

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

9/7/5

Одобрено кафедрой
«Эксплуатация железных дорог»

КОНТЕЙНЕРНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА

Задание на курсовой проект
с методическими указаниями
для студентов V курса

специальности

**190701 ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК И УПРАВЛЕНИЕ
НА ТРАНСПОРТЕ (ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ) (Д)**



Москва — 2008

Составители: – канд. техн. наук, доц. А. М. Орлова,
канд. техн. наук, доц. Б. Л. Голубев,
ст. преп. Е. В. Попова

Рецензент – ст. преп. А. В. Подорожкина

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Изучение дисциплины «Контейнерная транспортная система» необходимо для более детального ознакомления с проблемой организации эффективной транспортировки грузов на железнодорожном транспорте.

Для практического закрепления полученных знаний каждый студент V курса специальности «Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожный транспорт)» должен выполнить курсовой проект.

Курсовой проект включает в себя проведение практических расчетов по организации контейнеропотоков (расчет плана формирования вагонов со среднетоннажными контейнерами, оценку эффективности назначения контейнерных поездов) и по определению важнейших оптимальных параметров грузового контейнерного пункта.

Кроме того курсовой проект содержит графическую часть, состоящую в разработке масштабного плана грузового контейнерного пункта.

Пояснительную записку оформляют на стандартных листах (с одной стороны) формата А4 (11 формат). Приветствуется ее оформление с использованием ПК в редакторе Word. В последнем случае рекомендуется использовать шрифт Times New Roman (размер 14). Поля: слева – 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу – по 20 мм. Нумерация страниц внизу листа (посередине).

Текст записки должен представлять собой четко и кратко изложенное решение в форме описаний, пояснений, расчетных формул, таблиц, схем, чертежей и рисунков.

Формулы следует писать в буквенных выражениях с объяснением входящих в них величин, которое в других формулах не следует повторять. Итоговые данные выполняемых в работе расчетов следует сводить в таблицы, что упрощает пользование пояснительной запиской.

Пояснительная записка должна включать введение, расчетно-пояснительную часть, заключение, в котором отража-

ются краткие выводы по результатам выполненных расчетов, и список использованных источников.

Исходные данные для разработки курсового проекта выбирают по трем последним цифрам учебного шифра, которым, начиная с последней, соответственно присваиваются разряды 1, 2 и 3.

Например, в учебном шифре 01-Д-24579 в первом разряде расположена цифра 9, во втором - 7 и в третьем - 5.

Курсовой проект, выполненный по варианту, не соответствующему учебному шифру студента, к защите не допускается.

При защите курсового проекта требуется знание методик оптимизационных расчетов в системе организации контейнеропотоков, средств выполнения погрузочно-разгрузочных и складских операций, запроектированных сооружений, расчетных формул и нормативов.

1. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Исходные данные.

Введение.

1. Расчет плана формирования вагонов с контейнерами.

1.1. Исходные данные к расчету плана формирования.

1.2. Последовательность расчета плана формирования.

2. Расчет основных параметров и проектирование контейнерного пункта.

2.1. Расчет параметров контейнерного пункта.

2.2. Проектирование контейнерного пункта.

3. Расчет эффективности назначения контейнерных поездов.

3.1. Исходные данные к расчету.

3.2. Расчет расходов по перевозке контейнеров специальным поездом.

3.3. Расчет расходов при перевозке контейнеров в грузовом поезде.

Заключение.

Список использованных источников.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходные данные для разработки курсового проекта выбирают из табл. 1 – 13.

Для выполнения первого раздела исходные данные принимают из табл. 1. Кроме того, расчетные контейнеропотоки сведены в табл. 4 – 13, одну из которых выбирает студент по последней цифре учебного шифра (цифре первого разряда).

Схема расчетного полигона приведена на рис. 1.1, а периодичность календарного планирования погрузки среднетоннажных контейнеров по назначениям принимается из табл. 1.3.

Для расчетов во втором разделе исходные данные выбирают из табл. 2, а в третьем – из табл. 3.

Расчеты в каждом последующем разделе курсового проекта основываются и на результатах расчетов в предыдущих параграфах.

Исходные данные выбираются по трем последним цифрам учебного шифра. Например, для учебного шифра 01-Д-24579 из табл. 1 приведенные затраты на переработку среднетоннажных контейнеров на попутных ГСКП (в расчете на один контейнер) будут равны: по ст. *A* – $T_{эКА}^n = 41\text{ч}$; по ст. *B* $T_{эKB}^n = 39\text{ч}$; по ст. *B* $T_{эКГ}^n = 33\text{ч}$.

Таблица 1

Исходные данные к расчету плана формирования вагонов с контейнерами

Разряд учебного шифра	Исходные данные	Обозначение	Цифра в разряде учебного шифра												
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	Приведенные затраты на переработку среднетоннажных контейнеров на путных ГСКП (в расчете на один контейнер)	$T_{экi}$													
1	A		35	45	44	42	40	37	39	47	43	41			
2	B		40	38	36	35	42	34	37	39	41	43			
3	B		30	25	27	28	26	29	31	34	32	33			
1	Уровень надежности плана формирования вагонов с контейнерами	P_3	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80			

Таблица 2

Исходные данные к расчету параметров контейнерного пункта на станции 1

Разряд учебного шифра	Исходные данные	Обозначение	Цифра в разряде учебного шифра										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Среднесуточное отправление крупнотоннажных контейнеров (в 20-тонном исчислении): всего в т.ч. на ст.В	N_c	200 100	220 55	240 60	260 50	270 75	290 90	250 85	280 70	230 50	210 80	
2	Количество контейнеров, хранящихся на автомобилях и полуприцепах	N_a	20	25	18	30	10	15	27	23	12	35	
3	Продолжительность работы автотранспорта по заводу-вывозу контейнеров, ч	T_a	10	8	11	9	12	10	8	11	9	12	
1	Часовая производительность механизма, конт-оп/ч: для среднетоннажных контейнеров для крупнотоннажных контейнеров	П	35 20	29 18	32 21	26 19	31 17	34 22	28 16	33 24	37 25	30 23	

Окончание табл. 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Простой вагона на технической станции, ч. с переработкой без переработки	$\rho_{\text{б/п}}^{\text{п/техн}}$ $\rho_{\text{техн}}$	10,0 1,9	8,7 1,2	9,5 1,6	9,9 1,8	10,3 2,2	8,5 1,4	9,3 1,7	9,8 1,3	10,1 2,0	9,7 1,5
2	Средняя продолжительность простоя под накоплением на передаточный поезд, ч	$T_{\text{нак}}$	4,5	5,2	4,2	4,8	4,0	4,7	5,0	4,4	4,1	4,3
3	Приведенная экономия на один вагон при пропуске вагонопотока через техническую станцию без переработки	$T_{\text{эки}}$	5,0	5,1	5,2	5,4	6,0	5,5	4,9	5,7	4,8	5,3

Таблица 4

Расчетные контейнеропотоки (цифра в первом разряде 1)

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А	-	-	3	5	1	7	-	-	1	12	3	18	10	20	18	30
Б	-	-	8	22	2	9	1	-	-	7	-	-	5	18	3	8
В	19	10	-	250	4	27	4	2	12	21	-	-	-	8	-	15
1	3	12	280	-	-	20	-	1	1	18	5	18	5	50	4	15
2	-	1	18	-	-	1	-	-	4	22	4	3	2	28	4	7
3	11	-	23	17	-	-	-	-	3	8	3	4	2	10	1	20
4	-	-	3	2	-	-	-	-	4	8	2	3	-	5	1	6
5	-	-	5	1	3	8	-	-	-	-	-	1	4	10	2	15
6	3	-	7	9	3	6	6	-	-	-	1	2	-	5	3	11
7	8	-	6	21	-	15	3	1	-	-	2	6	6	7	2	8
8	2	-	3	2	1	2	5	-	-	2	-	-	1	5	2	10
9	3	-	-	5	4	9	3	2	-	5	-	-	2	7	1	5
10	17	4	-	6	2	8	1	2	-	5	1	-	-	-	3	6
11	20	14	6	20	3	10	2	3	4	9	5	5	-	-	1	6
12	5	2	-	6	1	4	3	6	2	3	1	1	5	4	-	-
13	12	3	-	33	6	4	4	6	4	10	3	2	4	19	-	-

Таблица 5

Расчетные контейнеропотоки (цифра в первом разряде 2)

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А	-	2	22	10	1	11	-	-	1	18	6	4	3	18	4	22
Б	2	-	5	17	5	15	4	-	-	6	-	-	5	25	5	17
В	19	27	-	207	4	16	5	5	9	20	6	-	6	17	6	44
1	33	19	207	-	-	29	-	6	6	24	5	14	11	60	6	15
2	2	4	8	1	-	7	2	2	4	7	1	1	3	5	3	6
3	7	8	20	28	-	-	-	-	6	12	1	2	14	9	15	10
4	2	3	18	-	2	-	-	1	1	6	3	1	2	18	4	20
5	-	-	1	4	1	2	1	-	1	3	2	1	2	18	1	6
6	-	2	8	3	1	7	2	1	-	-	2	1	2	1	3	4
7	12	14	5	42	3	16	9	2	-	-	9	6	4	15	6	17
8	1	-	5	2	2	1	4	2	2	1	-	-	1	4	1	5
9	8	1	3	8	2	2	3	1	1	6	-	-	2	5	1	5
10	12	5	-	22	1	6	5	3	1	14	3	1	-	-	2	25
11	23	16	7	30	2	11	-	-	1	6	5	4	-	-	-	13
12	3	8	2	27	-	13	1	2	4	8	1	2	1	3	-	-
13	26	15	3	12	6	16	2	6	5	14	5	4	-	5	-	-

Таблица 6

Расчетные контейнеропотоки (цифра в первом разряде 3)

