки поездов
6. Разработка графической модели работы станции и расчет эксплуатационных показателей
 - 6.1. Графическая модель работы станции на сутки по оптимальному варианту технологии
 - 6.2. Расчет показателей работы станции

7. Организация управления на станции
 - 7.1. Разработка организационно-технологической структуры управления станцией
 - 7.2. Разработка структуры административно-оперативного управления на станции. Районы оперативного управления на станции
 - 7.3. Организация сменно-суточного планирования. Расчет потребной глубины информации

Список литературы

Приложение А Руководство пользователю программой «Оптима 2003»

Приложение Б Графическая модель работы станции

ВВЕДЕНИЕ

Процесс перестройки, процесс революционных преобразований в политической, общественной и экономической жизни страны повысил требования к транспортному обслуживанию народного хозяйства. В первую очередь это относится к железнодорожному транспорту – главному транспорту страны. Устойчивое обеспечение народного хозяйства и населения страны в перевозках, слаженность и согласованность работы всех звеньев транспорта – вот основные задачи, стоящие перед железнодорожниками в настоящее время.

Важная роль в обеспечении бесперебойного и ритмичного функционирования транспортного конвейера принадлежит железнодорожным станциям, в первую очередь, сортировочным. От их работы в настоящее время зависит процесс перевозок на целых направлениях сети. Поэтому совершенствование технологии сортировочных станций на базе внедрения новых технических средств, улучшения использования существующих, поиска и использования прогрессивных приемов работы имеет большое значение для повышения качества работы железнодорожного транспорта, ускорения продвижения вагонопотоков.

В данном курсовом проекте перед студентами стоит цель – разработать основные принципы управления и технологии работы сортировочной станции на основе системного подхода и широкого использования современных математических методов и ЭВМ. В частности должны быть решены следующие задачи:

- 1 Разработка маршрутных схем пропуска вагонопотоков различных категорий.
- 2 Определение расчетных объемов работы.
- 3 Организация управления и планирования работы станции с использованием ЭВМ.
- 4 Нормирование продолжительности операций технологического процесса.
- 5 Оптимизация технологии и технической оснащенности станций.
- 6 Разработка оптимального взаимодействия станции с местными пунктами.
- 7 Нормирование основных показателей работы станции.

Особое внимание следует обратить на разработку предложений по автоматизации производственных процессов, сокращению простоев вагонов, обеспечению беспрепятственного приема поездов на станцию, лучшему использованию технических средств и путевого развития станции, увеличению их пропускной и перерабатывающей способности. Принимаемые в проекте технологические и технические решения должны основываться на

прогрессивной технологии таких станций сети, как Орехово-Зуево, Дарница, Минск-Сорт., Гомель и др.

В третье издание настоящих методических указаний внесены изменения и дополнения по сравнению со вторым, которое выпущено в 1990 году при участии Заслуженного деятеля науки и техники БССР, доктора технических наук, профессора П. С. Грунтова. Его пожелания по методике изложения материала использованы при подготовке настоящего издания.

1 ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНЦИИ

1.1 Общая характеристика технического оснащения и путевого развития станции А

В этом разделе студент должен дать возможно более полную технико-эксплуатационную характеристику сортировочной станции, примыкающих к ней участков и всего полигона сети. Необходимые для этого данные берутся из приложений задания. Здесь следует привести сведения о числе и расположении сортировочных и участковых станций на обслуживаемом станцией А полигоне сети, охарактеризовать средства связи на прилегающих участках, перегонные времена хода и межпоездные интервалы, привести нормы массы и числа вагонов в составах поездов, указать серию и тип локомотивов, обслуживающих грузовые и пассажирские поезда.

Характеристику сортировочной станции следует начать с анализа схемы и путевого развития станции, установив общую специализацию парков, групп путей и других обустройств. Дать характеристику тягового обеспечения на примыкающих направлениях, длину обращающихся составов поездов. Необходимо рассчитать полезную длину путей в парках по формуле

$$L_{\text{п}} = l_{\text{в}} \cdot m + L_{\text{лок}} + 10,$$

где $l_{\text{в}}$ – длина условного вагона, м (принимается 15 м); m – число вагонов в составе поезда; $L_{\text{лок}}$ – длина локомотива, м.

Для расчетов принимается ближайшее большее стандартное значение полезной длины путей.

Стандартные полезные длины путей парков станции: 850 м, 1050 м, 1250 м, 1500 м.

Дать характеристику сортировочных устройств, горловин, пунктов местной работы, установить взаимодействующие элементы, провести объединение их в подсистемы, проанализировать структуру обслуживающих элементов в подсистемах. Характеристика завершается изложением достоинств и недостатков путевой схемы и технического оснащения заданной сортировочной станции.

1.2 Технологические схемы пропуска различных категорий вагонопотока на станции, их характеристика

Следующим этапом проекта является разработка маршрутных схем пропуска транзитных вагонопотоков без переработки и с переработкой, а также местных (рисунок 1.1-1.4). Схемы обязательно должны сопровождаться пояснительным текстом, в котором излагаются основные операции с вагонами, дается оценка продолжительности этих операций, приводятся элементы простоя вагонов всех категорий.

1.3 Анализ эксплуатационной нагрузки

На основании приложения Е задания рассчитывается объем работы станции. В таблице 1.1 приведены размеры транзитного вагонопотока без переработки. В таблице 1.2 приведены размеры перерабатываемого вагонопотока по станции А. Для этого переведены в вагоны заданное в процентах разложение составов поездов.

Таблица 1.1 – Размеры транзитного без переработки вагонопотока

С направления	Назначение	Число поездов	Число вагонов
Б	З	3	228
	И	1	76
	О	2	152
	П	2	152
Итого		8	608
Л	Е	1	76
	Г	1	76
	Д	1	76
	Т	2	152
Итого		5	380
М	Д	1	76
	Е	1	76
	Т	3	228
Итого		5	380
Всего		18	1368

По таблице 1.2 определяется суточная мощность каждого назначения плана формирования, объемы выгрузки и погрузки по каждому грузовому пункту и в целом по станции и размеры переработки вагонов на станции.

Поскольку, как правило, объемы погрузки и выгрузки по каждому грузовому пункту не совпадают, возникает необходимость регулировки порожних вагонов, которую рекомендуется определять с помощью таблицы 1.3.

Таблица 1.3 – Регулировка порожних вагонов

Наименование грузового пункта	Погрузка	Выгрузка	Избыток (+), недостаток (-)
ГД	90	104	+14
Завод	55	148	+93
Итого	145	252	+107

Порожние вагоны в соответствии с заданием направляются по регулировке на станцию Г. Поэтому фактический вагонопоток этого назначения возрастет на число избыточных порожних вагонов. Если же по станции А недостаток вагонов для обеспечения погрузки, фактическая мощность назначения Г уменьшится на соответствующую величину.

Мощность всех назначений плана формирования приводится в таблице 1.5, с помощью которой определяется число формируемых станцией А поездов. При этом следует иметь в виду, что количество сборных поездов установлено графиком движения и их средний состав, как правило, меньше, чем у сквозных поездов. Для остальных назначений число формируемых поездов определяется делением числа вагонов на средний состав поезда в вагонах в соответствии с заданием.

Таблица 1.5 – Расчет числа поездов, формируемых станцией А

Назначение	Мощность назначения в вагонах	Средний состав поезда	Число формируемых поездов
А-Б	140	70	2,0
Б	154	76	2,0
В	204	76	2,7
Г	379	76	5,0
Д+Т	293+380	76	8,9
	310	76	4,1
	1860	75,3	24,7
А-Л	104	52	2,0

	262	76	3,5
З+Л	288+228	76	6,8
И	319	76	4,2
	1201	72,8	16,5
	120	60	2,0
	164	76	2,2
	240	76	3,2
	292	76	3,8
	233	76	3,1
	1049	73,4	14,3
	4110	74,0	55,5
2.8.1			
однoгруппных	2557	75,7	33,8
двухгруппных	1189	75,7	15,7
сборных	364	60,7	6,0

Из таблицы 1.4 следует, что станция пропускает 5720 вагонов, из них:

- транзитных без переработки – 1368 вагонов, что составляет 24%;
- транзитных с переработкой – 3955 вагонов, что составляет 69%;
- местных - 252 вагона, что составляет 7%.

Преимущественная работа станции – переработка вагонопотока и формирование поездов. Из трех направлений на которые формируются поезда максимальное значение приходится для направления А-Б – 24,7 поезда. Мощное назначение на Г (однoгруппные поезда) и двухгруппные поезда назначением на Д+Т.

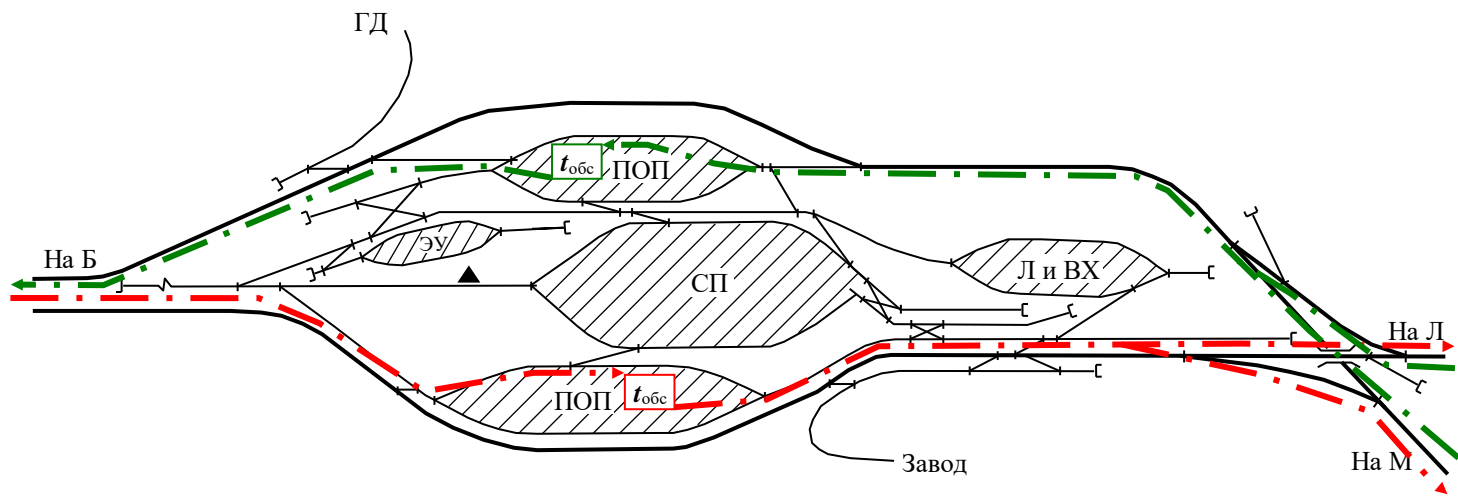


Рисунок 1.1 – Схема пропуска транзитного вагонопотока без переработки.

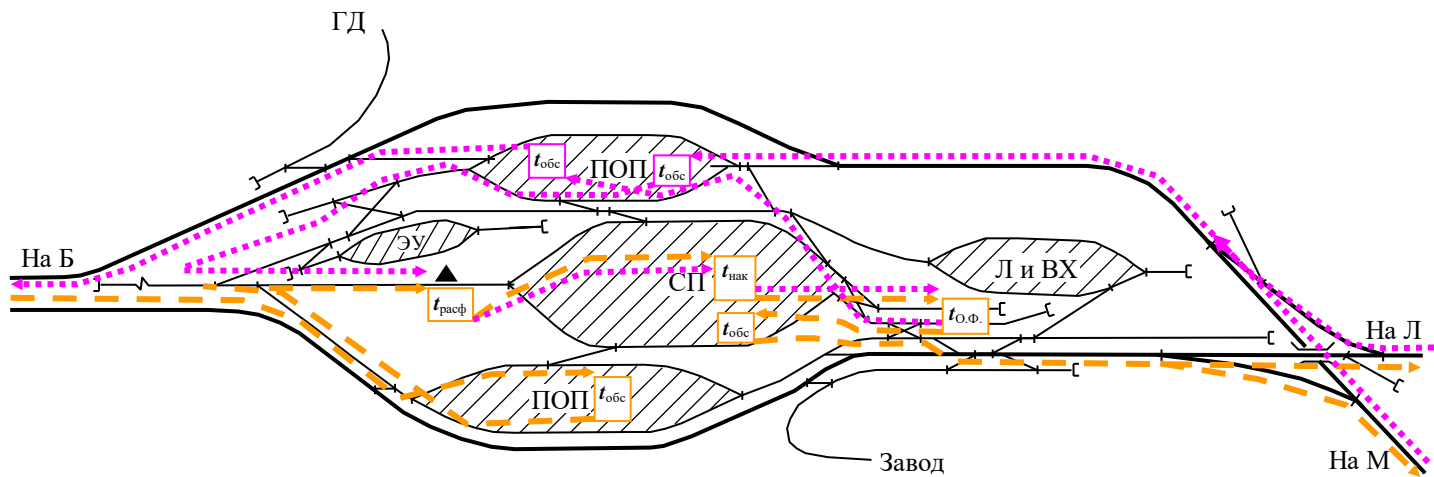


Рисунок 1.2 – Схема пропуска транзитного вагонопотока с переработкой

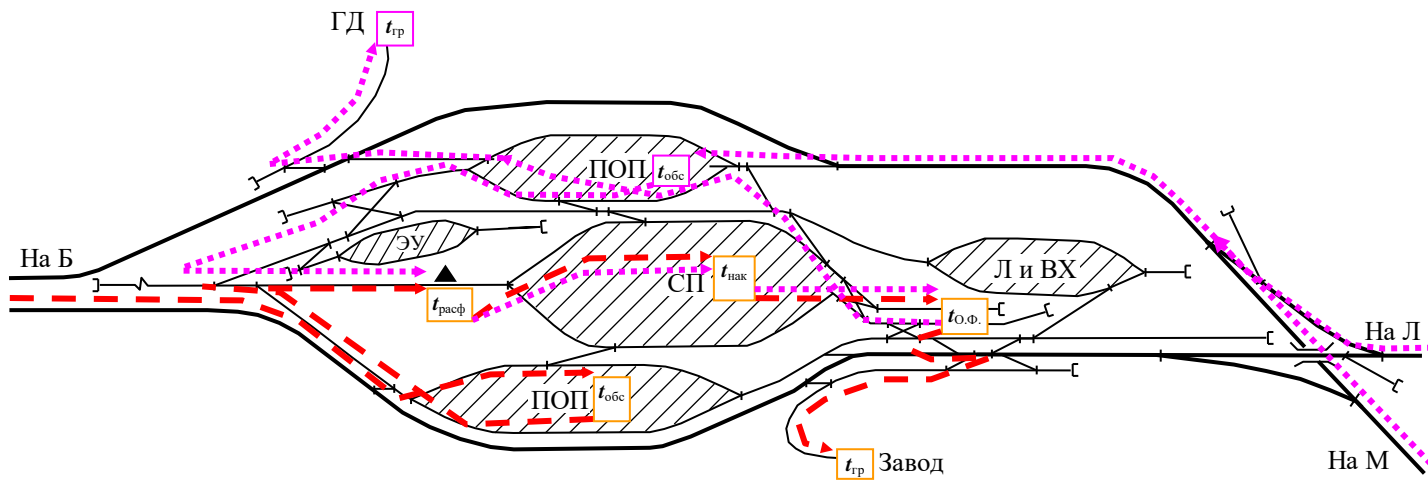


Рисунок 1.3 – Схема пропуска местного вагонопотока (по прибытию)