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А		7	10	9	-	10	-	-	-	18	4	3	13	20	22	11
Б	4		21	15	3	15	1	-	-	6	-	1	5	29	6	13
В	16	45		420	3	16	6	2	7	15	2	3	2	6	1	15
1	14	7	400		-	15	3	4	2	1	1	2	2	12	1	11
2	-	-	6	-		12	3	-	4	13	1	1	2	12	3	19
3	3	6	15	11	14		-	-	6	18	6	5	10	28	14	15
4	1	3	14	15	2	-		1	1	11	2	2	-	-	6	6
5	-	-	6	6	-	3	1		1	12	-	-	1	4	2	5
6	3	-	6	5	1	-	-	-		-	-	1	2	2	1	1
7	18	6	3	18	-	15	-	-	-		-	2	1	18	1	2
8	-	-	2	3	1	1	-	-	-	1		-	3	20	3	22
9	3	1	3	5	2	7	3	-	-	15	-		1	1	1	1
10	12	3	-	25	2	8	3	2	3	12	1	2		-	2	3
11	30	15	9	15	6	5	1	1	2	13	1	2	-		-	1
12	8	12	-	10	2	2	2	1	6	10	2	1	-	-		-
13	27	15	2	9	4	3	3	19	3	33	1	2	-	-	-	

Таблица 7

Расчетные контейнеропотоки (цифра в первом разряде 4)

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А		-	10	10	4	11	-	-	-	17	1	1	4	45	3	31
Б	4		6	16	-	29	3	-	-	-	-	-	7	14	6	15
В	37	18		270	4	9	5	4	3	15	1	2	-	27	-	5
1	14	23	248		-	14	-	-	4	14	3	4	1	40	2	11
2	-	1	19	-		3	1	2	1	13	3	5	3	2	5	7
3	5	1	16	7	3		-	1	2	6	4	4	25	16	3	11
4	-	2	14	3	1	-		2	3	15	-	-	3	13	1	9
5	-	-	6	12	1	2	1		1	8	-	-	-	2	2	1
6	3	-	14	13	2	6	1	1		-	-	2	4	28	3	6
7	8	-	15	16	2	14	10	2	-		3	6	9	18	10	5
8	2	-	4	3	-	1	-	-	-	1		-	1	14	3	5
9	3	-	-	5	1	2	2	2	1	15	-		1	1	1	1
10	14	3	-	9	2	6	3	1	2	6	-	-		-	3	5
11	15	22	5	16	2	12	-	1	1	8	1	2	-		1	1
12	14	34	-	17	3	3	4	5	-	23	2	-	2	4		-
13	18	19	3	15	1	9	3	2	2	19	2	3	3	14	-	

Таблица 8

Расчетные контейнеропотоки (цифра в первом разряде 5)

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А	■	-	16	14	-	15	-	-	-	28	-	-	3	27	2	15
Б	2	■	6	15	3	53	2	-	-	-	-	-	2	16	5	13
В	19	6	■	418	3	8	7	3	-	24	1	2	-	7	-	9
1	2	6	435	■	-	12	3	-	1	16	28	6	8	14	7	23
2	-	2	24	-	■	-	9	2	1	3	3	5	-	11	-	-
3	1	4	10	4	2	■	-	2	3	38	6	12	14	9	6	15
4	-	5	10	-	3	-	■	1	3	15	20	3	4	3	6	8
5	-	-	8	3	1	12	2	■	1	11	3	1	4	11	2	27
6	-	-	13	8	6	5	3	-	■	-	3	2	5	9	4	11
7	17	3	16	18	2	15	10	4	-	■	3	7	6	18	9	12
8	2	-	12	20	2	11	3	1	3	14	■	-	1	-	5	26
9	3	-	3	15	1	2	4	2	2	11	-	■	7	9	4	8
10	12	23	-	17	3	14	-	4	2	8	3	10	■	-	5	6
11	16	14	6	25	3	16	5	2	-	4	2	1	-	■	-	8
12	18	12	-	7	2	13	5	1	6	8	2	2	2	8	■	-
13	28	15	2	16	6	6	15	5	3	10	2	1	1	16	-	■

Таблица 9

Расчетные контейнеропотоки (цифра в первом разряде 6)

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А	■	-	15	15	-	11	3	-	-	11	1	2	4	12	5	16
Б	-	■	12	17	3	11	2	-	-	-	-	-	1	16	6	28
В	24	3	■	320	5	30	6	6	14	16	3	6	3	7	-	12
1	-	7	300	■	-	12	-	1	1	6	15	5	-	14	4	7
2	-	2	22	-	■	4	5	2	1	5	1	2	2	2	3	3
3	6	4	15	10	-	■	-	1	6	17	5	3	5	9	4	9
4	-	6	14	5	3	-	■	-	1	3	2	5	5	13	5	38
5	-	-	13	5	2	12	1	■	2	6	4	1	5	11	4	10
6	4	-	15	1	2	4	3	1	■	-	3	2	-	3	3	5
7	6	5	17	27	2	20	7	2	-	■	5	3	7	14	9	11
8	2	-	1	6	1	6	4	3	-	2	■	-	-	24	3	9
9	1	-	13	6	3	5	2	4	3	15	-	■	4	8	2	6
10	4	4	-	5	3	6	2	1	5	7	2	-	■	-	2	2
11	16	12	5	5	3	7	3	1	1	4	6	5	-	■	-	-
12	4	3	-	5	-	2	1	2	2	3	1	1	2	4	■	-
13	9	4	7	28	2	9	3	2	1	14	2	3	-	-	-	■

Таблица 10

Расчетные контейнеропотоки (цифра в первом разряде 7)

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А		3	14	12	-	10	3	-	1	9	2	3	4	15	4	12
Б	6		6	15	3	11	2	-	-	15	-	-	5	16	3	12
В	23	4		406	3	6	5	1	3	16	1	2	3	17	2	6
1	14	6	400		-	17	3	4	1	16	2	3	5	14	1	19
2	-	2	14	-		7	3	1	3	13	2	1	2	6	3	5
3	5	4	15	16	5		-	1	1	9	1	1	14	11	2	8
4	-	3	17	1	3	-		3	4	11	2	2	2	5	1	4
5	-	-	13	4	1	6	2		3	12	-	-	2	4	2	6
6	3	-	8	13	2	5	4	2		-	-	4	1	4	3	5
7	13	3	16	15	3	15	5	-	-		4	2	5	6	5	4
8	3	-	5	12	3	4	2	2	3	11		-	1	4	3	4
9	1	-	1	6	4	3	1	1	3	6	-		2	24	2	6
10	3	9	-	18	5	11	3	2	1	6	3	4		-	3	6
11	20	16	9	13	5	19	6	5	6	14	6	5	-		2	3
12	5	5	-	9	-	3	-	5	4	7	-	-	-	15		-
13	14	7	16	22	14	20	10	3	1	11	2	3	2	2	-	

Таблица 11

Расчетные контейнеропотоки (цифра в первом разряде 8)

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А		6	15	12	5	10	6	-	6	16	5	6	6	20	4	15
Б	5		6	15	4	13	3	-	-	6	-	4	16	27	6	14
В	19	6		190	6	40	6	7	15	38	5	3	5	7	4	6
1	5	12	200		-	14	5	4	5	15	6	16	11	16	6	28
2	3	5	14	-		5	3	6	4	15	4	5	2	6	5	4
3	3	10	18	12	5		-	2	8	14	9	6	6	11	5	12
4	2	6	6	5	3	-		2	1	6	2	1	4	6	2	5
5	-	-	4	1	3	1	1		3	6	1	2	6	5	5	6
6	4	-	6	19	3	6	2	3		-	3	2	2	5	3	5
7	10	5	6	14	4	46	9	3	-		12	6	6	3	5	4
8	2	-	4	5	3	2	5	1	1	5		-	1	3	1	2
9	3	-	1	6	4	5	2	3	3	5	-		2	2	1	1
10	2	5	-	9	3	6	5	4	3	12	1	4		-	5	1
11	25	14	16	19	5	9	6	5	5	12	6	5	-		6	6
12	5	4	-	14	5	3	5	1	6	6	1	2	3	4		-
13	13	6	6	18	5	14	5	6	3	16	5	4	3	2	-	

Таблица 12

Расчетные контейнеропотоки (цифра в первом разряде 9)

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А	■	3	15	14	-	15	-	-	-	16	5	3	3	17	6	12
Б	2	■	12	17	-	20	-	-	-	-	-	-	3	18	2	29
В	19	6	■	315	3	16	6	5	9	20	2	5	-	9	-	6
1	7	10	320	■	-	20	-	-	7	16	9	18	11	44	6	24
2	-	5	6	-	■	12	-	-	6	6	4	5	5	6	4	6
3	5	6	15	12	2	■	-	-	-	12	10	6	14	14	14	12
4	-	-	6	2	5	-	■	-	5	6	-	-	1	2	1	2
5	-	-	6	1	3	2	-	■	-	5	3	4	5	4	3	5
6	-	-	5	4	4	5	3	2	■	-	5	3	2	6	3	5
7	6	5	4	16	4	22	8	4	-	■	9	6	6	12	5	15
8	2	-	2	2	-	1	3	-	-	1	■	-	1	4	-	2
9	1	-	1	5	2	4	3	2	6	6	-	■	1	1	1	1
10	16	13	-	3	2	6	2	3	1	6	2	2	■	-	2	3
11	19	17	6	16	3	18	6	1	1	10	2	2	-	■	4	4
12	4	2	1	5	2	5	1	2	6	13	3	2	2	3	■	-
13	7	5	3	16	6	10	13	5	9	5	4	3	5	4	-	■

Таблица 13

Расчетные контейнеропотоки (цифра в первом разряде 0)

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А	■	2	27	17	4	25	4	-	6	44	3	3	3	27	2	16
Б	2	■	6	9	3	15	5	-	-	14	-	-	5	16	3	11
В	5	9	■	280	2	16	5	4	11	18	-	-	-	12	2	5
1	15	5	300	■	-	15	5	-	-	9	4	3	5	38	5	8
2	-	1	14	-	■	-	-	-	-	16	3	2	2	5	3	4
3	1	2	17	9	4	■	-	7	4	6	-	2	5	16	4	13
4	3	4	14	2	2	-	■	-	1	3	2	3	2	4	1	5
5	-	-	1	3	1	2	1	■	1	5	2	4	2	18	4	5
6	-	-	5	3	1	2	1	1	■	-	1	2	2	3	1	4
7	18	3	15	14	3	11	7	1	-	■	2	-	5	8	4	7
8	1	-	2	12	2	11	3	2	1	5	■	-	1	4	1	3
9	13	-	1	6	5	3	4	1	-	18	-	■	1	1	1	1
10	12	2	-	6	4	5	3	-	-	5	-	-	■	-	-	1
11	8	2	5	5	1	14	-	1	1	10	2	1	-	■	-	13
12	2	5	-	17	2	13	4	2	2	13	3	2	1	4	■	-
13	20	5	5	18	6	33	1	1	1	15	2	3	2	14	-	■

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Введение

Во введении показать место и роль контейнерной транспортной системы в единой транспортной системе России. Обозначить влияние контейнеризации на организацию перевозочного процесса, промышленного производства и сбыта. Охарактеризовать экономическую эффективность контейнерных перевозок.