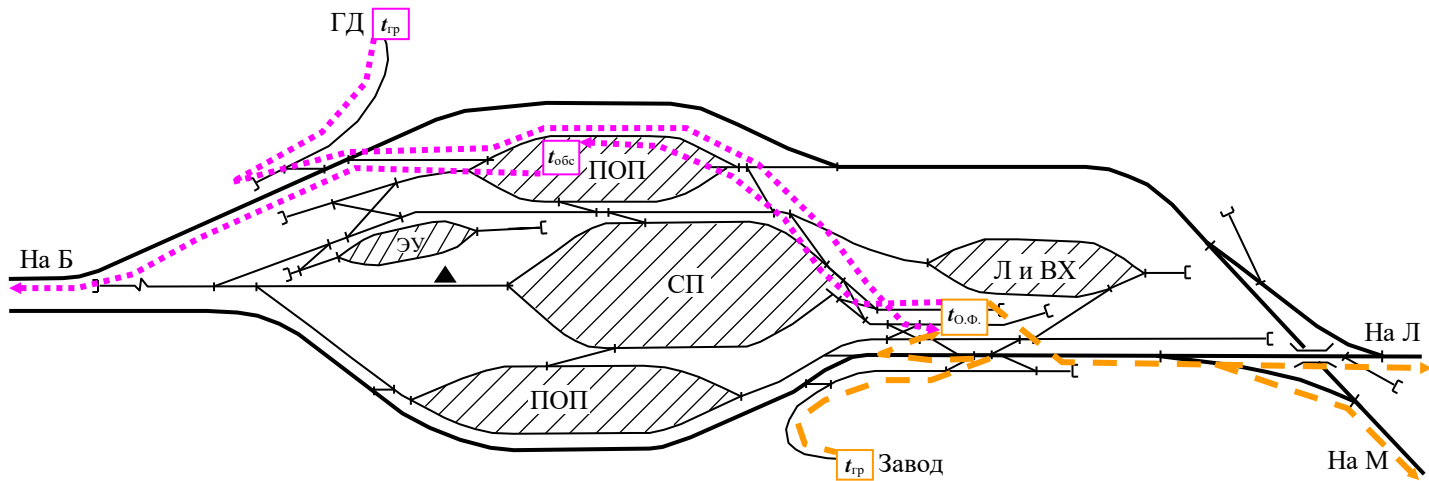


Рисунок 1.4 – Схема пропуска местного вагонопотока (по отправлению)

Таблица 1.2 – Размеры перерабатываемого вагонопотока по станциям

С участка	Назначением на																				Всего	
	А-Л	Л	К	З	И	А-М	М	Н	П	О	А-Б	Б	В	Г	Т	Д	Е	Итого	ГД	Завод		Итого
А-Б	100	208	220	272	296	120	144	220	280	212	0	0	0	0	0	0	0	2072	60	76	136	2208
А-Л	0	0	0	0	0	0	20	20	12	8	52	40	128	100	200	156	132	868	16	28	44	912
А-М	4	20	20	16	8	0	0	0	0	0	88	88	60	144	180	124	156	908	28	44	72	980
Всего	104	228	240	288	304	120	164	240	292	220	140	128	188	244	380	280	288	3848	104	148	252	4100

Таблица 1.4 – Итоговые размеры вагонопотока, пропускаемые станцией А

С участка	А-Л	Л	К	З	И	А-М	М	Н	П	О	А-Б	Б	В	Г	Т	Д	Е	Итого	ГД	Завод	Итого	На Б	На Л	На М	Итого	Всего
А-Б	100	208	220	272	296	120	144	220	280	212	0	0	0	0	0	0	0	2072	60	76	136					2208
А-Л	0	0	0	0	0	0	20	20	12	8	52	40	128	100	200	156	132	868	16	28	44					912
А-М	4	20	20	16	8	0	0	0	0	0	88	88	60	144	180	124	156	908	28	44	72					980
Итого	104	228	240	288	304	120	164	240	292	220	140	128	188	244+107	380	280	288	3955	104	148	252					4207
ГД			13		11					9		12	7	14		9	15	90					90			
Завод			9		4					4		14	9	4		4	7	55					55			
Итого			22		15					13		26	16	28		13	22	145					145			
Из Б																					-	304	304	608	608	
Из Л																					380	-	0	380	380	
Из М																					380	0	-	380	380	
Итого																					760	304	304	1368	1368	
Всего	104	228	262	288	319	120	164	240	292	233	140	154	204	379	380	293	310	4100	104	148	252	760	304	304	1368	5720

2 НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ РАСФОРМИРОВАНИЯ-ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВОВ

2.1 Технологические схемы и нормирование продолжительности операций по окончанию формирования поездов

Правильное установление норм времени на выполнение технологических операций – одно из важнейших условий успешной разработки последующих разделов курсового проекта. Определяются нормы времени на операции горочной технологии. Нормирование операций необходимо иллюстрировать схемами выполнения маневров, указывая длины выполняемых полурейсов.

Нормирование продолжительности окончания формирования поездов – наиболее трудоемкая и ответственная часть данного раздела. Начинается она с выбора возможных рациональных вариантов (схем) окончания формирования одногруппных, двухгруппных и сборных поездов. При этом следует исходить из того, чтобы принятые схемы обеспечивали как минимальный, так и максимальный уровни загрузки горки работой по окончанию формирования поездов. На рисунке 2.1 представлены возможные технологические схемы окончания формирования поездов для станции А. Так, одногруппные поезда предусмотрено формировать по двум схемам: в схеме №1 вся работа выполняется на вытяжном пути, в схеме №2 в окончании формирования поездов участвует горка, причем фиксируется доля состава a , в котором все перестановки выполняются со стороны горки. Для двухгруппных поездов используются три схемы: схема №3 предусматривает окончание формирования только со стороны вытяжного пути, схема №4 – двустороннее формирование состава с соединением групп со стороны вытяжек, схема №5 – двустороннее формирование при соединении групп со стороны горки. Для сборных поездов используются две возможные схемы, в которых вся работа по сортировке и сборке вагонов выполняется либо на вытяжке (схема №6), либо на горке (схема №7).

В курсовом проекте по указанию преподавателя набор возможных схем может быть иным. На всех схемах надписываются затраты времени на окончание формирования на горке $t_{\text{оф}}^r$ и

вытяжке $t_{\text{оф}}^{\text{B}}$, а также затраты времени на весь цикл операций на вытяжках $T_{\text{оф}}$. На рисунке 3.1 показана примерная продолжительность этих операций. Нормирование продолжительности операций производится в соответствии с литературой (). основные расчетные формула представлены в таблице 3.1.

В таблице 3.1 использованы следующие условные обозначения:

$t_{\text{оф}}^{\text{Г}}$, $t_{\text{оф}}^{\text{B}}$ – продолжительность окончания формирования на вытяжке и на горке;

$t_{\text{ПТЭ}}$ – затрата времени на расстановку вагонов в составе в соответствии с требованиями ПТЭ;

$m_{\text{ф}}$ – число вагонов в формируемой части состава;

$m_{\text{с}}$ – число сортируемых с горки вагонов в расчете на один отправленный поезд своего формирования;

$m_{\text{гол}}$, $m_{\text{хв}}$ – число вагонов в головной и хвостовой частях формируемого двухгруппного поезда;

$p_{\text{о}}^{\text{гол}}$, $p_{\text{о}}^{\text{хв}}$ – среднее число расценок в соответствующей части двухгруппного поезда;

g – число отцепов в сборном поезде;

$t_{\text{с}}$, $t_{\text{сб}}$ – продолжительность сортировки и сборки вагонов сборного поезда;

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

k – число поездных групп (число станций, на которые следуют вагоны в сборном поезде);

$t_{\text{хв}}$, $t_{\text{ГВ}}$, $t_{\text{кн}}$, $t_{\text{р}}$ – продолжительность холостого заезда локомотива с горки в сортировочный парк, груженого выезда, короткого надвига и роспуска вагонов сборного поезда;

$v_{\text{р}}$ – скорость роспуска вагонов с горки, определяемая в зависимости от среднего числа вагонов в отцепе.

При нормировании времени окончания формирования следует иметь в виду, что:

1) число расценок $p_{\text{о}}$ принимается равномерно распределенным по составу, поэтому в каждой части состава количество расценок пропорционально числу вагонов в этой части состава;

2) количество вагонов в сборном поезде отличается от составов других

поездов.

Таблица 3.1 – Основные формулы для нормирования продолжительности окончания формирования поездов

№ схемы	На горке	№ формулы	На вытяжке	№ формулы	Примечание
1	–		$t_{\text{оф}}^{\text{в}} = t_{\text{ПТЭ}} + t_{\text{подт}}$ $t_{\text{подт}} = 0,08 \cdot m_{\text{ф}}$ $t_{\text{ПТЭ}} = \text{В} + \text{Е} \cdot m_{\text{ф}}$	(2.1) (2.2) (2.3)	Параметры В и Е берутся из литературы [3] или [5] при $m_{\text{ф}} = m$
2	$t_{\text{оф}}^{\text{г}} = 1,73 + 0,18 \cdot m_{\text{с}}$ $m_{\text{с}} = \frac{m \cdot p_{\text{о}} \cdot \alpha^2}{2}$	(2.4) (2.5)	Формулы (2.1), (2.2), (2.3), в которых: $m_{\text{ф}} = (1 - \alpha)m$	(2.6)	Параметры В и Е находятся в зависимости от $p_{\text{о}} = (1 - \alpha)p_{\text{о}}$
3	–		Формулы (2.1), (2.2) $t_{\text{ПТЭ}} = t_{\text{ПТЭ}}^{\text{гол}} + t_{\text{ПТЭ}}^{\text{хв}}$ $t_{\text{ПТЭ}}^{\text{хв}} = \text{В} + \text{Е} \cdot m_{\text{хв}}$ $t_{\text{ПТЭ}}^{\text{гол}} = \text{Ж} + \text{И} \cdot m_{\text{гол}}$ $\alpha_1 = \frac{m_{\text{хв}}}{m}$	(2.7) (2.8) (2.9) (2.10)	Параметры В и Е находятся в зависимости от $p_{\text{о}}^{\text{хв}} = \alpha_1 \cdot p_{\text{о}}$, а Ж и И – в зависимости от $p_{\text{о}}^{\text{гол}} = (1 - \alpha_1)p_{\text{о}}$
4	Формулы (2.4) и (2.5) с заменой α на α_1		Формулы (2.1), (2.2) $t_{\text{ПТЭ}} = \text{Ж} + \text{И} \cdot m_{\text{гол}}$	(2.11)	
5	Формула (2.4), в которой $m_{\text{с}} = m_{\text{хв}}$		Формулы (2.1), (2.2), (2.3) при $m_{\text{ф}} = m_{\text{гол}}$		Параметры В и Е берутся при $p_{\text{о}}^{\text{гол}} = (1 - \alpha_1)p_{\text{о}}$
6			$t_{\text{оф}}^{\text{в}} = t_{\text{с}} + t_{\text{сб}}$ $t_{\text{с}} = \text{А} \cdot g + \text{Б} \cdot m$ $t_{\text{с}} = 1,8 \cdot p + 0,3 \cdot m_{\text{сб}}$ $m_{\text{сб}} = \frac{m(k-1)}{k}$ $p = k - 1$	(2.12) (2.13) (2.14) (2.15) (2.16)	

7	Формулы (2.12), (2.14) $t_c = t_{xb} + t_{гв} + t_{ин} + t_p$ $t_p = \frac{0,06l_{вп}m}{V_p} \left(1 - \frac{1}{2g_o} \right)$	(2.17) (2.18)		
---	---	----------------------	--	--

2.2 Расчет продолжительности циклов работы локомотивов по окончанию формирования поездов и построение технологических графиков

В этом разделе нормируется также продолжительность перестановки сформированного состава в парк отправления:

$$t_{п/р} = (\alpha_{р\tau} + \beta_{р\tau} \cdot m) \frac{v}{2} + 0,06 \frac{l_{п/р}}{v}, \quad (2.19)$$

где $\alpha_{р\tau}$ – коэффициент, учитывающий время, необходимое для изменения скорости движения локомотива на 1 км/ч при разгоне и время, необходимое для изменения скорости движения локомотива на 1 км/ч при торможении, $\alpha_{р\tau} = 0,0407$ мин/(км/ч); $\beta_{р\tau}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные изменения скорости движения, приходящиеся на один вагон в маневровом составе на 1 км/ч при разгоне и дополнительное изменение скорости движения, приходящиеся на один вагон в маневровом составе, на 1 км/ч при торможении, $\beta_{р\tau} = 0,0017$ мин/(км/ч); m – число вагонов в маневровом составе; v – допустимая скорость движения при маневрах, км/ч; $l_{п/р}$ – длина полурейса, м.

Определяется также время возвращения локомотива из парка отправления в СП. Задержки по враждебности можно принять от 3 до 5 минут. После этого определяется цикл локомотива по окончанию формирования состава

$$T_{оф} = t_{оф}^B + t_{пер} + t_{об} \quad (2.20)$$

где $t_{оф}^B$ – норма времени на окончание формирования состава на вытяжке; $t_{пер}$ – норма времени на перестановку состава из сортировочного парка в парк отправления; $t_{об}$ – норма времени возвращение маневрового локомотива в сортировочный парк. Расчеты норм времени на полурейсы сопроводить рисунками схем перестановки и возвращения. Нормирование операций по каждой схеме завершается составлением технологического графика, последовательности и продолжительности этих

операций по форме, представленной на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 – Технологический график окончания формирования одногруппного поезда

2.3 Варианты окончания формирования поездов и определение технологических параметров

В результате разработки и нормирования всех схем составляется сводная таблица норм времени на маневровую работу по окончании формирования поездов (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Сводная таблица продолжительности окончания формирования поездов

№ схемы	Категория поезда и технология окончания его формирования	Нормы времени, мин		
		на окончание формирования		цикл локомотива на вытяжке, $T_{\text{оф}}$
		на горке $t_{\text{оф}}^{\text{г}}$	на вытяжке $t_{\text{оф}}^{\text{в}}$	
1	Одногруппный поезд формируется на вытяжке	-	9,4	25,9
2	Одногруппный поезд формируется на горке и на вытяжке	2,0	7,1	23,6
3	Двухгруппный поезд формируется на вытяжке	-	22,3	38,8

4	Двухгруппный поезд формируется с двух сторон, соединение групп производится со стороны вытяжки	2,4	14,8	31,3
5	То же, но соединение групп производится со стороны горки	6,8	4,7	21,2
6	Сборный поезд формируется на вытяжке	-	41,8	58,3
7	Сборный поезд формируется на горке	25,3	-	16,5

2.4 Расчет продолжительности выполнения операций на горке

технологической основой работы сортировочной горки является совмещение расформирования с формированием поездов. В процессе роспуска составов вагоны поступают на пути сортировочного парка для формирования новых назначений в соответствии с планом формирования и Правил технической эксплуатации и другими нормативными документами.

Технологический цикл времени на расформирование-формирование одного состава с сортировочной горки состоит из отдельных маневровых операций и определяется по формуле

$$T_{рф}^{\Gamma} = T_3 + T_{сн}^{\Gamma\text{зак}} + T_{выт} + T_{над} + T_{рос} + T_{ос} + T_{оф}^{\Gamma}, \quad (2.21)$$

где T_3 – время заезда маневрового локомотива в парк прибытия к составу; $T_{сн}^{\Gamma\text{зак}}$ – время снятия средств закрепления; $T_{выт}$ – время вытягивания состава на горочные вытяжные пути; $T_{над}$ – время надвига состава до горба горки; $T_{рос}$ – время роспуска состава с сортировочной горки; $T_{ос}$ – время на осаживание вагонов на сортировочных путях; $T_{оф}^{\Gamma}$ – время окончания формирования, приходящееся на один состав.

Технологическое время заезда маневрового локомотива в парк приема за составом определяется как средневзвешенная величина возможных вариантов заезда

$$T_3 = T_3' \cdot \alpha_3' + T_3'' \cdot \alpha_3'' + \dots, \quad (2.22)$$

где T_3' , T_3'' – время заезда соответственно по первому и второму вариантам; α_3' , α_3'' – доля операций заезда, соответственно выполняемых по первому и второму вариантам.

При наличии объездного пути операция заезда может быть выполнена по двум вариантам (рисунки).

Продолжительность заезда по каждому из вариантов

$$T_3 = \sum_{i=1}^n t_{п/р} + \sum_{j=1}^k t_{пд} \quad (2.23)$$

где $t_{п/р}$ – продолжительность i -го полурейса операции заезда, (по первому варианту $i=2$, по второму $i=3$); $t_{пд}$ – время на перемену направления движения маневрового локомотива, значения принимаются: для маневровых тепловозов - $t_{пд} = 0,15$ мин; для локомотивов с двумя кабинами управления - $t_{пд} = 1,5$ мин.

Доля заездов по вариантам α_3 определяется хронометражным способом.

Норма времени на снятие средств закрепления зависит от числа снимаемых тормозных башмаков и определяется в соответствии с рекомендациями приложения А [].

Операция вытягивания состава на вытяжной путь горки присутствует при параллельном расположении парков приема и сортировочного и определяется как время полурейса вытягивания. При последовательном расположении парков операция вытягивания отсутствует.

Технологическое время надвига состава на сортировочную горку определяется по формуле

$$T_{над} = \frac{0,06 \cdot l_{над}}{v_{над}}, \quad (2.24)$$

где $l_{над}$ – расстояние от вершины горки до средней точки положения предельных столбиков парка приема или до стрелки горочного вытяжного пути; $v_{над}$ – средняя скорость надвига состава на сортировочную горку.

Технологическое время роспуска состава с сортировочной горки

$$T_{рос} = t_{рос} + \Delta t_{рос}, \quad (2.25)$$

где $t_{рос}$ – время на роспуск состава с горки, без учета дополнительного времени на маневры с вагонами, запрещенными к роспуску с горки без локомотива (далее ЗСГ); $\Delta t_{рос}$ – увеличение времени роспуска на маневры с вагонами ЗСГ.

Время роспуска составов с горки, без учета дополнительного времени на вагоны ЗСГ, определяется по формуле

$$t_{рос} = \frac{0,06 \cdot l_{в} \cdot m_{в}}{v_{рос}} \left(1 - \frac{1}{2g_0} \right), \quad (2.26)$$

где $l_{в}$ – расчетная длина вагона (15 м); $m_{в}$ – число вагонов в составе; g_0 – число отцепов; $v_{рос}$ – средняя расчетная скорость роспуска состава.

Увеличение среднего времени роспуска за счет дополнительных маневров с вагонами ЗСГ, приходящиеся на один роспускаемый состав, определяется хронометражным путем или по формуле

$$\Delta t_{\text{рос}} = \beta_{\text{зсг}} \cdot t_{\text{ман}}^{\text{зсг}}, \quad (2.27)$$

где β – доля составов с вагонами ЗСГ от общего количества расформировываемых составов; t – время на маневры с вагонами ЗСГ, приходящееся на один состав (принимается по таблице 2.3 []).

Технологическое время на осаживание вагонов со стороны горки для ликвидации «окон» между группами вагонов на путях сортировочного парка

$$T_{\text{ос}} = 0,06 \cdot m_c. \quad (2.28)$$

Для каждого варианта путевого развития горки при соответствующем числе локомотивов необходимо определить значения технологических перерывов в работе горки: время от момента окончания роспуска одного состава и до момента начала роспуска следующего – Δt_1 , а также время от момента завершения работы по окончанию формирования или осаживанию до начала роспуска состава с горки – Δt_2 . Эти интервалы необходимы для выполнения некоторых технологических операций, число и продолжительность которых зависит от типа и технического оснащения сортировочной горки: однопутная; однопутная с объездным путем; однопутная с объездным путем и двумя путями надвига; двухпутная. Эти интервалы необходимы для выполнения некоторых технологических операций, число и продолжительность которых зависит от типа технического оснащения сортировочной горки. Так, на двухпутных и многопутных горках в течении этих интервалов времени доводится план роспуска до соответствующих работников, производится переключение устройств на другой путь роспуска, открывается сигнал, выполняется короткий надвиг.

На однопутных горках с двумя путями надвига перечень операций остается тем же, но продолжительность интервала Δt_1 возрастает в связи с большей величиной короткого надвига.

Если же однопутная горка с объездным путем не подготовлена для применения попутного надвига, то в течение интервала Δt_1 выполняется открытие сигнала и освоение его машинистом и производится надвиг состава. Суммарная продолжительность этих операций и будет определять интервал между роспусками

$$\Delta t_1 = t_{\text{сиг}} + t_{\text{над}}$$

где $t_{\text{сиг}}$ – время освоения машинистом сигнала светофора; $t_{\text{над}}$ – время короткого надвига состава на горку.

Наибольшее значение наблюдается на однопутной горке без объездного пути, поскольку в течении этого времени локомотив, завершивший роспуск, должен проследовать по пути надвига за первую разделительную стрелку парка приема $t_{\text{дв}}$, после чего производится приготовление маршрута, открытие сигнала, освоение его машинистом $t_{\text{мар}}$ и следует надвиг состава

$t_{\text{над}}$. Таким образом, в этом случае технологический перерыв в работе горки

$$\Delta t_1 = t_{\text{дв}} + t_{\text{мар}} + t_{\text{над}}.$$

Продолжительность отдельных операций, входящих в Δt_1 и Δt_2 , устанавливается на основе технического нормирования или путем хронометражных наблюдений. При этом для сокращения расчетов можно принимать $\Delta t_1 = \Delta t_2$.

2.5 Варианты горочной технологии и расчет горочных технологических параметров

Самым простым является график работы горки при наличии одного горочного локомотива. Если варианты с такой технологией рассматриваются в качестве конкурентоспособных, достаточно построить график для одного варианта, а для других значение горочного технологического интервала определить расчетным путем.

Построение графиков при двух или более локомотивах требует определенных навыков, которые студенты приобретают в процессе выполнения практических работ.

Рассмотрим вначале графики с двумя локомотивами. В этом графике пока один локомотив производит роспуск очередного состава, второй параллельно выполняет заезд и надвиг. Причем, если выполняется условие

$$t_3 + t_{\text{с.з.}} + t_{\text{н}} < t_{\text{р}} + 2\Delta t_1$$

ограничивающей цепочкой операций будет роспуск составов. И наоборот, когда условие не выполняется, критическими становятся операции заезда, снятия средств закрепления и надвига.

На предварительно подготовленной сетке графика изображают n последовательных респусков, разделенных интервалами времени Δt_1 . число распущенных составов в горочном цикле принимают обычно в пределах от 2-х до 4-х. Затем следует показать осаживание вагонов в сортировочном парке и окончание формирования составов на горке. Следует учитывать, что параллельно двумя локомотивами осаживание можно производить на любых типах горок, а параллельно окончание формирования – только на двухпутных и многопутных. При изображении этих операций возможны различные варианты. Два таких варианта показаны на рисунке 2.6.

В первом случае горочный локомотив после $n-1$ респуска пропускается на один из путей сортировочного парка, на который нет вагонов в следующем распускаемом составе и на котором необходимо произвести осаживание. После выполнения этой операции локомотив простаивает до окончания респуска очередного состава. Затем осаживание выполняют два локомотива, по окончании один следует в парк приема под очередной состав, второй производит окончание формирования. Продолжительность локомотиво-минут осаживания $n t_{\text{ос}}$, окончания

формирования $nt_{\text{оф}}$.

Второй вариант отличается тем, что горочные локомотивы параллельно выполняют работу по осаживанию вагонов в сортировочном парке после отпуска n составов. Этот вариант применяется тогда, когда отсутствуют пути сортировочного парка, на которых необходимо произвести осаживание и на которые нет поступления вагонов из очередного состава. Горочный технологический цикл в этом случае больше на $0,5t_{\text{ос}}$. Применение такой технологии правомерно на горках с относительно небольшим числом путей и стабильным потоком вагонов на каждое назначение.

Работу по осаживанию и окончанию формирования между локомотивами следует распределять таким образом, чтобы свести к минимуму их простои и простои горки. На однопутной горке, когда осаживание производится двумя локомотивами, а окончание формирования – одним, простой для локомотив, производящего заезд после осаживания (рисунок) составит

$$t_1^{\text{нп}} = t_2^{\text{оф}} + \Delta_2 - (t_3 + t_{\text{с.з.}} + t_{\text{н}}) \quad (2.29)$$

где $t_2^{\text{оф}}$ - продолжительность окончания формирования, выполняемого вторым локомотивом.

Может оказаться, что значение $t_1^{\text{нп}}$ получается отрицательным. В этом случае необходимо перераспределить работу по осаживанию между

локомотивами: для первого уменьшить на $\frac{|t_1^{\text{нп}}|}{2}$, для второго – увеличить на

такую же величину. Продолжительность выполнения осаживания каждым локомотивом для этого случая можно вычислить также из системы уравнений (рисунок)

$$\begin{cases} nt_{\text{ос}} = t_1^{\text{ос}} + t_2^{\text{ос}}; \\ t_1^{\text{ос}} + t_3 + t_{\text{с.з.}} + t_{\text{н}} = t_2^{\text{ос}} + t_2^{\text{оф}} + \Delta_2 \end{cases} \quad (2.30)$$

где $nt_{\text{ос}}$ - общая продолжительность работы по осаживанию в цикле; $t_1^{\text{ос}}, t_2^{\text{ос}}$ - продолжительность выполнения этих работ соответственно первым и вторым локомотивами.