1. Расчет плана формирования вагонов с контейнерами

1.1. Исходные данные к расчету плана формирования

Показать роль плана формирования вагонов с контейнерами (ПФВК) в общей системе организации контейнеропотоков на сети железных дорог.

В курсовом проекте расчет плана формирования проводят для вагонов со среднетоннажными контейнерами.

Исходные данные выбирают из задания на курсовой проект и приводят в пояснительной записке.

В число исходных данных входят:

- схема железнодорожного полигона (рис.1.1);
- контейнеропотоки (выбирают из табл. 4 –13) задания;
- расчетные нормативы (выбирают из табл.1) задания.

План формирования вагонов с контейнерами рассчитывается для груженых контейнеропотоков и устанавливает категории и назначения вагонов, а также пункты сортировки контейнеров в пути следования.

В зависимости от схемы перевозки и назначения контейнеров, перевозимых на одном вагоне последние подразделяются на прямые, сборные, участковые и сборно-участковые.

Прямые вагоны могут формироваться на грузовом (ГКП) или грузосортировочном (ГСКП) пункте и следуют в адрес одной станции назначения.

Сборные вагоны включают в себя контейнеры, имеющие назначение на разные станции и следуют до одного ГСКП где производится их сортировка. Они могут формироваться как на ГКП, так и на ГСКП.

Участковые вагоны формируются ГСКП и следуют в адрес нескольких станций участка (под участком понимается часть железнодорожного направления, ограниченная двумя ГСКП), где производится погрузка-выгрузка контейнеров. По прибытии на ГКП из него выгружают только контейнеры, имеющие назначение на данный контейнерный пункт, а остальные следуют дальше (развозятся по ГКП своего назначения). Одновременно с выгрузкой в участковые вагоны могут загружаться отправляемые со станции в соответствующем направлении контейнеры (если это предусмотрено планом формирования).

Сборно-участковый вагон отличается от участкового тем, что для пополнения комплекта в него могут загружаться контейнеры, следующие между смежными ГСКП без выполнения с ними грузовых операций на попутных ГКП участка.

Расчет ПФВК проводят при условии соблюдения следующих основных принципов:

- отправление прямых и сборных вагонов допускается только при полном использовании их вместимости (разрешается лишь формирование неполнозагруженных участковых и сборно-участковых вагонов);
- срок хранения контейнеров на КП не должен превышать максимально допустимого, установленного соответствующими нормативными документами;
- при формировании вагонов не допускается перепробег контейнеров (включая и обратный пробег) с целью повысить категорию вагонов, в которых они перевозятся;
- не допускается понижение категории вагонов, против установленного ПФВК (приоритетность вагонов: прямые, сборные, сборно-участковые или участковые).

Несоблюдение любого из указанных условий считается нарушением плана формирования вагонов с контейнерами.

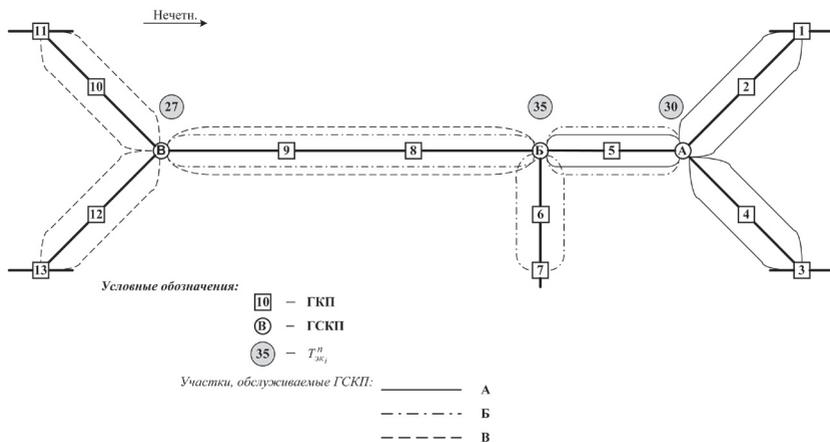


Рис. 1.1. Схема расчетного полигона

План формирования вагонов с контейнерами имеет вероятностную оценку надежности его выполнения. В табл. 1.1 приведены минимальные среднесуточные потоки, при которых целесообразно формирование прямых (сборных) вагонов для среднетоннажных контейнеров.

Таблица 1.1

Минимальные среднесуточные контейнеропотоки для оценки целесообразности формирования прямых (сборных) вагонов со среднетоннажными контейнерами ($N_{\text{фр}}^{\text{к}}$)

Д, дни	Уровень надежности плана формирования вагонов с контейнерами P_3				
	0,80	0,85	0,90	0,95	1
1	14,465	15,816	17,673	20,908	42,644
2	5,924	6,169	6,487	7,000	9,766
3	3,713	3,810	3,933	4,126	5,088
4	2,704	2,755	2,819	2,918	3,394
5	2,126	2,157	2,196	2,257	2,537

Примечания: Д – периодичность календарного планирования погрузки, принимаемая в курсовом проекте по табл. 1.3;
 P_3 – надежность плана формирования вагонов с контейнерами, принимаемая из табл.1 задания на курсовой проект.

Например, если известно, что среднесуточная погрузка среднетоннажных контейнеров на какое-либо назначение составляет 8 условных единиц, периодичность календарного планирования погрузки – один раз в два дня ($D = 2$), а требуемая надежность ПФВК равна $P_3 = 1$, то из табл.1.1 видно, что однозначно говорить о целесообразности формирования прямых вагонов не приходится поскольку, минимальная (граничная) величина среднесуточного потока составляет 9,766 усл. ед. Если же принять $P_3 = 0,95$, то граничное значение уменьшается до 7,000 усл. ед. Однако в этом случае допускается в отдельные дни нарушение плана формирования вагонов с контейнерами.

Расчетные нормативы ПФВК представляют собой приведенную экономию времени от проследования транзитным контейнером ГСКП без сортировки, приходящуюся на один условный контейнер, либо, что одно и то же – дополнительные приведенные затраты времени, приходящиеся на сортировку одного условного контейнера. Они принимаются из табл.1 задания на курсовой проект и проставляются на схеме полигона возле каждого ГСКП.

1.2. Последовательность расчета плана формирования

Методика расчета ПФВК предусматривает последовательное применение десяти правил и трех условий, с использованием которых определяют категорию вагонов для передачи струй контейнеропотоков.

В целях ускоренного продвижения контейнеропотоков и минимизации транспортных затрат план формирования должен включать максимально возможное число назначений прямых вагонов. Поэтому на *первом этапе* его расчета контейнеропотоки проверяют на предмет выделения их для передачи в прямых вагонах.

Выделение таких струй выполняют с учетом граничных значений $N_{\text{гр}}^k$, выбираемых из табл. 1.1 для задаваемого уровня надежности плана формирования вагонов с контейнерами. При этом, с учетом календарного планирования погрузки по назначениям проверяют выполнение условия

$$N_{\Phi_{ij}}^k \geq N_{\Phi_{г}}^k . \quad (1.1)$$

Если условие выполняется, то данная струя контейнеропотока однозначно включается в прямое назначение. В противном случае ее оставляют без изменений для участия в дальнейших расчетах ПФВК.

На *втором этапе* определяют суммарные контейнеропотоки, перемещаемые в четном и нечетном направлениях от каждого ГКП.

Данная процедура необходима в целях установления тех контейнеропотоков, которые будут перемещаться в участковых вагонах до ближайшего ГСКП. Иначе говоря, *Если общая величина контейнеропотока передаваемого с ГКП в каком-либо направлении не превышает величины $N_{\Phi_{г}}^k$, то эти контейнеры будут грузить в участковые вагоны (первое правило).*

Реализация первого этапа позволяет сразу же «отсечь» часть назначений с маленькими величинами контейнеропотоков и, тем самым, укрупнить струи контейнеропотоков, зарождающиеся на ГСКП.

В общем виде математическую интерпретацию решения задачи на втором этапе (первая итерация) можно записать следующим образом: *Для каждого ГКП суммарный отправляемый контейнеропоток в четном и нечетном направлениях проверяется по условию:*

$$\sum N_{\Phi^{(ч,н)}}^{k(o)} < N_{\Phi_{г}}^k . \quad (1.2)$$

При его выполнении контейнеропоток данного направления перемещается в участковых вагонах до ближайшего ГСКП, обслуживающего данный участок, а сами контейнеропотоки включаются в соответствующие струи, зарождающиеся на этом ГСКП. В противном случае расчетные контейнеропотоки остаются без изменений.

Описанный выше «принцип укрупнения контейнеропотоков» справедлив не только по отношению к отправляемым контейнерам, но и к контейнеропотокам назначения.

В общем виде математическую интерпретацию решения задачи на втором этапе (вторая итерация) можно записать следующим образом: *Для каждого ГКП суммарный прибывающий контейнеропоток с четного и нечетного направлений проверяют по условию*

$$\sum N_{\Phi(n)}^{k(c,n)} < N_{\Phi r}^k. \quad (1.3)$$

При его выполнении контейнеропоток данного направления перемещается в участковых вагонах с ближайшего ГСКП, обслуживающего данный участок, до соответствующего ГКП а сами контейнеропотоки включаются в соответствующие струи, следующие до этого ГСКП. В противном случае расчетные контейнеропотоки остаются без изменений.

Второе правило гласит: *Если общая величина контейнеропотока, передаваемого с ГСКП в адрес обслуживаемого им ГКП не превышает $N_{\Phi r}^k$, то эти контейнеры будут грузить в участковые вагоны.*

В процессе проведения расчетов на первых двух этапах устанавливают обязательные назначения прямых и участковых вагонов.

Следует также заметить, что при проведении последующих расчетов необходимо постоянно возвращаться к первому и второму этапам и анализировать оставшиеся контейнеропотоки после их каждого преобразования. Так в процессе преобразований может произойти укрупнение какого-либо назначения, и оно будет удовлетворять условию (1.1). Наоборот, при ослаблении струй они могут «попасть» под первое или второе правила.

Оставшийся (после первых двух этапов) контейнеропоток в процессе своего продвижения должен будет пройти, по крайней мере, одну сортировку (поскольку все возможные прямые назначения уже выделены). Очевидно, что наиболее целесообразным будет иметь место концентрация сортировочной работы на станции, предшествующей участку, на котором расположены ГКП назначения контейнеров. Такая концентрация позволит обеспечить формирование прямых вагонов от

станции сортировки до ГКП назначения. Поэтому на *третьем этапе* следует определить назначения сборных вагонов, удовлетворяющие **общему достаточному условию**, которое гласит: *Струя контейнеропотока выделяется в самостоятельное назначение сборных вагонов на ГСКП, обслуживающий рассматриваемый участок, если приведенные затраты на переработку одного контейнера на этом ГСКП меньше, чем на любом попутном ГСКП, проходимым сборными вагонами*, т. е.

$$T_{\text{эк}}^{\text{н}} = \min \{ T_{\text{эк}_i}^{\text{п}} \}, \quad (1.4)$$

где $T_{\text{эк}}^{\text{н}}$ — приведенные затраты на переработку одного контейнера на ГСКП назначения сборных вагонов;

$T_{\text{эк}_i}^{\text{п}}$ — приведенные затраты на переработку одного контейнера на i -м ГСКП на маршруте следования сборного вагона.

Наличие общего достаточного условия позволяет сформулировать еще одно правило в отношении контейнеропотоков, следующих на ГКП, для которых не выполняется условие (1.2), однако на конечный ГСКП их назначения имеются назначения прямых вагонов: *Струя контейнеропотока включается в имеющееся назначение прямых вагонов на ГСКП, если приведенные затраты на переработку одного контейнера на этом ГСКП меньше, чем на любом попутном ГСКП, проходимым прямыми вагонами (третье правило).*

Отсюда вытекает **четвертое правило**: *Если суммарная мощность оставшихся контейнеропотоков в адрес ГКП, на которое формируются прямые вагоны с ближайшего ГСКП, удовлетворяет условию (1.2), то эти потоки направляются на данный ГСКП и пятое правило* *Если на маршруте следования контейнеропотоков до ГСКП, обслуживающего искомый ГКП, выполняется условие (1.2), то эти потоки включаются назначением на данный ГСКП.*

Следствием **четвертого правила** является вариант, при котором ближайший ГСКП не формирует прямые вагоны, но при усилении его струи, ее результирующая мощность удовлетворяет условию (1.1).

➤ На четвертом этапе расчетов устанавливают назначение сборных и участковых вагонов согласно шестому и седьмому правилам: *Если разделение контейнеропотока, отправляемого с ГКП и не удовлетворяющего условию (1.2), происходит на ближайшем ГСКП, причем его составляющие удовлетворяют условию (1.2), то этот контейнеропоток передается на ГСКП в сборных вагонах (шестое правило);*

Если разделение контейнеропотока, отправляемого с ГКП и не удовлетворяющего условию (1.2), происходит на ближайшем ГСКП, причем некоторые из его составляющих удовлетворяют условию (1.2), то эти составляющие передаются на ГСКП в сборных или участковых вагонах, а составляющие потоки, которые не удовлетворяют условию (1.2), участвуют в дальнейших расчетах (седьмое правило).

На пятом этапе анализу подлежат контейнеропотоки, зарождающиеся и погашаемые на смежных ГСКП.

Дальнейшее преобразование контейнеропотоков осуществляется по правилу, которое формулируется следующим образом: *Если контейнеропотоки, зарождающиеся и погашаемые на смежных ГСКП, удовлетворяют условию (1.2), то они передаются, либо в сборных, либо в участковых, либо в сборно-участковых вагонах (восьмое правило).*

А из общего достаточного условия вытекает **девятое правило**, которое гласит: *«Если ГСКП станции распыления сборного вагона имеет наименьшие затраты на переработку контейнеров, то вагон следует до этой станции.*

Дальнейшее преобразование контейнеропотоков носит характер вариантных оптимизационных расчетов.

Так, первое **необходимое условие** гласит: *Если в пути следования вагона до станции распыления имеется ГСКП с меньшими затратами на переработку контейнера, чем на самой станции распыления, то целесообразность сортировки контейнеров на этом ГСКП определяется условием:*

$$T_{\text{ЭК}}^{\min} \sum_{i=1}^s N_i < T_{\text{ЭК}}^{\text{П}} \left(\sum_{i=1}^s N_i - N_{\text{мест}}^{\text{П}} \right), \quad (1.5)$$

где N_i – контейнеропоток i -го назначения;

S – количество назначений контейнеров, перевозимых в сборном вагоне;

$N_{\text{мест}}^p$ – количество местных контейнеров, следующих на станцию распыления;

$T_{\text{эк}}^p \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$ – приведенные затраты времени на перера-

ботку одного контейнера на станции распыления, ч;

$T_{\text{эк}}^{\text{min}}$ – приведенные минимальные затраты времени на переработку одного контейнера на попутном ГСКП, ч.

В противном случае сборный вагон следует до станции распыления.

Из первого необходимого условия вытекает **десятое правило**: *Если на ГСКП станции распыления сборного вагона (ст.Х) затраты на переработку контейнеров, большие, чем на каком-либо попутном ГСКП (ст. Y), то сортировка части дальнего потока (Z) на ближнем ГСКП оправдана в случае когда:*

➤ *не изменяется категория вагона, следующего на дальний ГСКП (ст.Х);*

➤ *на ближнем ГСКП (ст.У) имеется возможность формирования прямых вагонов на ст. Z.*

И, наконец, на заключительной стадии расчетов условие выбора станции распыления сборного вагона в общем случае записывают следующим образом (**второе необходимое условие**): *Если контейнеропоток многоструйного назначения может проследовать без переработки один и более ГСКП, то выбор станции распыления производится на основе минимизации затрат контейнерочасов, рассчитываемых прямым порядком по каждому возможному варианту сортировки контейнеров:*

$$\sum_{i=1}^s N_i T_{\text{эк}_i} \rightarrow \min . \quad (1.6)$$

В этом случае целесообразно построение диаграммы контейнеропотоков, а реализация расчетов на заключительном этапе производится в графоаналитической форме.

1.3. Пример расчета плана формирования вагонов с контейнерами

Среднесуточные контейнеропотоки представлены в табл.1.2, а расчетные нормативы ПФВК показаны на рис. 1.1 (проставлены возле каждого ГСКП).

Согласно алгоритму на *первом этапе* контейнеропотоки проверяем на предмет передачи их в прямых вагонах.

Выделение таких струй выполняем с учетом граничных значений $N_{\text{фр}}^k$, выбираемых согласно положениям п. 1.2 для задаваемого уровня надежности плана формирования вагонов с контейнерами. Допустим, что для рассматриваемого примера необходимо обеспечить 85% надежности ПФВК, т. е. $P_3=0,85$. Для анализа контейнеропотоков воспользуемся табл.1.1.

Таблица 1.2

Расчетные контейнеропотоки

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А	■	1	17	10	-	8	-	-	3	21	5	2	3	27	2	12
Б	2	■	8	19	1	25	-	-	-	4	-	-	7	18	3	9
В	9	6	■	148	1	58	7	7	9	22	3	3	-	5	-	3
1	4	5	200	■	-	27	1	2	3	14	8	18	11	34	5	18
2	-	2	4	-	■	2	-	-	1	3	1	2	2	2	-	1
3	3	4	15	12	2	■	-	3	8	8	1	2	14	11	4	8
4	-	-	4	2	-	-	■	-	4	1	2	-	1	3	1	2
5	-	-	3	5	3	1	-	■	-	2	1	1	-	1	2	3
6	1	-	3	3	-	2	2	-	■	-	3	1	2	2	-	1
7	8	3	5	18	4	20	10	1	-	■	14	7	6	8	9	7
8	1	-	2	2	-	1	1	-	-	2	■	-	1	3	-	2
9	3	-	1	5	1	-	-	2	1	2	-	■	-	-	1	1
10	2	3	-	1	-	6	3	2	3	1	1	1	■	-	-	1
11	29	24	8	25	5	12	7	5	7	8	3	7	-	■	2	3
12	-	2	-	7	2	3	4	-	9	2	-	2	-	1	■	-
13	10	5	2	48	8	10	15	11	12	6	8	11	3	3	-	■

Таблица 1.3

Календарное планирование погрузки контейнеров по назначению

Из \ На	А	Б	Г	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14
А	■	5	1	1	2	1	2	2	3	1	2	4	3	1	4	1
Б	4	■	2	1	5	1	2	2	2	2	2	2	2	1	3	1
Г	1	2	■	1	5	1	2	2	1	1	3	3	2	2	2	3
1	2	1	1	■	2	1	5	4	3	1	2	1	1	1	2	1
2	2	4	2	2	■	4	2	2	2	3	2	4	4	4	2	5
3	3	2	1	1	4	■	2	3	2	2	1	2	1	1	2	2
4	2	2	2	4	2	2	■	2	2	5	4	2	5	3	5	4
5	2	2	3	1	3	5	2	■	2	4	5	5	2	5	4	3
6	5	2	3	3	2	4	4	2	■	2	3	5	4	4	2	5
7	2	3	2	1	2	1	1	5	2	■	1	2	2	2	1	2
8	4	2	4	4	2	3	4	2	2	3	■	2	5	2	2	4
9	3	2	5	2	5	2	2	4	2	2	2	■	2	2	5	5
11	4	3	2	5	2	2	3	4	3	2	5	5	■	2	2	5
12	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	■	4	3
13	2	4	2	2	4	3	2	2	1	3	2	4	2	5	■	2
14	1	2	4	1	2	1	1	1	1	1	2	1	3	2	2	■

В процессе такого анализа для сопоставления $N_{\Phi_j}^k$ с $N_{\Phi_r}^k$ отбираем только те струи, которые включают в себя контейнеропоток $N_{\Phi_j}^k \geq K$. Далее с учетом календарного планирования погрузки по назначениям (табл. 1.3) проверяем выполнение условия (1.1). Если условие выполняется, то данная струя контейнеропотока однозначно включается в прямое назначение. В противном случае она останавливается без изменений и участвует в дальнейших расчетах ПФВК.