Если значение $t_1^{\text{ос}}$ получается относительно малым или даже отрицательным, следует всю работу по осаживанию и окончанию формирования возложить на один локомотив.

Решение этих вопросов позволяет приступить к завершению построения горочного технологического графика. Показывают остальные операции по заезду и надвигу и находят продолжительность горочного технологического цикла. Для предотвращения ошибок и обеспечения необходимой точности расчетов (до 0,1 минуты) на горочном графике рекомендуется проставлять значения времени начала и конца каждой операции.

Аналогично строятся горочные технологические графики и для других типов горок. При этом надо иметь в виду, что на двухпутных и многопутных горках можно применить окончание формирования двумя локомотивами, распределив работу таким образом, чтобы один из них успел сделать заезд снятие закрепления и надвиг к моменту завершения работы вторым локомотивом (рисунок). При этом локомотивы будут выполнять разные объемы работы по окончанию формирования. Эти объемы можно вычислить. Если обозначить через $t_1^{\text{оф}}$ продолжительность работы по окончанию формирования первого локомотива, через $t_2^{\text{оф}}$ - второго, из системы уравнений

$$\begin{cases} nt_{\text{оф}}^r = t_1^{\text{оф}} + t_2^{\text{оф}}; \\ t_2^{\text{оф}} - t_1^{\text{оф}} = t_3 + t_{\text{с.з.}} + t_{\text{н}} + \Delta_2 \end{cases} \quad (2.31)$$

легко определить искомые параметры. Следует отметить, что применение системы уравнений правомерно при условии

$$nt_{\text{оф}}^r \geq (t_3 + t_{\text{с.з.}} + t_{\text{н}}) - \Delta_2, \quad (2.32)$$

иначе значение $t_1^{\text{оф}}$ получается, что свидетельствует о необходимости всю работу по окончанию формирования выполнить одним локомотивом. Кроме того, в этом случае необходимо перераспределить работу по осаживанию между локомотивами на основе решения системы уравнений 1, как это сделано выше для однопутной горки.

При построении технологических графиков с тремя локомотивами работы по окончанию формирования и осаживанию также распределяют поровну между двумя локомотивами, если выполняется неравенство

$$(t_3 + t_{\text{с.з.}} + t_{\text{н}}) \leq t_{\text{п}} + \Delta_1 + \Delta_2. \quad (2.33)$$

В противном случае вычисляется величина

$$\delta = t_3 + t_{\text{с.з.}} + t_{\text{н}} - t_{\text{п}} - \Delta_1 - \Delta_2, \quad (2.34)$$

и продолжительность работ для одного локомотива должна быть меньше на, а для другого увеличена на $\frac{\delta}{2}$. Горочный технологический график двухпутной горки при трех локомотивах показан на рисунке.

На двухпутных и многопутных горках может быть организован параллельный роспуск составов. Полностью такой режим реализовать в течение длительного времени не удастся. Практически осуществлять так называемые параллельно-последовательный или частично-параллельный роспуски, когда часть составов распускается в режиме последовательного, а часть - параллельного роспуска. Или когда параллельно распускается не полностью два состава, а лишь их часть, например, головная часть одного расформируется параллельно с хвостовой частью другого. Для определения коэффициента параллельности роспуска необходимо построить график прибытия поездов и выбрать среди них такие пары, которые могут быть расформированы в режиме параллельного роспуска. В качестве критерия можно использовать условие

$$m_{\text{отс}} < \frac{t_p m_n}{t_n}$$

где $m_{\text{отс}}$ - количество вагонов, которое должно быть направлено на отсечные пути при параллельном роспуске данной пары составов; m_n - средний маневровый состав при повторной сортировке вагонов; t_n - продолжительность повторной сортировки вагонов, состоящая из времени заезда локомотива в СП, вытягивания вагонов на горку, короткого надвига и роспуска.

Выполнение условия свидетельствует о целесообразности параллельного роспуска выбранной пары составов. Отношение числа таких составов за сутки $N_{\text{пар}}$ к общему количеству распускаемых на горке составов $N_{\text{рф}}$ характеризует коэффициент параллельности роспуска:

$$k = \frac{N_{\text{пар}}}{N_{\text{рф}}}$$

Должно быть определено также суточное количество вагонов, направляемых на отсечные пути и затем повторно сортируемых. Делением полученной величины на количество вагонов в маневровом составе при повторной сортировке определяют число повторных сортировок за сутки

$$n_{\text{повт}} = \frac{\sum m_{\text{отс}}}{m_n}$$

После этого можно приступить к разработке графика работы горки при параллельном роспуске составов.

После определения горочных интервалов для всех типов горок для различных вариантов окончания формирования составляется сводная таблица, форма которой показана ниже (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Значения горочных технологических интервалов

№ состояния горки	Характеристика горки	Число горочных локомотивов	Варианты окончания формирования			
			1	2	3	4
1	Однопутная без объездного пути	1				
		2				
2	Однопутная с объездным путем	1				
		2				
3	Однопутная с двумя путями надвига	1				
		2				
4	Двухпутная без параллельного роспуска	1				
		2				
		3				



Рисунок 4.3 – Горочный технологический график работы механизированной однопутной горки при двух горочных локомотивах и $\beta_{зст}=0,25$



Рисунок 4.4 – Горочный технологический график работы механизированной двухпутной горки при двух горочных локомотивах и $\beta_{зст}=0,25$



Рисунок 4.4 – Горочный технологический график работы механизированной двухпутной горки при трех горочных локомотивах и $\beta_{зст}=0,25$

2.6 Расчет технологических интервалов работы вытяжных путей

Технологические интервалы работы вытяжных путей рассчитывают по формуле

$$I_{\text{в}} = \frac{T_{\text{оф}}}{M_{\text{в}}}$$

где $T_{\text{оф}}$ – средняя продолжительность цикла локомотива по окончанию формирования; $M_{\text{в}}$ – число локомотивов на вытяжных путях.

Результаты расчетов представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Значения технологических интервалов работы вытяжных путей.

Число локомотивов, $M_{\text{в}}$	Варианты окончания формирования			
	1	2	3	4
1				
2				
3				

3 ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОРКИ И ВЫТЯЖНОГО ПУТИ

3.1 Варианты технологии и технического обеспечения процесса переработки вагонов. Анализ вариантов

Для разработки вариантов распределения сортировочной работы между горкой и вытяжкой при различном числе локомотивов составляется граф вариантов. Однако перед построением графа вариантов необходимо варианты горочной технологии проверить на выполнение условий:

- для сортировочной горки – на возможность переработки заданного

количества поездов с расчетом максимально допустимого интервала

$$t_{\Gamma} \leq t_{\Gamma}^{\max} = \frac{1440 - T_{\text{пост}}}{N_{\text{расф}}}, \quad (3.1)$$

где $T_{\text{пост}}$ – технические перерыва в работе горки; $N_{\text{расф}}$ – количество прибывающих поездов на станцию в расформирование;

- для вытяжных путей – на возможность формирования заданного количества поездов с расчетом максимально допустимого интервала

$$J_{\varepsilon} \leq J_{\varepsilon}^{\max} = \frac{1440 - T_{\text{пост}}}{N_{\text{форм}}}, \quad (3.2)$$

где $N_{\text{форм}}$ – количество формируемых поездов на станции.

Для дальнейшего рассмотрения и построения графа вариантов принимаются только те варианты оснащения горки и вытяжных путей, которые удовлетворяют условиям.

В зависимости от поставленных целей и возможностей развития станции граф вариантов может иметь различное число осей и дуг. Можно выделить следующие случаи:

1) разрабатывается только оптимальное распределение сортировочной работы между горкой и вытяжными путями, при этом схема станции, ее техническое оснащение, путевое развитие, количество локомотивов остаются неизменными;

2) оптимизируется распределение сортировочной работы между сортировочными устройствами и одновременно число локомотивов, работающих на горке и вытяжных путях в пределах существующей путевой схемы;

3) граф вариантов и целевая функция разрабатываются для выбора оптимального взаимодействия в работе подсистем с одновременной оптими-

зацией путевого развития станции и технической оснащенности.

Разработка графов вариантов и целевой функции для каждого из перечисленных случаев приведены в литературе [3]. Как наиболее общий рассмотрим последний вариант расчетов, когда устанавливается оптимальное распределение сортировочной работы между горкой и вытяжками при различном числе локомотивов, возможной реконструкции горки, вытяжных путей и укладке дополнительных путей. Расчетный граф вариантов в этом случае будет иметь 5 осей. Нулевая ось предназначена для исходного состояния, первая – для вариантов окончания формирования, вторая – для вариантов состояния горки, третья и четвертая – для количества локомотивов на горке и вытяжных путях. Число вершин на каждой оси зависит от вариантов технического оснащения и технологии станции.

При составлении графа вариантов надо подробно и внимательно проанализировать конкурентоспособность и приемлемость различных вариантов. Особенно это относится к числу локомотивов. Например, вариант с одним горочным локомотивом имеет смысл рассматривать лишь для исходного состояния горки при условии, конечно, что при этом обеспечивается переработка заданного числа составов. Для реконструированной горки применение одного горочного локомотива не может считаться конкурентоспособным вариантом, поскольку горочный технологический интервал остается таким же, как и при исходном состоянии горки. Такой вариант не должен рассматриваться, ибо в нем не обеспечивается отдача от вложенных на реконструкцию горки средств.

Количество горочных локомотивов и локомотивов на вытяжках принимается студентом по согласованию с руководителем проектирования в зависимости от суточного объема расформирования-формирования поездов, варианта распределения работы и типа горки.

На разработанном графе вариантов у соответствующих вершин показывают значения технологических параметров: на первой оси – $t_{\text{оф}}^{\Gamma}$ и $T_{\text{оф}}$ по вариантам, на третьей – t_{Γ} , на четвертой – $I_{\text{В}}$ (рисунок). Кроме того, каждая вершина имеет свой номер, который обозначает: для первой оси – номер варианта, для второй – состояние горки (таблица), для третьей – число горочных локомотивов, для четвертой – число локомотивов на вытяжных путях. Указанные цифру используются в качестве элементов номера варианта, который получается четырехзначным. Такая нумерация удобна при расчетах на ПЭВМ и для расшифровки вариантов. Так, например, вариант 3422 обозначает, что реализуется третий вариант окончания формирования, горка двухпутная с двумя локомотивами, на вытяжных путях работают также два локомотива.

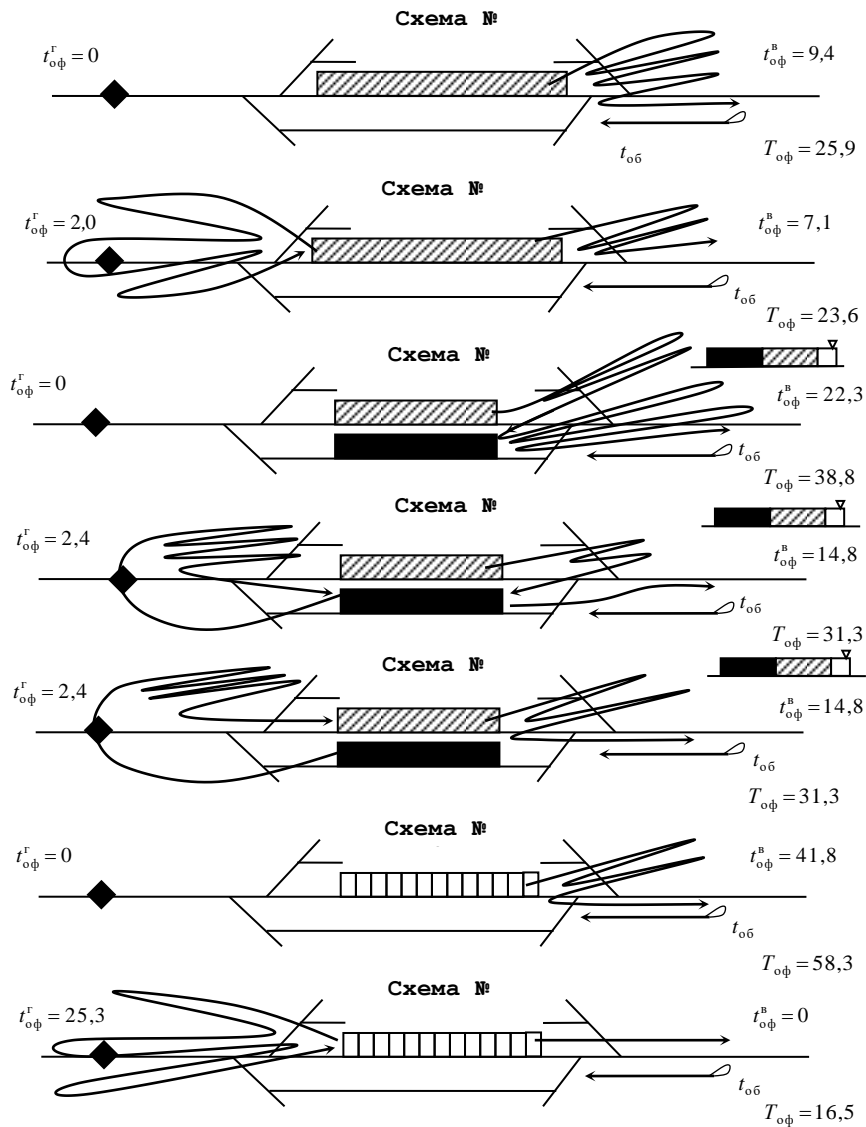


Рисунок 3.1 – Технологические схемы окончания формирования поездов для станции А

3.2 Варианты переустройства горки и определение укрупненных стоимостных показателей

Для проведения технико-экономического сравнения вариантов оснащения и технологии работы станции требуется рассчитать стоимости переустройства горки из однопутной в двухпутную по этапам:

-из однопутной в однопутную с объездным путем (рисунок 3.1).

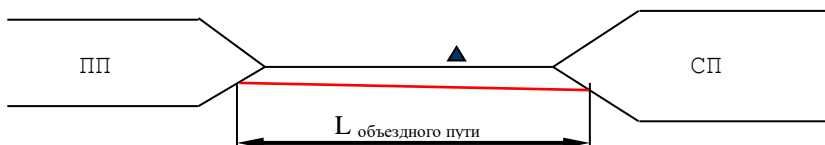


Рисунок 3.1 – Схема переустройства горки в однопутную с объездным путем

Стоимость переустройства рассчитывается по формуле

$$E_k = e_{\text{км}} \cdot L_{\text{км}}, \quad (3.3)$$

где $e_{\text{км}}$ – стоимость укладки 1 км пути; $L_{\text{км}}$ – длина укладываемого пути.

Стоимость содержания укладываемого пути рассчитывается по формуле

$$E_э = e_{э, \text{км}} \cdot L_{\text{км}}, \quad (3.4)$$

где $e_{э, \text{км}}$ – стоимость содержания 1 км пути; $L_{\text{км}}$ – длина укладываемого пути

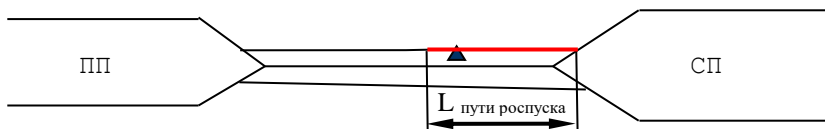


Рисунок 3.2 – Схема переустройства в однопутную горку со вторым путем надвига

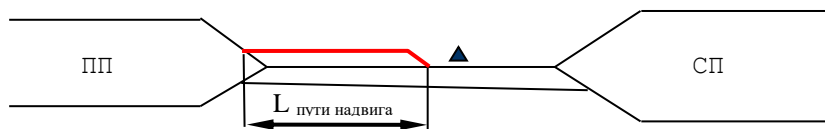


Рисунок 3.3 – Схема переустройства в двухпутную горку

3.3 Техничко-экономическое сравнение вариантов и выбор оптимального

Как отмечено выше, передача на горку с вытяжек работы по окончанию формирования поездов эффективна, если на горке есть соответствующие резервы. При этом коэффициент загрузки вытяжных путей уменьшается, сокращается простой готовых составов в ожидании окончания формирования, они быстрее поступают в парк отправления, раньше освобождая пути сортировочного парка. Таким образом, здесь имеет место экономия от уменьшения вагоно-часов простоя вагонов и от возможного сокращения количества маневровых локомотивов и снижения потребности в путях СП. Вместе с тем при передаче работы по окончанию формирования на горку неизбежно возникновение потерь. Поскольку на горке объем работы возрастает, увеличиваются горочный технологический интервал и коэффициент загрузки. Следствием этого будет рост простоя составов в ожидании формирования, выше потребность в горочных локомотивах и путях парка прибытия. Из оценки этих факторов и будут складываться экономические потери от перераспределения работы. Очевидно, последнее рационально, если экономия, полученная в подсистеме "Г-ПФ-ВФ", больше потерь, допущенных в подсистеме "ВхУ-ПП-Г". Если соотношение между потерями и экономией иное, работу по окончанию формирования в таком объеме передавать на горку невыгодно.

Экономия и потери меняются местами, если работа по окончанию формирования передается с горки на вытяжные пути. Здесь, наоборот, ускоряется процесс роспуска составов, снижается потребность в путях ПП, горочных локомотивах, но зато возрастают простои составов в ожидании окончания формирования и перестановки, увеличивается потребность в локомотивах, вытяжных путях и путях СП для стоянки накопившихся составов.

Таким образом, задача оптимизации распределения сортировочной работы между горкой и вытяжками имеет технико-экономический характер. При этом в зависимости от целей расчета оценке подлежат различное количество факторов. Наиболее полный их набор применяется при оптимизации распределения работы, технического оснащения и путевого развития. В этом случае учитываются затраты на простои вагонов, содержание локомотивов, реконструкцию и автоматизацию горки, укладку дополнительных путей, а также затраты на содержание вновь введенных устройств. Вели же решается более узкая задача – оптимизация взаимодействия сортировочных устройств и числа локомотивов, оценке подлежат лишь затраты на простои вагонов и содержание маневровых локомотивов. Путьевое развитие остается постоянным в каждом варианте и используется для оценки приемлемости, конкурентоспособности варианта.

Вариант будет конкурентоспособным, если определенное расчетом потребное путевое развитие не превышает имеющегося в наличии на станции. В противном случае вариант отбрасывается как не соответствующий условиям задачи.

Наконец, при разработке только оптимального распределения сортировочной работы без изменения технического оснащения и путевого развития станции в целевую функцию включаются лишь затраты на простои вагонов. Число маневровых локомотивов, как и путевое развитие, являются техническими факторами, которые влияют на оценку варианта.

Следовательно, при решении задач оптимизации распределения сортировочной работы в любой ее постановке требуется определить простои вагонов по варианту, число маневровых локомотивов, потребное путевое развитие в подсистемах "ВхУ-ПП-Г" и "Г-ПФ-ВФ".

Эти факторы в зависимости от целей расчета подлежат либо экономической оценке, либо выступают в качестве критериев конкурентоспособности варианта. Затраты на реконструкцию и автоматизацию горки включаются в целевую функцию, если по условиям задачи такие меры усиления пропускной и перерабатывающей способности станции предусматриваются.

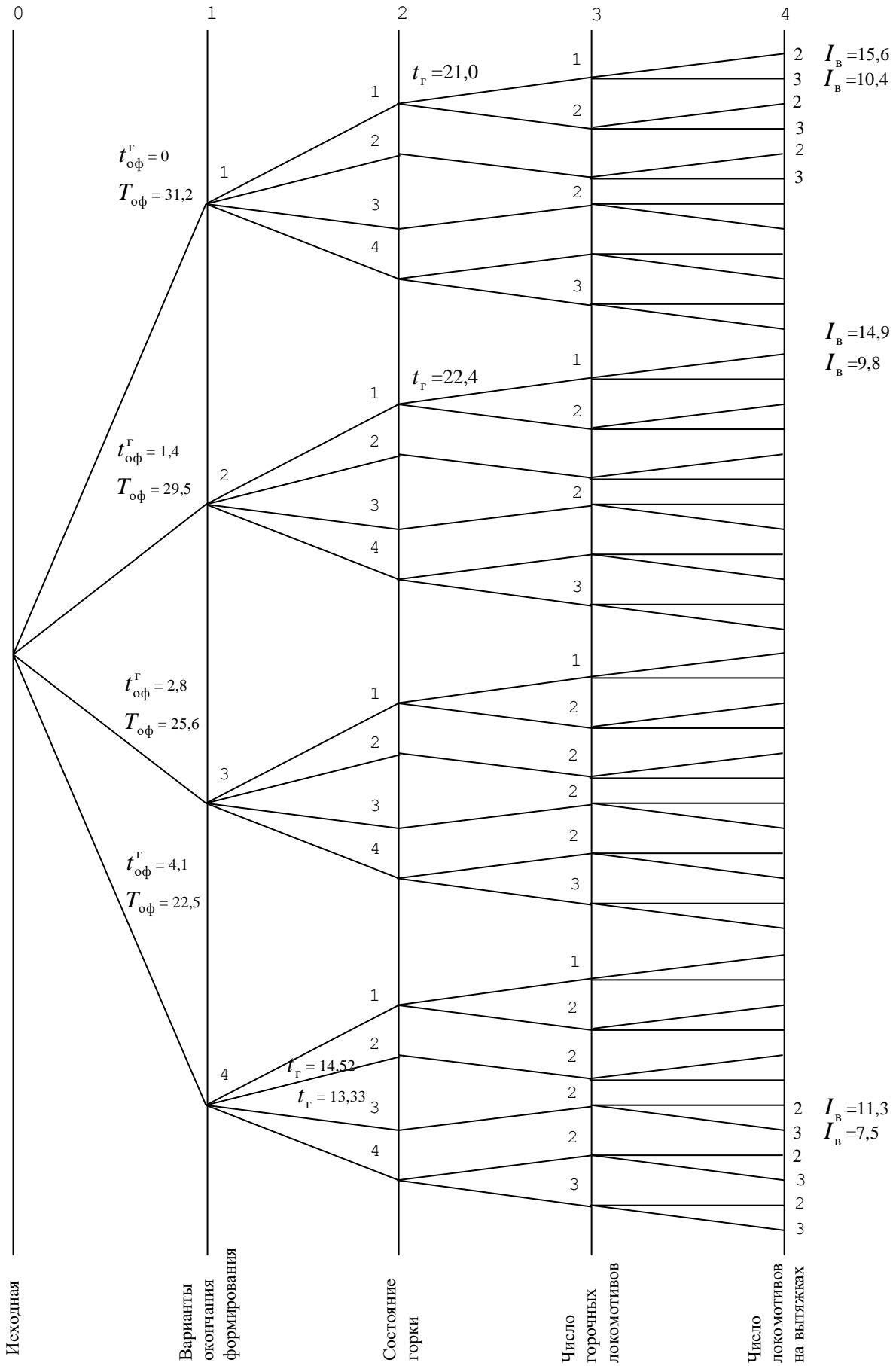


Рисунок 4.7 – Граф вариантов технологии и технического оснащения станции

3.3.1 Расчет простоя вагонов в парках приема и сортировочном и потребного путевого развития

Средний простой в подсистеме можно определить по формуле

$$t_{\text{ср}} = at_{\text{max}} + bt_{\text{min}} = a[(rT_{\text{к}} + 3\sigma - 1)t_{\text{г}} - T_{\text{к}} + t_{\text{техн}}] + bt_{\text{техн}} \quad (3.5)$$

где t_{max} и t_{min} – максимальный и минимальный простой составов в подсистеме;

a и b – коэффициенты, значения которых можно принимать равными соответственно 0,3 и 0,7;

r – среднечасовая интенсивность потока поступающих в подсистему поездов (составов);

$T_{\text{к}}$ – расчетный период, в течение которого простои в подсистеме достигают максимального значения;

σ – среднее квадратическое отклонение числа поездов за период $T_{\text{к}}$;

$t_{\text{техн}}$ – технологический (минимальный) простой составов в подсистеме. Для парка приема его можно принимать равным 0,25 ч [1], для сортировочного парка – $t_{\text{техн}} = t_{\text{оф}}^{\text{B}}$ по варианту.

Параметры $T_{\text{к}}$ и σ находят из таблицы и в зависимости от суточного объема работы и коэффициента загрузки выходного канала: для горки – $\gamma_{\text{г}} = rT_{\text{г}}$. Для вытяжек – $\gamma_{\text{в}} = rI_{\text{в}}$.

Определим среднее время нахождения составов в подсистемах "ВхУ-ПП-Г" и "Г-ПФ-ВФ" по варианту 4422 (рисунок 3.1).

Приняв для упрощения число расформировываемых и формируемых составов одинаковым и равным 71,1 составов, найдем среднечасовую интенсивность

$$r = \frac{71,1}{24} = 2,96 \text{ поезд/ч};$$

и коэффициенты загрузки:

$$\gamma_{\text{г}} = 2,96 \cdot \frac{14,5}{60} = 0,715;$$

$$\gamma_{\text{в}} = 2,96 \cdot \frac{11,3}{60} = 0,557.$$

Тогда из таблицы 3.1 и 3.2 после соответствующей интерполяции $T_{\text{к}}^{\text{II}} = 2,44$; $\sigma^{\text{II}} = 2,25$; $T_{\text{к}}^{\text{с}} = 0,85$; $\sigma^{\text{с}} = 1,40$. Подставляем эти значения в формулу (5.1):

$$t_{\text{ср}}^{\text{III}} = 0,3[(2,96 \cdot 2,44 + 3 \cdot 2,25 - 1)0,24 - 2,44 + 0,25] + 0,7 \cdot 0,25 = 0,45 \text{ ч};$$

$$t_{\text{сп}}^{\text{сп}} = 0,3 \left[(2,96 \cdot 0,85 + 3 \cdot 1,40 - 1) 0,188 - 0,85 + \frac{6,0}{60} \right] + 0,7 \cdot 0,1 = 0,167 \text{ ч.}$$

Вагоно-часы простоя за сутки в подсистемах по варианту 4422:

$$B_{\text{пп}} = 0,45 \cdot 4164 = 1873,8 \text{ ваг} \cdot \text{ч};$$

$$B_{\text{сп}} = 0,167 \cdot 4164 = 695,4 \text{ ваг} \cdot \text{ч.}$$

Как отмечено выше, при сравнении вариантов необходимо учитывать дополнительное путевое развитие по сравнению с существующим на станции. Потребное число путей в парках приема и сортировочном находят по формулам:

$$П_{\text{пп}} = rT_{\text{к}}^{\text{п}} + 3\sigma^{\text{п}} - 1 - \frac{T_{\text{к}}^{\text{п}}}{t_{\text{г}}} + rT_{\text{зп}} + П_{\text{д}} \quad (3.6)$$

$$П_{\text{сп}} = K_{\text{н}} + rT_{\text{к}}^{\text{с}} + 3\sigma^{\text{с}} - 1 - \frac{T_{\text{к}}^{\text{с}}}{I_{\text{в}}} + K_{\text{м}} + K_{\text{спец}} \quad (3.7)$$

где $T_{\text{зп}}$ – технологическое время занятия пути ПП от момента начала приготовления маршрута до полного освобождения пути после надвига. Можно принимать $T_{\text{зп}} = 0,45 \dots 0,5$ ч;

$П_{\text{д}}$ – дополнительное число путей:

$$П_{\text{д}} = f - 1 + П_{\text{х}} \quad (3.8)$$

f – число подходов к ПП с размерами движения свыше 15 поездов/сут;

$П_{\text{х}}$ – число ходовых путей в ПП;

$K_{\text{н}}$ – потребное число путей для накопления вагонов. Для одnogруппных и сборных назначений принимается по одному пути, для двухгруппных – по два, для трехгруппных – по три;

$K_{\text{м}}$ – число путей для местных назначений;

$K_{\text{спец}}$ – число путей для специальных целей (ремонта вагонов, постановки вагонов с негабаритными и разрядными грузами, перегруза вагонов и т.д.).