Например из табл. 1.2 видно, что контейнеропоток со ст. А на ст. В составляет 17 единиц. Из табл. 1.3 находим период календарного планирования погрузки в данном направлении $D=1$, для которого граничное значение $N_{\Phi_r}^k$ из табл. 1.1 равно $N_{\Phi_r}^k = 15,816$. Следовательно контейнеропоток назначением А-В однозначно выделяется в прямое назначение. Со ст. А в адрес ст. 8 среднесуточная погрузка контейнеров равна 5. При этом условии и при том, что $D=2$ из табл. 1.1 находим $N_{\Phi_r}^k = 6,169$. Поскольку условие (1.1) не выполняется, говорить о назначении прямых вагонов из А на 8 преждевременно. И так далее.

После выполнения анализа на предмет формирования прямых вагонов расчетная таблица контейнеропотоков преобразуется в форме табл. 1.4, где в клетках на пересечении станций зарождения и погашения контейнеропотоков, выделяемых в прямые назначения проставляется буква «П».

Указанные назначения включаются в оптимальный ПФВК.

На втором этапе выполним корректировку маломощных струй контейнеропотоков, отправляемых с ГКП и прибывающих на ГКП. С этой целью в табл.1.4 подсчитаем суммарные контейнеропотоки прибытия и отправления и разделим их по направлениям следования. В нижней части табл.1.4 показаны ближайшие ГСКП, с которых поступают контейнеры на соответствующие ГКП. Например, на ст. 5 поступает всего 26 контейнеров, в том числе 21 – со стороны ГСКП ст. Б и 5 – со стороны ГСКП ст. А. Очевидно, что со ст. А контейнеры однозначно будут поступать в участковых вагонах, поскольку их среднесуточный поток не превышает $N_{\text{фр}}^k = 15,816 \approx 16$ контейнеров. Аналогичное положение наблюдается и с контейнерами, прибывающими на ст. 8 со стороны ст. В и на ст. 9 со стороны ст. Б.

В этой связи преобразуем табл. 1.4 в табл. 1.5. В процессе преобразования выполняем следующие действия с маломощными контейнеропотоками:

➤ в клетке на пересечении ближайшего ГСКП и ГКП назначения струи проставляем букву «У» (рядом с буквой показываем среднесуточный поток), которая означает, что контейнеропоток между этими станциями будет передаваться в участковых вагонах (например, на пересечении строки А и столбца 5). Таким образом, отмеченные 5 контейнеров будут поступать не на ст. 5, а на ст. А и уже с нее развозиться в участковых вагонах;

➤ маломощные струи переносим из клеток на пересечении ГКП их зарождения и соответствующей станции назначения в клетку, назначением на ближайший (к станции назначения) ГСКП. Например, из пяти контейнеров, поступающих с четного направления на ст. 5, два отправляются со ст. 1 и три – со

Таблица 1.4

Контейнеропотоки после первого этапа

Из/На	Итого													В т.ч. на участки																																								
	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	А-1		А-3		А-Б		Б-7		Б-В		В-11		В-13																									
	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н	ч	н																								
А	1	1	П	10	-	8	-	3	П	5	2	3	П	2	12	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
Б	2	П	П	1	П	П	-	-	4	-	-	-	П	П	3	9	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
В	9	6	П	П	1	П	П	9	П	3	3	-	П	5	-	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
1	4	5	П	П	-	П	1	2	3	14	П	П	11	П	5	45	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
2	-	2	4	-	2	-	-	1	3	1	2	2	2	2	-	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
3	3	4	15	12	2	П	3	П	П	1	2	14	11	4	П	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
4	-	-	4	2	-	П	-	4	1	2	-	1	3	1	2	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
5	-	-	3	5	3	1	-	П	-	2	1	1	-	1	2	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
6	1	-	3	3	-	2	2	-	П	-	3	1	2	2	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
7	П	3	5	П	4	П	10	1	-	14	П	6	П	9	П	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
8	1	-	2	2	-	1	1	-	2	2	-	2	-	1	3	15	-	-	-	-	-	-	-	-	7	8	-	-	-	-																								
9	3	-	1	5	1	-	-	2	1	2	-	П	-	-	1	17	-	-	-	-	-	-	-	-	3	14	-	-	-	-																								
10	2	3	-	1	-	6	3	2	3	1	1	1	П	-	1	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-																								
11	П	П	П	П	5	12	П	5	П	П	3	П	-	П	2	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-																								
12	-	2	-	П	2	3	4	-	9	2	-	2	-	1	П	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
13	10	5	2	П	10	15	11	12	6	П	11	3	3	-	П	88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
Итого	35	31	29	40	19	45	36	26	45	37	34	25	43	31	29	38	553	46	19	39	45	20	71	20	13	9	20	52	7	8	3	14	24	30	25	88																		
В том числе ГСКП																																																						
А																		40	19	45	36	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Б																		-	-	-	-	21	45	37	27	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
В																		-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	17	43	32	29	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ст. 3. Согласно отмеченному правилу показываем эти контейнеры назначением на ст. А. А поскольку со ст. 1 на ст. А уже имеют назначение четыре контейнера, то в клетке 1-А заменим цифру 4 на 6. Аналогично в клетке 3-А заменим 3 на 6.

Обнулیم клетки, из которых были перенесены контейнеропотоки (в последующих таблицах при преобразовании в таких клетках проставляем знак «х», а сами клетки, с которыми выполнялись преобразования будем слегка ретушировать).

В правой части табл.1.4 показаны суммарные контейнеропотоки отправления, в том числе с разбивкой по направлениям (четное и нечетное). Как видно из таблицы, суммарное отправление контейнеров с некоторых ГКП в одном направлении не превышает $N_{\text{фр}}^k = 16$. Очевидно, что эти контейнеры будут передаваться до ближайшего ГСКП в участковых вагонах.

Как и в предыдущем случае, преобразование таблицы предусматривает выполнение следующих операций:

- в клетках на пересечении ГКП отправления маломощных струй и ближайших ГСКП проставляем букву «У»;
- маломощные струи переносим из клеток на пересечении ГКП их зарождения и соответствующей станции назначения в клетку зарождения этих контейнеропотоков на ближайшем ГСКП;
- обнуляем клетки, из которых были перенесены контейнеропотоки.

Например, рассмотрим преобразование, выполняемое с девятью контейнерами, отправляемыми в нечетном направлении со ст. 5.

Ближайшим к ст. 5 в нечетном направлении является ГСКП ст.А. Согласно алгоритму, в клетке на пересечении строки 5 и столбца А (5-А) проставляем букву «У», т. е. все девять контейнеров будут передаваться со ст. 5 на ст. А в участковых вагонах. В их числе пять контейнеров – на ст. 1, 3 – на ст. 2 и 1 – на ст. 3. Переносим эти контейнеры в клетки, как если бы они отправлялись со ст. А, т. е. 5 контейнеров из клетки 5-1 переносим в клетку А-1, 3 – в клетку А-2 и 1 – в клетку А-3. И, наконец, обнуляем клетки 5-1, 5-2 и 5-3.

В процессе преобразования может возникнуть ситуация, когда в клетке, куда переносится маломощная струя, расположена буква «П», т.е. станция в данном направлении уже формирует прямые вагоны. В этом случае величина данной струи как бы «растворяется» в букве «П», т. е. контейнеры вначале проследуют до соответствующей станции в участковых вагонах и уже затем до станции назначения в прямых. Например, рассмотрим преобразование восьми контейнеров, отправляемых со ст. 8 в нечетном направлении. Ближайшим к ст. 8 в этом направлении является ГСКП ст. Б, куда контейнеры будут передаваться в участковых вагонах (в клетке 8-Б проставляем букву «У»). В числе восьми контейнеров 2 следуют на ст. 1 (клетка 8-1). Переносим их в клетку Б-1. Но в этой клетке стоит буква «П», которая и «поглощает» эти два контейнера.

После второго этапа расчетов табл.1.4 приобретает вид табл. 1.5. Интересно отметить, что уже после второго этапа определился ПФВК для ст. 5, 8 и 9, которые не формируют ни одного назначения прямых и сборных вагонов, а в четном и нечетном направлениях контейнеропоток передают только в участковых вагонах до ближайших ГСКП.