Произведем расчеты для **варианта 4422**:

$$П_{\text{пп}} = 2,96 \cdot 2,44 + 3 \cdot 2,25 - 1 - \frac{2,44}{0,24} + 0,96 \cdot 0,5 + 3 = 8 \text{ путей};$$

$$П_{\text{сп}} = 17 + 2,96 \cdot 0,85 + 3 \cdot 1,40 - 1 - \frac{0,85}{0,188} + 2 + 4 = 25 \text{ путей.}$$

Допустим, что фактически в ПП имеется 7 путей, в СП – 23. Следовательно, дополнительно для реализации варианта необходимо уложить в ПП – $\Delta П_{\text{пп}} = 1$ путь, в СП – $\Delta П_{\text{сп}} = 2$ пути.

3.3.2 Целевая функция для технико-экономического сравнения

вариантов

Сравнение вариантов распределения сортировочной работы между горкой и вытяжками удобнее производить на основа сопоставления расходов, приведенных к одному году. Тогда целевая функция будет иметь вид

$$Ц = 365[(B_{пп} + B_{сп})e_{в.ч} + Л \cdot e_{л.с}] + \frac{\sum K}{t_{ок}} + \sum \mathcal{E} + \sum E_{обсл} \quad (3.9)$$

где $e_{в.ч}$ – стоимость 1 вагоно-часа;

$e_{л.с}$ – стоимость локомотиво-суток;

$Л$ – число локомотивов на горке и вытяжных путях по варианту;

$\sum K$ – суммарные капитальные затраты по варианту на реконструкцию и автоматизацию горки, путевое развитие в ПП и СП, укладку дополнительных вытяжных путей и т. д.;

$t_{ок}$ – нормативный срок окупаемости капитальных вложений;

$\sum \mathcal{E}$ – годовые эксплуатационные расходы по содержанию всех новых обустройств;

$\sum E_{обсл}$ – приведенные затраты по каналам ПТО, ПКО, СТЦ. Если во всех вариантах мощность указанных каналов остается постоянной, можно в расчетах принимать $\sum E_{обсл} = 0$.

Определим значение целевой функции для варианта 4422, если стоимость 1 вагоно-часа 0,4 руб., локомотиво-суток – 192 руб., затраты на реконструкцию горки из однопутной в двухпутную – 450 тыс. руб., стоимость содержания всех новых обустройств на горке – 15 тыс.руб/год стоимость укладки пути в ПП – 210 тыс. руб., в СП – 190 тыс. руб., расходы по содержанию нового пути в ПП – 5 тыс. руб/год, в СП – 4 тыс. руб/год, $t_{ок} = 10$ лет, технология и техническое оснащение каналов ПТО, ПКО, СТЦ не изменяется по вариантам:

$$Ц = 365 \cdot [(1873,8 + 695,4) \cdot 0,4 + 4 \cdot 192] + \frac{(450 + 210 + 2 + 190) \cdot 10^3}{10} + (15 + 5 + 2 + 4) \cdot 10^3 = 787,4 \text{ тыс. руб / год}$$

В связи со значительной трудоемкостью определения всех параметров целевой функции в курсовом проекте студент приводит лишь два подробных расчета по вариантам, которые задает преподаватель. Техничко-экономическое сравнение вариантов и выбор оптимального производят по результатам расчетов, выполненных на ПЭВМ с использованием прикладной программы «Оптима 2003». Описание пользования программой

и результат расчета приведены в приложении А.

3.4 Специализация путей в парках станции

Специализация путей проводится для всех парков станции с целью обеспечения безопасного приема, отправления поездов, сокращения количества враждебных маршрутов на станции, уменьшения времени занятия горловин.

Для парка приема необходимо специализировать пути таким образом, чтобы обеспечить параллельный прием поездов с разных направлений. Для парка отправления провести специализацию так, чтобы была возможность параллельно отправлять поезда на два направления. Количество путей, которое специализируется под прием с одного направления должно быть пропорционально количеству принимаемых поездов. То же условие применяется и для парка отправления.

Специализацию путей сортировочного парка необходимо провести таким образом, чтобы возможно было параллельно проводить окончание формирования поездов, которые отправляются на разные направления, или проводить окончание формирования и перестановку или отправление поездов. Примерная схема специализации парка приема приведена на рисунке 3.5.

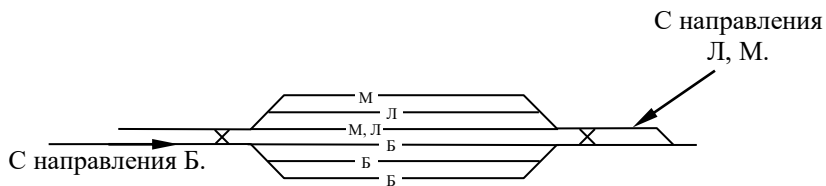


Рисунок 3.5 – Специализация путей парка приема.

Таблица 3.1 – Значения периода T_k

γ	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
10	0,141	0,282	0,497	0,808	1,234	1,796	2,510	3,398	4,488	5,825	7,490	9,623	12,490	16,655	23,569	38,500	100,903
15	0,094	0,186	0,328	0,535	0,824	1,214	1,724	2,375	3,191	4,207	5,479	7,106	9,266	12,334	17,229	27,090	64,671
20	0,070	0,139	0,245	0,400	0,618	0,917	1316	1,834	2,495	3,330	4,385	5,738	7,530	10,046	13,969	21,528	47,856
25	0,056	0,111	0,195	0,319	0,495	0,738	1,065	1,497	2,056	2,771	3,684	4,861	6,420	8,597	11,943	18,197	38,427
30	0,047	0,092	0,163	0,266	0,412	0,617	0,895	1,265	1,752	2,381	3,191	4,242	5,638	7,581	10,541	15,955	32,468
35	0,040	0,079	0,139	0,228	0,354	0,530	0,771	1,097	1,528	2,091	2,823	3,779	5,051	6,822	9,503	14,328	28,376
40	0,035	0,069	0,122	0,199	0,309	0,464	0,678	0,968	1,355	1,867	2,536	3,416	4,592	6,229	8,697	13,086	25,393
45	0,031	0,061	0,108	0,177	0,275	0,413	0,605	0,867	1,219	1,687	2,305	3,123	4,220	5,749	8,049	12,099	23,116
50	0,028	0,055	0,097	0,159	0,248	0,373	0,546	0,785	1,107	1,540	2,115	2,880	3,911	5,352	7,514	11,294	21,318
55	0,025	0,050	0,088	0,144	0,225	0,339	0,498	0,717	1,015	1,417	1,956	2,676	3,651	5,016	7,063	10,620	19,858
60	0,023	0,046	0,081	0,132	0,206	0,311	0,457	0,660	0,937	1,313	1,820	2,501	3,427	4,727	6,676	10,048	18,646
65	0,021	0,042	0,075	0,122	0,191	0,287	0,423	0,611	0,870	1,224	1,702	2,349	3,233	4,476	6,340	9,553	17,621
70	0,020	0,039	0,069	0,113	0,177	0,267	0,393	0,570	0,813	1,146	1,599	2,216	3,062	4,254	6,045	9,120	16,741
75	0,019	0,037	0,065	0,106	0,165	0,249	0,368	0,533	0,762	1,077	1,509	2,098	2,910	4,058	5,782	8,737	15,977
80	0,017	0,034	0,061	0,099	0,155	0,234	0,345	0,501	0,718	1,017	1,428	1,993	2,774	3,882	5,547	8,396	15,305
85	0,016	0,032	0,057	0,093	0,146	0,220	0,325	0,473	0,678	0,963	1,356	1,898	2,651	3,723	5,335	8,089	14,709
90	0,016	0,031	0,054	0,088	0,138	0,208	0,307	0,447	0,643	0,915	1,291	1,813	2,541	3,578	5,143	7,811	14,175
95	0,015	0,029	0,051	0,084	0,130	0,197	0,292	0,424	0,611	0,871	1,233	1,736	2,439	3,447	4,967	7,558	13,695
100	0,014	0,028	0,049	0,079	0,124	0,187	0,277	0,404	0,582	0,831	1,179	1,665	2,347	3,326	4,806	7,327	13,259
105	0,013	0,026	0,046	0,076	0,118	0,178	0,264	0,385	0,556	0,795	1,130	1,600	2,262	3,214	4,657	7,114	12,862
100	0,013	0,025	0,044	0,072	0,113	0,170	0,252	0,368	0,532	0,762	1,085	1,540	2,183	3,111	4,519	6,917	12,498
115	0,012	0,024	0,042	0,069	0,108	0,163	0,242	0,353	0,510	0,731	1,044	1,484	2,110	3,015	4,392	6,734	12,163
120	0,012	0,023	0,040	0,066	0,103	0,156	0,232	0,338	0,489	0,703	1,005	1,433	2,042	2,926	4,272	6,564	11,853
125	0,011	0,022	0,039	0,063	0,099	0,150	0,222	0,325	0,471	0,677	0,970	1,385	1,979	2,843	4,161	6,405	11,566
130	0,011	0,021	0,037	0,061	0,095	0,144	0,214	0,313	0,453	0,653	0,937	1,341	1,920	2,765	4,056	6,256	11,298

Таблица 5.2 – Значение среднеквадратического отклонения σ

γ N	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
10	0,225	0,317	0,419	0,533	0,655	0,785	0,919	1,055	1,192	1,329	1,467	1,609	1,759	1,926	2,127	2,413	3,042
15	0,224	0,315	0,416	0,529	0,654	0,789	0,932	1,082	1,235	1,391	1,550	1,713	1,883	2,067	2,280	2,564	3,135
20	0,224	0,314	0,415	0,527	0,653	0,791	0,940	1,099	1,265	1,436	1,611	1,792	1,979	2,181	2,409	2,700	3,236
25	0,223	0,313	0,414	0,526	0,653	0,793	0,946	1,111	1,286	1,469	1,659	1,855	2,059	2,277	2,521	2,823	3,340
30	0,223	0,313	0,413	0,526	0,652	0,794	0,950	1,120	1,303	1,496	1,698	1,908	2,128	2,361	2,619	2,933	3,443
35	0,223	0,312	0,413	0,525	0,652	0,794	0,953	1,127	1,316	1,518	1,730	1,953	2,187	2,435	2,708	3,035	3,543
40	0,223	0,312	0,412	0,525	0,652	0,795	0,955	1,132	1,326	1,536	1,758	1,992	2,239	2,501	2,789	3,129	3,639
45	0,223	0,312	0,412	0,525	0,652	0,795	0,957	1,137	1,335	1,551	1,782	2,027	2,286	2,561	2,863	3,216	3,731
50	0,223	0,312	0,412	0,524	0,652	0,796	0,958	1,141	1,343	1,564	1,803	2,057	2,328	2,616	2,931	3,297	3,820
55	0,223	0,312	0,412	0,524	0,652	0,796	0,960	1,144	1,349	1,575	1,821	2,085	2,366	2,667	2,995	3,374	3,904
60	0,223	0,312	0,411	0,524	0,652	0,796	0,961	1,147	1,355	1,585	1,838	2,110	2,401	2,713	3,054	3,446	3,986
65	0,223	0,312	0,411	0,524	0,651	0,797	0,962	1,149	1,360	1,594	1,852	2,132	2,433	2,757	3,110	3,515	4,064
70	0,223	0,312	0,411	0,524	0,651	0,797	0,902	1,151	1,364	1,602	1,866	2,153	2,463	2,798	3,163	3,580	4,140
75	0,223	0,312	0,411	0,524	0,651	0,797	0,963	1,153	1,368	1,609	1,878	2,172	2,491	2,836	3,213	3,643	4,213
80	0,223	0,312	0,411	0,524	0,651	0,797	0,964	1,154	1,371	1,616	1,889	2,190	2,517	2,872	3,260	3,702	4,283
85	0,223	0,312	0,411	0,524	0,651	0,797	0,964	1,156	1,374	1,622	1,899	2,206	2,541	2,906	3,305	3,759	4,352
90	0,223	0,312	0,411	0,523	0,651	0,797	0,965	1,157	1,377	1,627	1,909	2,221	2,564	2,938	3,348	3,814	4,418
95	0,223	0,312	0,411	0,523	0,651	0,797	0,965	1,158	1,380	1,632	1,917	2,235	2,585	2,968	3,389	3,867	4,482
100	0,223	0,312	0,411	0,523	0,651	0,798	0,966	1,159	1,382	1,637	1,925	2,248	2,606	2,997	3,429	3,918	4,544
105	0,223	0,312	0,411	0,523	0,651	0,798	0,966	1,160	1,384	1,641	1,933	2,261	2,625	3,025	3,466	3,967	4,604
110	0,223	0,312	0,411	0,523	0,651	0,798	0,966	1,161	1,386	1,645	1,940	2,273	2,643	3,052	3,503	4,015	4,663
115	0,223	0,312	0,411	0,523	0,651	0,798	0,967	1,162	1,388	1,648	1,946	2,283	2,660	3,077	3,538	4,061	4,721
120	0,223	0,312	0,411	0,523	0,651	0,798	0,967	1,163	1,390	1,652	1,952	2,294	2,676	3,101	3,572	4,106	4,776
125	0,223	0,312	0,411	0,523	0,651	0,798	0,967	1,164	1,391	1,655	1,958	2,304	2,692	3,124	3,604	4,149	4,831
130	0,223	0,312	0,411	0,523	0,651	0,798	0,968	1,164	1,393	1,658	1,964	2,313	2,707	3,146	3,636	4,191	4,884
135	0,223	0,312	0,411	0,523	0,651	0,798	0,968	1,165	1,394	1,661	1,969	2,322	2,721	3,168	3,666	4,232	4,936
140	0,223	0,312	0,411	0,523	0,651	0,798	0,968	1,165	1,395	1,663	1,974	2,330	2,735	3,188	3,695	4,272	4,987

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С МЕСТНЫМИ ПУНКТАМИ СТАНЦИИ

4.1 Расчет оптимального числа подач-уборок на местные пункты

Расчет числа подач-уборок производится для всех местных пунктов станции на основе суточных объемов работы, параметров времени на весь цикл маневровой работы по подаче-уборке вагонов, значений стоимости вагоно-часа и локомотиво-часа. Оптимальное число подач-уборок рассчитывается по формуле

$$X_{\text{пу}} = \sqrt{\frac{n_{\text{м}} \cdot e_{\text{вч}} \cdot (C_{\text{м}} + 24 + B \cdot n_{\text{м}})}{A \cdot e_{\text{лч}}}}, \quad (4.1)$$

где $n_{\text{м}}$ – суточный вагонопоток; $e_{\text{вч}}$ – стоимость вагоно-часа; $C_{\text{м}}$ – параметр накопления; A , B – коэффициенты; $e_{\text{лч}}$ – стоимость локомотиво-часа.

Полученное значение подач-уборок необходимо проверить по двум условиям: по длине грузовых фронтов; по продолжительности грузовой операции.

Необходимая длина грузового фронта $L_{\text{фр}}$ рассчитывается по формуле

$$L_{\text{фр}} \geq \frac{n_{\text{м}} \cdot l_{\text{в}}}{X_{\text{пу}}}. \quad (4.2)$$

Если расчетное значение длины фронта больше существующего, то для обеспечения оптимального числа подач-уборок необходимо увеличить длину грузового фронта до требуемого значения.

Необходимая продолжительность грузовой операции $T_{\text{гр}}$ рассчитывается по формуле

$$T_{\text{гр}} \leq \frac{24}{X_{\text{пу}}}. \quad (4.3)$$

Если расчетное значение меньше заданного, то для обеспечения оптимального числа подач-уборок необходимо увеличить

производительность погрузо-разгрузочных механизмов.

4.2 Нормирование времени на подачу-уборку вагонов

Время на подачу-уборку рассчитывается для определения необходимого количества локомотивов местной работы.

Нормы времени на подачу-уборку рассчитывается двумя способами: по укрупненным значениям; нормированием каждого элемента времени на подачу-уборку.

Время на подачу-уборку по укрупненным норма рассчитывается по формуле

$$T_{\text{пу}} = A + \frac{B \cdot n_{\text{м}}}{X_{\text{пу}}} \quad (4.4)$$

Время на подачу-уборку по элементам

$$T_{\text{пу}} = t_{\text{подф}}^{\text{n}} + t_{\text{под}} + t_{\text{сб}} + t_{\text{раст}} + t_{\text{уб}} + t_{\text{подф}} \quad (4.5)$$

где $t_{\text{подф}}^{\text{n}}$ – время на подформирование подачи на грузовой пункт; $t_{\text{под}}$, $t_{\text{уб}}$ – время на подачу-уборку вагонов на грузовой пункт; $t_{\text{сб}}$, $t_{\text{раст}}$ – время на сборку и расстановку вагонов по грузовым фронтам; $t_{\text{подф}}$ – подформирование по путям назначения в сортировочном парке.

Время на подачу-уборку вагонов рассчитывается исходя из длины полурейсов. На рисунке 4.1 приведены полурейсы подачи-уборки вагонов на грузовые пункты.

Время на подформирование подачи на грузовой пункт рассчитывается по

формуле

$$t_{\text{подф}}^n = t_c + t_{\text{сб}}, \quad (4.6)$$

где t_c – время на сортировку вагонов; $t_{\text{сб}}$ – время на сборку вагонов.

В формуле по расчету времени на сортировку t_c число групп $g_{\text{ф}}$ зависит от числа фронтов погрузки, число сортируемых вагонов m_c равно среднему количеству вагонов в подаче.

Время на сборку вагонов с грузовых фронтов рассчитывается по формуле

$$t_{\text{сб}} = 1,8 \cdot p + 0,3 \cdot \frac{n_M}{X_{\text{пу}}}. \quad (4.7)$$

Время на расстановку по грузовым фронтам рассчитывается по формуле

$$t_{\text{расст}} = 6,6 + 0,15 \cdot \frac{n_M}{X_{\text{пу}}}. \quad (4.8)$$

Время на подформирование группы вагонов в сортировочном парке рассчитывается во формуле

$$t_{\text{подф}} = A \cdot g + B \cdot \frac{n_M}{X_{\text{пу}}}. \quad (4.9)$$

В формуле g – число назначений с мест погрузки.

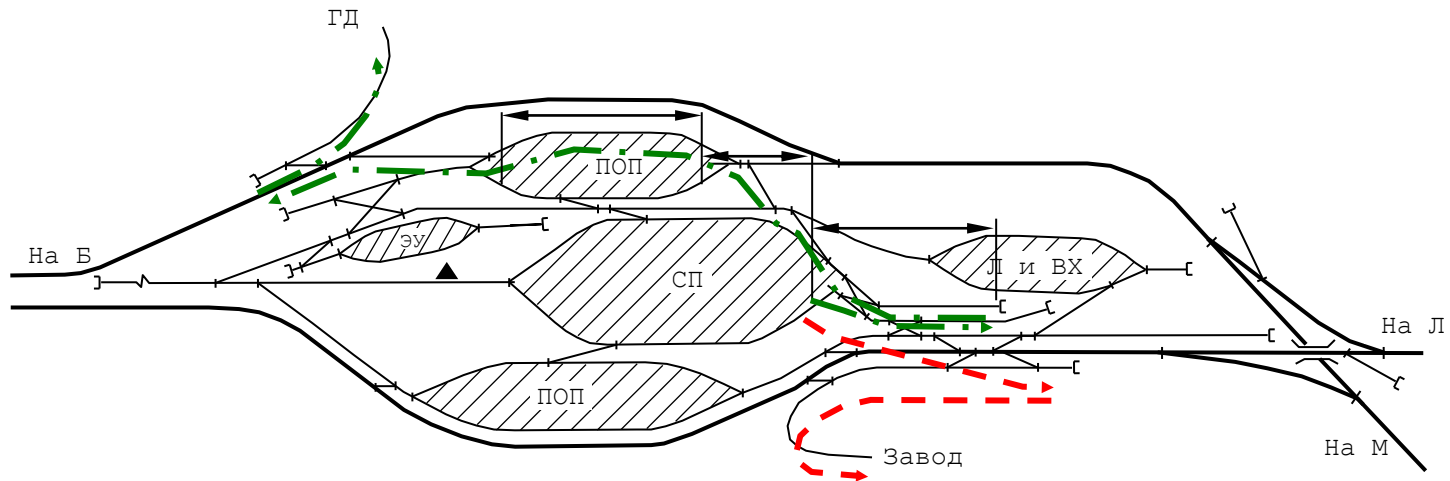
4.3 Расчет необходимого числа локомотивов для обслуживания местных пунктов

Потребное число локомотивов зависит от продолжительности подачи-уборки вагонов на грузовой пункт, числа подач-уборок и рассчитывается по формуле

$$M_{\text{мест}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{пу}} \cdot X_{\text{пу}}}{1440 - t_{\text{техн}}}, \quad (4.10)$$

где n – число грузовых пунктов, обслуживаемых станцией; $t_{\text{техн}}$ – технологический перерыв в работе местных локомотивов.

Для дальнейших расчетов принимается ближайшее большее целое количество локомотивов.



5 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГРАФИКОВ ОБРАБОТКИ ПОЕЗДОВ В ПАРКАХ СТАНЦИИ

5.1 Нормирование времени подачи и уборки поездных локомотивов

Нормирование времени подачи и уборки поездных локомотивов производится для поездов, прибывающих на станцию в переработку, отправляющихся своего формирования, транзитных поездов со сменой локомотивных бригад и локомотивов.

На схему станции необходимо нанести маршруты следования локомотивов и расстояния следования. Скорости передвижения одиночных локомотивов по станции принимаются согласно Инструкции по движению поездов и маневровой работе на Белорусской железной дороге.

Результаты расчета времени на подачу и уборку локомотивов приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Нормы времени на подачу и уборку поездных локомотивов

Пункт отправления	Пункт назначения	Расстояние, м	Скорость, км/ч	Время, мин
Из ПП	В ЛХ	2200	40	4,1
Из ЛХ	В СОП	500	15	2,9

5.2 Расчет числа бригад ПТО и ПКО по оптимальному варианту технологии

Для своевременного обслуживания составов прибывающих поездов в парк прибытия, а так же отправляющихся из парка отправления рассчитывается потребное количество бригад ПТО и ПКО по формуле

$$K_{бр} = \frac{t_{пто}}{I}, \quad (5.1)$$

где $t_{пто}$ – время обработки одного состава одной бригадой; I – интервал подвода составов.

Полученные значения количества бригад округляются в большую сторону до ближайшего целого числа. Количество бригад ПТО принимается равным количеству бригад ПКО.

5.3 Технологические графики обработки поездов

Разработка и построение технологических графиков обработки поездов

производится для прибывающих в расформирование, отправляющихся со станции формирования, транзитных поездов.

После получения сообщения с соседней станции об отправлении поезда ДСП согласовывает с маневровым диспетчером путь приема поезда и извещает работников СТЦ, ПТО, ПКО о номере поезда, пути приема и времени прибытия для встречи его и подготовки к обработке. После закрепления состава тормозными башмаками, ДСП дает указание локомотивной бригаде об отцепке локомотива от состава, готовит маршрут уборки и убирает с пути приема поездной локомотив.

После уборки поездного локомотива ДСП дает установленным порядком согласие оператору ПТО на ограждение состава. После выполнения операции ограждения состава производится техническое обслуживание вагонов и коммерческий осмотр в соответствии с технологическими процессами работы ПТО и ПКО.

После завершения технического обслуживания и коммерческого осмотров работники ПТО и ПКО докладывают об этом оператору ПТО и ПКО соответственно. Оператор уведомляет ДСП об окончании осмотра. Оператор ПТО снимает ограждение состава.

Примеры графиков обработки поездов в парках станции приведены в [].

6 РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ СТАНЦИИ И РАСЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

6.1 Графическая модель работы станции на сутки по оптимальному варианту технологии

Разработка графической модели – итог инженерной работы по составлению технологического процесса станции. С помощью этой модели студент графически имитирует процессы в парках станции, глубже познает их взаимодействие между собой и с технологией прилегающих участков, выявляет причины межоперационных простоев и ожиданий, графически устанавливает потребность в маневровых средствах и их использование, проверяет достаточность пропускной и перерабатывающей способности станции. При разработке графической модели следует руководствоваться примерами ее построения [1].

Остатки составов и вагонов на начало суток на путях парков и на пунктах местной работы принимаются согласно заданию. Остатки вагонов на конец суток должны быть по возможности равны или меньше остатков на начало суток. На графике по принятому оптимальному варианту технологии работы станции показывают работу локомотивов на горке и вытяжных путях, занятость путей парков составами, вагонами и т.д.

Графическая модель используется для расчета показателей работы станции за одни сутки. Условно принимается, что определенные таким образом показатели являются нормами технологического процесса станции А. Все полученные показатели необходимо сравнить со среднесетевыми и сделать заключение о качестве разработанного проекта. Сопоставляя полученные показатели со среднесетевыми, необходимо проанализировать, за счет чего произошло сокращение простоя вагонов, улучшение использования локомотивов и других показателей.

6.2 Расчет показателей работы станции

К показателям работы станции относятся:

количественные – число погруженных вагонов $U_{\text{п}}$, число выгруженных вагонов $U_{\text{в}}$, число отправленных вагонов $n_{\text{отп}}$, вагонооборот, среднечасовой рабочий парк;

качественные – вагоно-часы накопления $B_{\text{нак}}$, параметр накопления C , простой под накоплением одного вагона $t_{\text{нак}}$, простои вагонов различных категорий на станции $t_{\text{б/п}}$, $t_{\text{с/п}}$, $t_{\text{м}}$, время простоя местного вагона, приходящееся на одну грузовую операцию $t_{\text{гр}}$, коэффициенты загрузки горки и вытяжных путей, горочных и вытяжных локомотивов, локомотивов местной работы.

Количество выгруженных $U_{\text{в}}$ определяется из приложения Е задания, погруженных вагонов $U_{\text{п}}$ - из приложения И задания.