Таблица 1.5

Контейнеропотоки после второго этапа

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А	■	3	П	15	3	9	-	У5	3	П	5	х	3	П	2	12
Б	6	■	П	П	2	П	1	2	1	10	1	У9	П	П	5	12
В	9	6	■	П	1	П	П	П	9	П	У8	3	1	8	1	6
1	6	5	П	■	-	П	1	х	3	14	П	П	11	П	5	П
2	-	4	4	-	■	2	-	-	1	3	1	х	2	2	-	1
3	6	6	15	12	2	■	-	х	П	П	1	х	14	11	4	П
4	-	-	4	2	-	-	■	-	4	1	2	-	1	3	1	2
5	У9	У13	х	х	х	х	-	■	-	х	х	х	-	х	х	х
6	1	1	3	3	-	2	2	-	■	-	3	х	2	2	-	1
7	П	3	5	П	4	П	10	1	-	■	14	П	6	П	9	П
8	х	У8	У7	х	-	х	х	-	-	х	■	-	х	х	-	х
9	х	У14	У3	х	х	-	-	х	х	х	-	■	-	-	х	х
10	2	3	1	1	-	6	3	2	3	1	х	1	■	-	-	1
11	П	П	П	П	5	12	П	5	П	П	х	П	-	■	2	3
12	-	2	-	П	2	3	4	-	9	2	-	2	-	1	■	-
13	10	5	2	П	П	10	15	11	12	6	П	11	3	3	-	■

Переходим к третьему этапу расчетов.

Оставшийся контейнеропоток в процессе своего продвижения должен будет пройти по крайней мере одну сортировку (поскольку все возможные прямые назначения уже выделены). Очевидно, что наиболее целесообразным будет иметь место концентрация сортировочной работы на станции, предшествующей участку, на котором расположены ГКП назначения контейнеров. Такая концентрация позволит обеспечить формирование прямых вагонов от станции сортировки до ГКП назначения.

Проверим целесообразность назначения сборных вагонов по общему достаточному условию, для чего составим табл.1.6, в которой отмечены суммарные вагонопотоки, следующие на ГСКП и прикрепленные к ним участки.

Как видно из таблицы, четырнадцать струй контейнеропотоков составляют величину $N_{\Phi_j}^k \geq N_{\Phi_r}^k$ и не удовлетворяют условию (1.2). При этом струи из A , мощностью 18 и 9 контейнеров (итого 27), можно не рассматривать, поскольку на пути их следования до ГКП назначения нет ни одного попутного ГСКП. По этой же причине можно не рассматривать контейнеропоток из B на участки $B-II$ и $B-13$ (19).

Воспользуемся общим достаточным условием и проведем анализ остальных струй в табл. 1.6 на его выполнение или невыполнение:

➤ для струи $A-B$ ($N_{\Phi}^k = 17$) - $T_{\text{эк}}^n = 27$, $\min \{T_{\text{эк}_1}^n; 30, 35, 27\} = 27$ - условие выполняется;

➤ для струи $B-B$ ($N_{\Phi}^k = 17$) - $T_{\text{эк}}^n = 27$, $\min \{T_{\text{эк}_1}^n; 35, 27\} = 27$ - условие выполняется;

➤ для струи $13-B$ ($N_{\Phi}^k = 34$) - $T_{\text{эк}}^n = 27$, $\min \{T_{\text{эк}_1}^n; 27, 35\} = 27$ - условие не выполняется.

И т. д.

Таблица 1.6

Суммарные контейнеропотоки на ГСКП, обслуживающие участки

Из \ На	А					Б					В				
	А	А-1	А-3	А-Б	Итого	Б	Б-А	Б-7	Б-В	Итого	В	В-Б	В-11	В-13	Итого
А		18	9	-	27	3		3	5	11	П		3	14	17
Б	6	2	1		9		2	11	1	14	П		-	17	17
В	9	1	-		10	6	-	9		15		3	9	7	19
1	6	-	1	-	7	5		17	-	22	П		11	5	16
2	-	-	2	-	2	4		4	1	9	4		4	1	9
3	6	14	-	-	20	6		-	1	7	15		25	4	44
4	-	2	-	-	2	-		5	2	7	4		4	3	11
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
6	1	3	4		8	1	-	-	3	4	3		4	1	8
7	П	4	10		14	3	1	-	14	18	5		6	9	20
8	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
9	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
10	2	1	9		12	3	2	4		9	1	1	-	1	3
11	П	5	12		17	П	5	-		5	П	-	-	5	5
12	-	2	7		9	2	-	11		13	-	2	1	-	3
13	10	-	25		35	5	11	18		34	2	11	6	-	19

При проверке на общее достаточное условие из четырнадцати струй целесообразно выделить в самостоятельное назначение сборных вагонов восемь: 3-А, 7-Б, А-В, Б-В, 1-В, 3-В, 7-В и 13-В. О выделении в самостоятельное назначение сборных вагонов остальных шести струй говорить преждевременно.

Результаты анализа контейнеропотоков на выполнение общего достаточного условия трансформируют табл. 1.6 в табл. 1.7, в которой буква «С» означает формирование сборных вагонов.

Сама процедура корректировки контейнеропотоков выглядит следующим образом.

Например, установлена целесообразность формирования сборных вагонов со ст.3 на ст.В. В клетке 3-В проставляем букву «С». Из табл.1.6 видим, что из 44 контейнеров 15 следуют на саму ст.В (они «поглощаются» в букве «С»), 25 – на участок В-11 (14 – на ст.10 и 11 – на ст.11) и еще четыре – на участок В-13 (все – на ст.12). Переносим эти контейнеры из строки 3

в строку В: из клеток 3-10, 3-11 и 3-12 соответственно в клетки В-10, В-11 и В-12. И т. д.

В трех случаях (в клетках А-В, Б-В, и 1-В стоит буква «П») станции, куда переносятся контейнеропотоки, уже формируют прямые вагоны до соответствующих ГСКП. Поэтому в этих клетках заменяем букву «П» на «п/с» (ниже будет дано пояснение данного решения).

После соответствующих преобразований табл.1.5 принимает вид табл. 1.7.

Таблица 1.7

Контейнеропотоки после третьего этапа (первая итерация)

Из \ На	А	Б	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
А	■	3	п/с	27	5	9	-	У5	3	П	5	-	х	П	х	х
Б	6	■	п/с	П	2	П	1	3	1	10	15	У9	П	П	х	х
В	9	6	■	П	1	П	П	П	9	П	У8	14	38	22	26	30
1	6	5	п/с	■	-	П	1	-	3	14	П	П	х	П	х	П
2	-	4	4	-	■	2	-	-	1	3	1	-	2	2	-	1
3	С	6	С	х	х	■	-	-	П	П	1	-	х	х	х	П
4	-	-	4	2	-	-	■	-	4	1	2	-	1	3	1	2
5	У9	У13	-	-	-	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1	1	3	3	-	2	2	-	■	-	3	-	2	2	-	1
7	П	С	С	П	4	П	10	х	-	■	х	П	х	П	х	П
8	-	У8	У7	-	-	-	-	-	-	-	■	-	-	-	-	-
9	-	У14	У3	-	-	-	-	-	-	-	-	■	-	-	-	-
10	2	3	1	1	-	6	3	2	3	1	-	1	■	-	-	1
11	П	П	П	П	5	12	П	5	П	П	-	П	-	■	2	3
12	-	2	-	П	2	3	4	-	9	2	-	2	-	1	■	-
13	10	5	С	П	П	10	15	11	12	6	П	х	х	х	-	■

2. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТЕЙНЕРНОГО ПУНКТА

2.1. Расчет параметров контейнерного пункта

В курсовом проекте необходимо рассчитать и спроектировать грузовой контейнерный пункт на станции 1 (см. рис.1.1).

К числу основных параметров ГКП относятся:

- вместимость контейнерного пункта;
- число ярусов складирования крупнотоннажных контейнеров;
- длины и количество контейнерных площадок;
- число механизмов для работы на ГКП.

Для грузового контейнерного пункта общая потребность в контейнеро-местах:

$$E_{\text{кп}} = k_n \left[N_{\text{пр}} t_{\text{хр}}^{\text{пр}} \varphi_{\text{пр}} + N_{\text{от}} t_{\text{хр}}^{\text{от}} \varphi_{\text{от}} + 5N_{\text{max}} (\beta - 1) + \gamma (N_{\text{пр}} + N_{\text{от}}) t_p \right] - N_a. \quad (2.1)$$

При равенстве контейнеропотоков прибытия и отправления:

$$E_{\text{кп}} = k_n N_c^k \left[t_{\text{хр}}^{\text{пр}} \varphi_{\text{пр}} + t_{\text{хр}}^{\text{от}} \varphi_{\text{от}} + 5(\beta - 1) + 2\gamma t_p \right] - N_a, \quad (2.2)$$

где N_c^k – среднесуточное прибытие или отправление контейнеров в условных единицах (для крупнотоннажных – в 20-тонном исчислении, для среднетоннажных – в 3-тонном исчислении);

$N_{\text{пр}}, N_{\text{от}}$ – соответственно среднесуточное прибытие и отправление контейнеров в условных единицах;

N_{max} – большая из величин $N_{\text{пр}}$ и $N_{\text{от}}$;

k_n – коэффициент, учитывающий суточную неравномерность контейнерных перевозок;

$t_{\text{хр}}^{\text{пр}}, t_{\text{хр}}^{\text{от}}$ – сроки хранения контейнеров на площадке соответственно по прибытии и отправлении, сут; принимаются $t_{\text{хр}}^{\text{пр}} = 1$ сут, $t_{\text{хр}}^{\text{от}} = 2$ сут;

$\varphi_{\text{пр}}, \varphi_{\text{от}}$ – коэффициенты, учитывающие долю контейнеров, перегружаемых по прямому варианту: вагон-автомобиль, автомобиль-вагон. Можно принимать $\varphi_{\text{пр}} = 0,85$; $\varphi_{\text{от}} = 0,90$;

β – коэффициент, характеризующий отношение завоза к погрузке или вывоза к выгрузке в течение рабочих дней недели; можно принять $\beta = 1,2$;

γ – коэффициент, учитывающий дополнительную емкость площадок для хранения неисправных контейнеров; можно принять $\gamma = 0,04$;

t_p – расчетный срок хранения неисправных контейнеров, сут; принимают $t_p = 2$ сут;

N_a – количество контейнеров, хранящихся на автомобилях и полуприцепах, находящихся на станции.

Величины N_c^k и N_a принимают из задания.

Коэффициент, учитывающий суточную неравномерность контейнерных перевозок при $k=1,25-1,35$

При расчете вместимости контейнерного пункта среднесуточное прибытие и отправление крупнотоннажных контейнеров принимается из задания (табл. 2) равными. Объемы прибытия и отправления среднетоннажных контейнеров по ст. I определяют из табл. 4-13 как итог соответствующей строки (из I) и столбца (на I).

Компоновка контейнерного склада зависит от применяемых средств механизации. Вариант размещения среднетоннажных контейнеров на площадке при использовании показан на рис. 2.1, а крупнотоннажных – на рис. 2.2. В курсовом проекте необходимо привести технические характеристики двухконсольных козловых кранов, принятых для перегрузки среднетоннажных и крупнотоннажных контейнеров.

Через каждые 100 м длины площадки предусматриваются «пожарные проезды» шириной 10 м.

В конце склада размещают зоны, предназначенные для ремонта кранов и мелкого ремонта контейнеров.

При известной вместимости КП, ширины пролета козлового крана и схемы расстановки контейнеров суммарную полезную длину площадки определяют из выражения

$$\sum L_{\text{пол}} = \frac{E_{\text{кп}} l_{\text{эл}}}{n_{\text{к}} k_{\text{я}}}, \quad (2.3)$$

где $l_{\text{эл}}$ – длина элементарной площадки, м;

$n_{\text{к}}$ – количество контейнеров, размещаемых на элементарной площадке;

$k_{\text{я}}$ – среднее число ярусов складирования контейнеров.

Расчет параметров складов для среднетоннажных контейнеров производится при условии их установки в один ярус.

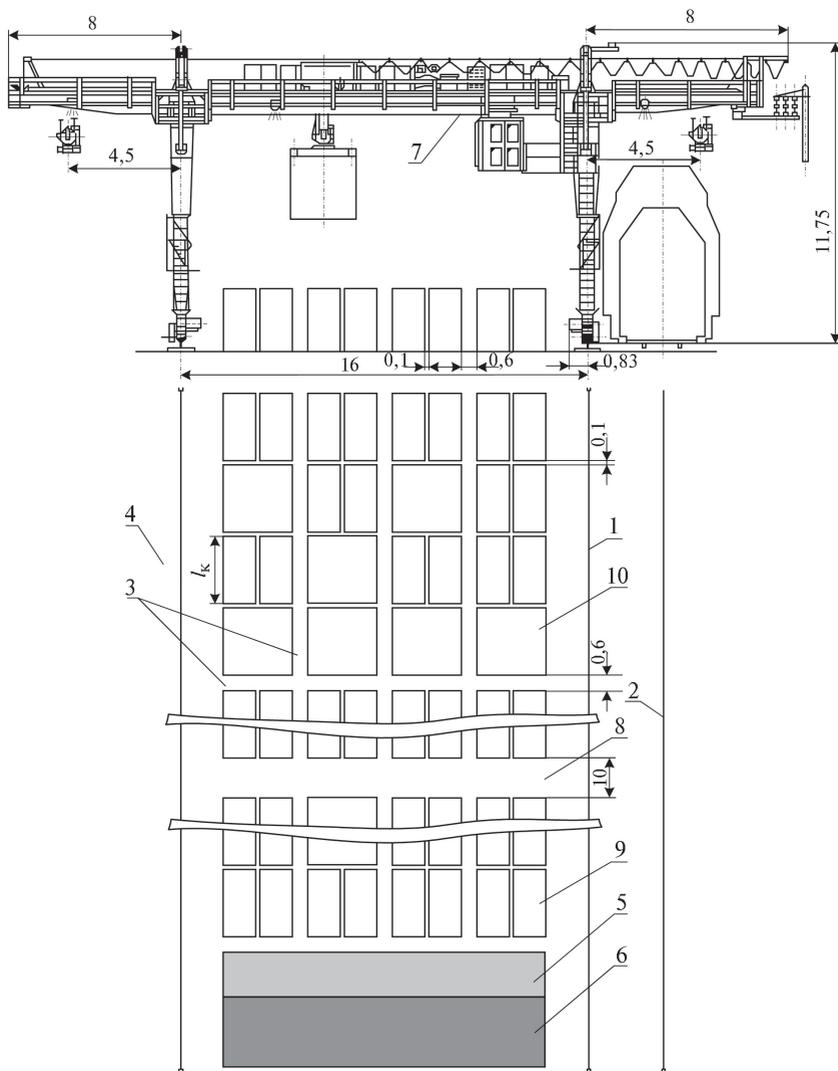


Рис. 2.1. Компонновка основных элементов технического оснащения и технологическая схема механизации перегрузочных работ со среднетоннажными контейнерами с применением козловых кранов:

- 1 – подкрановый путь; 2 – железнодорожный путь; 3 – проходы для приемосдатчиков; 4 – автопроезд; 5 – участок ремонта контейнеров; 6 – участок ремонта крана; 7 – козловый кран; 8 – пожарный проезд; 9 – 3-х тонный контейнер; 10 – 5-ти тонный контейнер

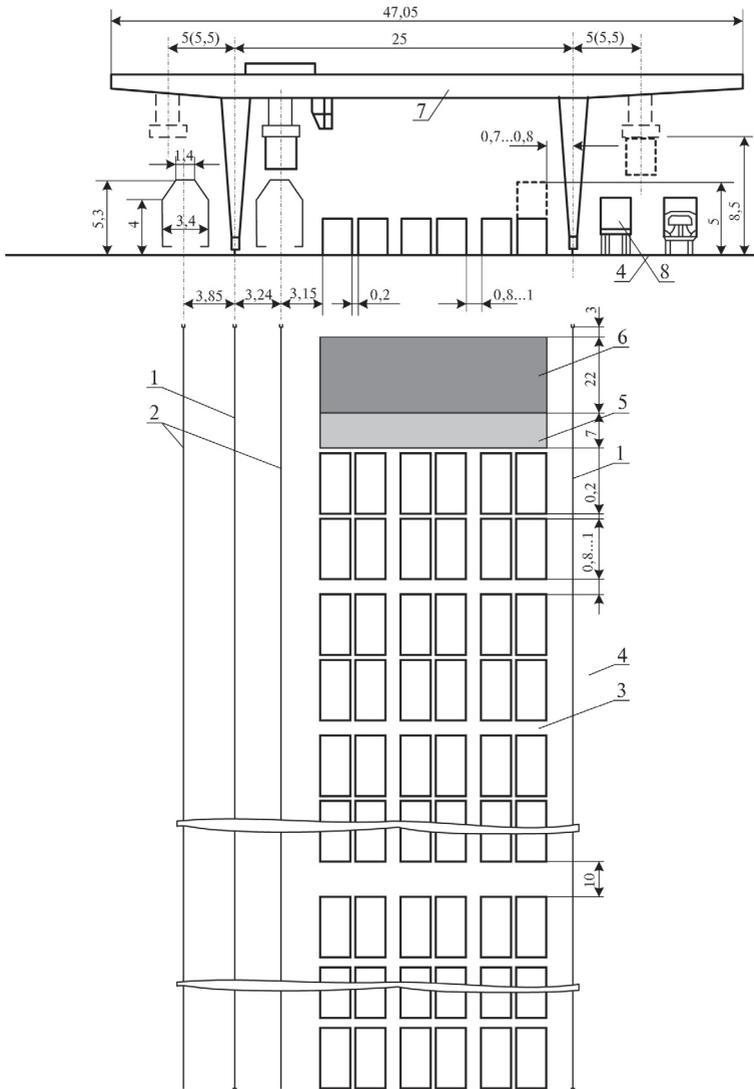


Рис. 2.2. Компонка основных элементов технического оснащения и технологическая схема механизации перегрузочных работ со крупнотоннажными контейнерами с применением козловых кранов и двумя грузовыми путями:

1 – подкрановый путь; 2 – железнодорожный путь; 3 – проходы для приемосдатчиков; 4 – автопроезд; 5 – участок ремонта контейнеров; 6 – участок ремонта крана; 7 – козловый кран; 8 – автополуприцеп

Расчет потребного количества кранов производится по формуле:

$$M = \frac{N_{\text{год}}^{\text{п}}}{(365 - t_{\text{р}}) \cdot П_{\text{см}} \cdot n},$$

где $N_{\text{год}}^{\text{п}}$ – годовой объем переработки контейнеров, конт-год;
 $t_{\text{р}}$ – время нахождения в ремонте и ТО в течении года кранов ($t_{\text{р}}=60-70$ сут.);

$П_{\text{см}}$ – сменная норма выработки крана, конт-см;

n – число смен работы крана в сутки

2.2. Проектирование контейнерного пункта

Графической частью курсового проекта является масштабный план контейнерного пункта, выполняемый на листе ватмана формата А1 (24 формат). Контейнерный пункт вычерчивается в масштабе 1:1000. На плане отображаются:

- контейнерные площадки для среднетоннажных и крупнотоннажных контейнеров, число и длина которых принимаются в соответствии с выполненными расчетами;
- рассчитанное число кранов;
- автопроезды, поворотные площадки и площадки для стоянки оборотных полуприцепов;
- административное здание;
- мастерская по ремонту контейнеров;
- ограждение контейнерного пункта с КПП;
- железнодорожные пути и др.

Схема примерной компоновки контейнерного пункта показана на рис. 2.3.