Количество отправленных вагонов рассчитывается по суточной модели работы станции.

Вагоно-часы простоя под накоплением определяются по суточной модели работы станции по формуле

$$B_{\text{нак}} = \sum t \cdot m \quad (6.1)$$

где m – количество накапливаемых вагонов; t – период накопления этих вагонов.

Параметр накопления рассчитывается для каждого назначения и в целом для станции по формуле

$$C = \frac{B_{\text{нак}}}{k_{\text{наз}} \cdot m_c} \quad (6.2)$$

где $k_{\text{наз}}$ – число назначений; m_c – количество вагонов в составе поезда.

Простой под накоплением одного вагона рассчитывается для каждого назначения и в целом для станции по формуле

$$t_{\text{нак}} = \frac{B_{\text{нак}}}{n_{\text{от}}} \quad (6.3)$$

Для удобного представления результаты расчета количественных и качественных показателей по каждому назначению сведены в таблицу 6.1

Таблица 6.1 – Показатели работы станции

Назначение	$B_{\text{нак}}$, в. ч.	отправлено		Состав поезда	$t_{\text{нак}}$, час	3. С
		поездов	вагонов			
Б	978,5	3	228	76	4,3	12,9

Норма простоя транзитного вагона без переработки рассчитывается по формуле

$$t_{\text{б/п}} = \frac{\sum_{i=1}^m (t_{\text{обр}} \cdot N_{\text{тр}})}{N_{\text{тр}}}, \quad (6.4)$$

где $t_{\text{обр}}$ – время нахождения транзитного поезда на станции (принимается по графической модели); $N_{\text{тр}}$ – число отправленных транзитных поездов;

Норма простоя транзитного вагона с переработкой рассчитывается по формуле

$$t_{\text{с/п}} = t_{\text{ПП}} + t_{\text{рос}}^{\text{ож}} + t_{\text{рос}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{О.Ф.}}^{\text{ож}} + t_{\text{О.Ф.}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{ПО}}^{\text{ож}} + t_{\text{ПО}} + t_{\text{отп}}^{\text{ож}}, \quad (6.5)$$

где $t_{\text{ПП}}$ – норма времени на обработку состава поезда в парке приема; $t_{\text{рос}}^{\text{ож}}$ – время ожидания отпуска; $t_{\text{рос}}$ – норма времени на отпуск состава поезда; $t_{\text{нак}}$ –

время накопления на состав; $t_{0.ф.ож}$ – время ожидания окончания формирования; $t_{0.ф.}$ – норма времени на окончание формирования состава; $t_{пер}$ – время на перестановку состава в парк отправления, $t_{ПО}^{ож}$ – время ожидания обработки в парке; $t_{ПО}$ – норма времени на обработку состава в парке отправления; $t_{отп}^{ож}$ – время ожидания отправления состава поезда.

Норма простоя местного вагона на станции рассчитывается по формуле

$$t_{м} = t_{ПП} + t_{рос}^{ож} + t_{рос} + t_{нак}^{под} + t_{под} + t_{гр} + t_{уб} + t_{подф} + t_{пер} + t_{ПО}^{ож} + t_{ПО} + t_{отп}^{ож}, \quad (6.6)$$

где $t_{нак}^{под}$ – время накопления подачи; $t_{под}$ – время подачи; $t_{гр}$ – норма времени на грузовую операцию; $t_{уб}$ – время уборки; $t_{подф}$ – время подформирования.

Используя ведомость безномерного учета простоя вагонов на станции (форма ДУ-9) можно рассчитать фактически выполненный простой вагонов, таблица 6.2.

Таблица 6.2 – Ведомость безномерного учета простоя вагонов на станции (форма ДУ-9).

Часы прибытия, отправления	Транзит с переработкой				
	прибыло		убыло		осталось
	с линии	перечислено	на линию	перечислено	
остаток					
18-19					
19-20					
20-21					
... ..					
3-4					
... ..					
17-18					
Итого					

Коэффициент двояных операций $K_{сд}$ отражает среднее количество грузовых операций, которое производится с вагонами на станции.

$$K_{сд} = \frac{U_{п} + U_{в}}{n_{м}}, \quad (6.7)$$

где $U_{п}$, $U_{в}$ – количество погруженных и выгруженных вагонов на грузовых пунктах станции (приложение И, Е задания); $n_{м}$ – количество местных вагонов на станции.

Продолжительность грузовой операции можно рассчитать по формуле

$$t_{гр} = \frac{t_{м}}{K_{сд}}. \quad (6.8)$$

Вагонооборот станции рассчитывается по формуле

$$B = \Pi + Y, \quad (6.9)$$

где Π – количество вагонов, прибывших на станцию; Y – количество вагонов, убывших со станции.

Среднечасовой рабочий парк вагонов на станции рассчитывается по формуле

$$n_{\text{раб}} = \frac{n_{\text{м}} \cdot t_{\text{м}} + n_{\text{с/п}} \cdot t_{\text{с/п}} + n_{\text{б/п}} \cdot t_{\text{б/п}}}{24}. \quad (6.10)$$

Загрузка горки определяется коэффициентом $\alpha_{\text{г}}$ по формуле

$$\alpha_{\text{г}} = \frac{\sum (t_{\text{расф}} \cdot N_{\text{расф}})}{1440 - t_{\text{техн}}}, \quad (6.11)$$

где $t_{\text{расф}}$ – время на формирование одного состава; $N_{\text{расф}}$ – количество расформируемых поездов; $t_{\text{техн}}$ – время на технологический перерыв в работе горки.

Аналогично рассчитывается коэффициент загрузки вытяжных путей $\alpha_{\text{в}}$.

Коэффициент загрузки рассчитывается отдельно для локомотивов занятых на горке, на вытяжных путях и на местной работе. Расчеты производятся на основании «Расчета и оценки производительности поездных и маневровых локомотивов. Общие положения»

Коэффициент загрузки локомотивов горки рассчитывается по формуле

$$\gamma_{\text{г}} = \frac{t_{\text{г}}^{\text{н}} \frac{n_{\text{пер}}}{m_{\text{п}}} (1 - \rho_{\text{г}})}{1440 \cdot \alpha_{\text{г}} - T_{\text{пост}}}, \quad (6.12)$$

где $t_{\text{г}}^{\text{н}}$ – нормативный горочный технологический интервал; $n_{\text{пер}}$ – среднесуточный за месяц вагонопоток, перерабатываемый на станции; $m_{\text{п}}$ – средний состав прибывающих в расформирование поездов; $T_{\text{пост}}$ – время занятия горки постоянными операциями технического обслуживания устройств; $\rho_{\text{г}}$ – коэффициент, учитывающий отказы технических устройств горочного комплекса (коэффициент принимается равным: 0,08 – для замедлителей КВ; 0,06 – для замедлителей НП-5, РНЗ-3; 0,03 – для немеханизированных горок); $\alpha_{\text{г}}$ – коэффициент, учитывающий возможные перерывы в использовании сортировочной горки из-за враждебных передвижений не связанных с расформированием. Загрузка горочного локомотива не должна превышать 0,85.

Коэффициент загрузки локомотивов вытяжных путей рассчитывается по формуле

$$\gamma_{\text{в}} = \frac{n_{\text{пер}} / m_{\text{ф}} \cdot [(1 - \beta_{\text{со}}) \cdot (t_{\text{оф}} + t_{\text{выст}} + t_{\text{воз}}) + \beta_{\text{со}} \cdot t_{\text{оф}}]}{M_{\text{в}} (1440 \cdot \alpha_{\text{с}} - T_{\text{пост}}^{\text{ф}})} \cdot (1 - \rho_{\text{тех}}), \quad (6.13)$$

где $m_{\text{ф}}$ – средний состав формируемого поезда; $t_{\text{оф}}$ – средневзвешенной время на

окончание формирования одного состава (определяется технологией работы станции); $t_{\text{выст}}, t_{\text{воз}}$ – время на перестановку состава на путь отправления и возвращение локомотива в район формирования соответственно; $M_{\text{в}}$ – число локомотивов занятых на формировании поездов; $T_{\text{пост}}$ – время занятия постоянными операциями вытяжных путей по техническому обслуживанию; $\beta_{\text{со}}$ – доля составов, отправляемых непосредственно с сортировочно-отправочных путей; $\rho_{\text{тех}}$ – коэффициент, учитывающий отказы технических устройств станции, (принимается равным 0,03...0,05); $\alpha_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий возможные перерывы в использовании вытяжного пути из-за враждебных передвижений (принимается равным 0,93...0,95). Допустимая загрузка локомотива не должна превышать 0,75.

Коэффициент загрузки локомотивов, занятых на местной работе рассчитывается по формуле

$$\gamma_{\text{мест}} = \frac{T_{\text{мест}} \cdot (1 - \rho_{\text{тех}})}{M_{\text{мест}} \cdot (1440 \cdot \alpha_{\text{с}} - T_{\text{пост}})}, \quad (6.14)$$

где $T_{\text{мест}}$ – затраты времени на выполнение местной работы за сутки; $M_{\text{мест}}$ – количество маневровых локомотивов, занятых на местной работе. Допустимая нагрузка на локомотивы не должна превышать 0,85.

Минимальное значение коэффициента загрузки зависит от числа маневровых локомотивов, работающих на станции. В практических расчетах минимальное значение коэффициента загрузки на станциях следует принимать в соответствии с таблицей 6.3.

Таблица 6.3 – Минимальные значения коэффициентов загрузки локомотивов

Количество локомотивов, M	2	3	4	5
Коэффициент загрузки, $\gamma_{\text{л}}$	0,40	0,57	0,64	0,68

Если значение $\gamma_{\text{л}}$ меньше допустимого, то необходимо перераспределить выполнение маневровых операций между локомотивами, работающими на станции.

7 ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ НА СТАНЦИИ

7.1 Разработка организационно-технологической структуры управления станции

Технологической структурой управления называется размещение основных служебно-технических постов управления в сочетании с коммуникациями между ними. Технологическая структура управления – основа технологии по переработке информации и обработке документов. Она предопределяется схемой расположения основных парков, сортировочных устройств, размещением производственно-технических помещений и постов управления, технической оснащенностью средствами связи, автоматики, телемеханики и вычислительной техники. Прогрессивная технологическая структура управления позволяет уменьшить продолжительность технологических операций и межоперационных простоев, повысить производительность труда и снизить себестоимость переработки вагонов.

Разработанную технологическую структуру управления студент должен изобразить на рисунке в виде схемы станции с показом на ней места нахождения маневрового диспетчера (ДСЦ), информационного (ИЦ) или информационно-вычислительного центра (ИВЦ), станционного технологического центра обработки поездной информации и перевозочных документов (СТЦ), дежурных по станции (ДСП), дежурных по паркам (ДСПП), пунктов технического обслуживания (ПТО) и коммерческого осмотра вагонов (ПКО), а также телетайпных постов для списывания составов. На схеме показываются все устройства станции, оказывающие влияние на порядок и последовательность выполнения технологических операций. В первую очередь это относится к технологическим средствам связи, коммуникациям пневмопочты, транспортерам для доставки документов, бункерам и т. д. В качестве примера разработанная организационно-технологическая структура станции приведена на рисунке [].

Все принятые решения студент обосновывает в пояснительном тексте, при этом по каждому принятому решению (относится ли это к размещению постов управления, рабочих мест или внедрению технических средств) необходимо показать его преимущество по сравнению с другими, альтернативными решениями, после чего изложить предлагаемую технологию работы. Особое внимание должно быть уделено вопросам обработки документов и технологии работы СТЦ.

7.2 Разработка структуры административно-оперативного управления на станции. Районы управления на станции

В этом разделе необходимо разработать схемы административно-оперативного управления сортировочной станцией А, руководствуясь примерными схемами, приведенными в литературе [1, 2, 5], заданной технической характеристикой и установленными объемами работы станции. Описать функции административных и оперативных работников станции.

Для обеспечения руководства работой по приему, расформированию, формированию и отправлению поездов студент должен разделить станцию на отдельные самостоятельные и взаимосвязанные районы управления, показав их на схеме в "рыбках". При этом надо руководствоваться следующим:

- а) каждый район должен находиться под руководством одного сменного командира;
- б) все стрелочные переводы, в том числе находящиеся на главных путях, должны быть отнесены к какому-либо району управления;
- в) любой парк приема-отправления поездов должен быть в подчинении одного дежурного по станции.

7.3 Организация сменно-суточного планирования. Расчет потребной глубины информации

В разделе кратко излагается организация суточного, сменного и текущего планирования на станции А в соответствии с рекомендациями Типового технологического процесса [2]. На основании задания о подходе перерабатываемых поездов и их разложения по назначениям плана формирования разрабатывается фрагмент плана поездообразования на 2–4 часа [5, стр. 138].

Большое значение в настоящее время в управлении и планировании работы имеет информация о поездах и грузах. Студент должен разработать систему передачи информации на заданном полигоне. При этом следует исходить из того, что на дороге действует автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП). Следует установить, какая информация необходима, откуда она поступает и в каком виде передается. Здесь же могут быть приведены образцы заполнения отдельных форм (макетов) в соответствии с приложениями 1–2. Разрабатываются зоны потребной глубины информации, которая рассчитывается по формуле

$$L = (T_{\text{пл}} + T_{\text{рп}}) \cdot v_{\text{уч}},$$

где $T_{пл}$ – период планирования; $T_{рп}$ – время разработки плана; $v_{уч}$ – участковая скорость поездов в зоне информации.

Расчитанная зона глубины информации наносится студентом на схему направления.

В заключение раздела студент должен изложить основные принципы диспетчерского управления на станции А, предусмотрев обеспечение ДСЦ необходимой информацией на основе АСУ сортировочной станции