В зависимости от схемы компоновки КП вдоль складов контейнеров устраивают тупиковые или кольцевые автопроезды. Автопроезд включает в себя полосу погрузки шириной 4,8 м, расположенную непосредственно у подкранового пути и проходящую под консолями кранов, и одну (при кольцевой схеме ГКП) или две (при тупиковой схеме ГКП) полосы движения, шириной по 3,5 м – каждая. При этом, расстояние от складов до забора, ограждающего КП, должно быть не менее 16 м при

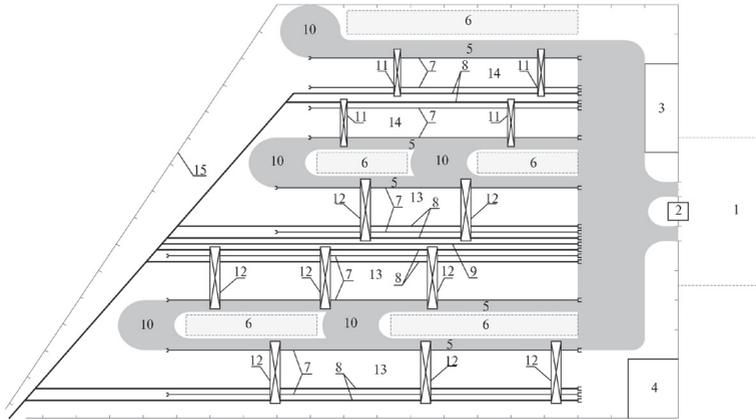


Рис. 2.3. Схема контейнерного пункта тупикового типа:

1 – площадка для стоянки автомобилей перед въездом на КП; 2 – контрольно-пропускной пункт; 3 – административно-бытовое здание; 4 – цех мелкого ремонта контейнеров; 5 – автопоезды; 6 – площадки для стоянки прицепов и полуприцепов; 7 – подкрановые пути; 8 – погрузочно-выгрузочные пути; 9 – путь для обмена групп вагонов; 10 – площадки для разворота автомобилей; 11 – двухконсольные козловые краны для среднетоннажных контейнеров; 12 – двухконсольные козловые краны для крупнотоннажных контейнеров; 13 – контейнерные площадки для крупнотоннажных контейнеров; 14 – контейнерные площадки для среднетоннажных контейнеров; 15 – ограждение контейнерного пункта

кольцевых автопроездах и 19 м при тупиковых (при одностороннем расположении складов); при их двухстороннем расположении расстояние между складами должно быть не менее 28 м при кольцевых автопроездах и 35 м при тупиковых.

При новом проектировании КП следует отдавать предпочтение схеме тупикового типа с устройством тупиковых автопроездов, исключающей пересечение в одном уровне маршрутов движения автомобилей с маршрутами подач-уборок вагонов.

В целях сокращения расстояния пробега автомобилей вдоль контейнерных складов целесообразно устраивать дополнительные площадки для разворота автомобилей (поворотные площадки) – рис. 2.3. Ориентировочно среднее расстояние между поворотными площадками можно определить по формулам:

- при одностороннем расположении складов:

$$l_{\text{од}} = \sqrt{\frac{10^4 L_{\text{ск}} C_{\text{пл}}^{\text{од}}}{365 N_c^{\text{к}} q_{\text{к}}^{\text{бр}} e_a}}, \quad (2.4)$$

где $L_{\text{ск}}$ – рассчитанная длина склада контейнеров, м;

$C_{\text{пл}}^{\text{од}}$ – приведенные расходы, связанные с устройством и содержанием поворотной площадки при одностороннем расположении складов, руб., можно принимать $C_{\text{пл}}^{\text{од}} = 17\,500$ руб;

➤ при двустороннем расположении складов:

$$l_{\text{дв}} = \sqrt{\frac{5 \times 10^3 L_{\text{ск}} C_{\text{пл}}^{\text{дв}}}{365 N_c^{\text{к}} q_{\text{к}}^{\text{бр}} e_a}}, \quad (2.5)$$

где $C_{\text{пл}}^{\text{дв}}$ – приведенные расходы, связанные с устройством и содержанием поворотной площадки при двухстороннем расположении складов, руб., можно принять $C_{\text{пл}}^{\text{дв}} = 12500$ руб.

При проектировании поворотных площадок их внешний радиус следует принимать 12 м, но не менее минимального радиуса разворота автомобилей, используемых при завозе-вывозе контейнеров.

Свободные площадки между автопроездом и ограждением контейнерного пункта при одностороннем расположении складов или между автопроездами при их двухстороннем расположении целесообразно использовать для стоянки прицепов и полуприцепов, загружаемых и разгружаемых в периоды отсутствия автомобильного подвижного состава на КП.

Со стороны, противоположной горловине КП, устраивается заезд для автотранспорта, оборудованный контрольно-пропускным пунктом. Для обеспечения поточного передвижения автомобилей целесообразно специализировать ворота для их въезда и выезда. Перед въездом на КП предусматривается устройство площадки для стоянки автомобилей.

В непосредственной близости от въезда на КП размещают здания административно-бытового назначения.

Собственно склады контейнеров располагают параллельно друг другу, образуя одиночные и спаренные площадки. В послед-

нем случае обе площадки специализируются для переработки или среднетоннажных или крупнотоннажных контейнеров.

На больших и средних КП предусмотрено устройство цеха для ремонта контейнеров, который может быть расположен как со стороны въезда на КП, так и в его горловине. В последнем случае несколько увеличивается время перемещения контейнеров между цехом их ремонта и складами.

➤ Помимо погрузочно-выгрузочных, на КП можно устраивать выставочные и обменные пути, предназначенные для обмена групп подаваемых и убираемых вагонов, их размещают между грузовыми путями спаренных площадок.

3. Расчет эффективности назначения контейнерных поездов

3.1. Общие положения

На основе результатов расчета плана формирования вагонов с контейнерами устанавливают назначения и мощности вагонопотоков между контейнерными пунктами.

Следующим этапом в системе организации контейнеропотоков на сети железных дорог является оценка эффективности назначения контейнерных поездов между крупными пунктами зарождения и погашения потоков контейнеров.

Контейнерный поезд состоит из вагонов (специализированных контейнерных или универсальных), загруженных только контейнерами. Вагоны могут быть загружены универсальными или специализированными контейнерами всех типов и размеров. Применение контейнерных поездов позволяет снизить сроки доставки грузов, увеличить работу контейнеров и вагонов, сократив их оборот.

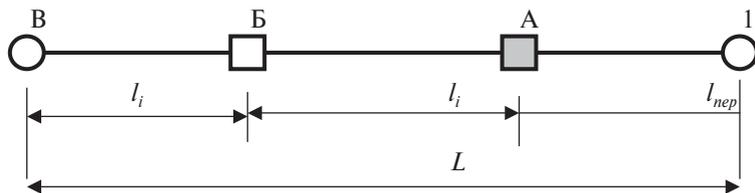
Как правило, контейнерный поезд вследствие своей меньшей массы по сравнению с обычными грузовыми поездами (меньшего числа вагонов в составе) обладает большей скоростью передвижения, что позволяет отнести его к категории ускоренного грузового (контейнерного) поезда.

Целесообразность выделения ускоренного контейнерного поезда определяется сопоставлением приведенных расходов на перевозку вагонов с контейнерами:

- в поездах, следующих без переформирования до станции назначения;
- в грузовых сквозных поездах, следующих до станции назначения согласно действующим планам формирования таких поездов.

Сравнение расходов проводят на один физический вагон с контейнерами в обоих вариантах перевозки контейнеров со станции формирования до станции расформирования поезда.

В курсовом проекте необходимо определить целесообразность назначения контейнерных поездов между станциями I и B (см. раздел 1.). Схема данного направления представлена на рис. 3.1.



- - станции погрузки и выгрузки контейнеров; □ - техническая станция, проходимая вагонами без переработки; ■ - техническая станция, проходимая вагонами с переработкой

Рис. 3.1 Схема транспортировки контейнеров со станции I на станцию B

На схеме приняты следующие обозначения:

$l_{пер}$ – расстояние между контейнерным пунктом и ближайшей технической станцией, км;

L – расстояние между пунктами обращения контейнерного поезда, км;

l_i – расстояние между смежными техническими станциями, км.

Поскольку станция B сама является технической, то расстояние между B и $Б$ равно l_i . Все указанные расстояния принимают из задания на курсовой проект.

3.2. Расчет расходов по перевозке контейнеров специальным поездом

Расходы на перевозку вагонов с контейнерами в контейнерном поезде (в расчете на один вагон) складываются из следующих основных элементов:

$$\mathcal{E}_{\text{кп}} = \mathcal{E}_{\text{нк}} + \mathcal{E}_{\text{нв}} + \mathcal{E}_{\text{дв}} + \mathcal{E}_{\text{обг}} + \mathcal{E}_{\text{лб}} + \mathcal{E}_{\text{д}}, \quad (3.1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{нк}}$ – расходы, связанные с простоем комплекта контейнеров на площадке, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{нв}}$ – расходы, связанные с простоем вагонов в пункте формирования поезда, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{дв}}$ – расходы, зависящие от продолжительности нахождения вагона с контейнерами в движении, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{обг}}$ – расходы, связанные с обгоном грузовых поездов контейнерными поездами, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{лб}}$ – расходы, зависящие от потребного локомотивного парка, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{д}}$ – расходы, зависящие от срока доставки контейнерных грузов, руб.

Расходы, связанные с простоем комплекта контейнеров на площадке:

➤ на станции погрузки:

$$\mathcal{E}_{\text{нк}}^{\text{п}} = m_{\text{к}} (e_{\text{кч}} + e_{\text{км}}) [0,5T_{\text{а}} + 24(T_{\text{с}} - 1)]; \quad (3.2)$$

➤ на станции выгрузки:

$$\mathcal{E}_{\text{нк}}^{\text{в}} = m_{\text{к}} (e_{\text{кч}} + e_{\text{км}}) [0,5T_{\text{а}} + 24(1 - \Phi_{\text{от}})], \quad (3.3)$$

где $T_{\text{с}}$ – интервал между отправлением со станции контейнерных поездов одного назначения, сут.;

$m_{\text{к}}$ – среднее количество условных контейнеров, перевозимых на одном вагоне. В курсовом проекте принимается $m_{\text{к}} = 12$;

$e_{\text{кч}}$ – средневзвешенная стоимость контейнеро-часа, руб.; в курсовом проекте можно принимать $e_{\text{кч}} = 0,5$ руб.;

$e_{\text{км}}$ – средневзвешенная стоимость контейнеро-места, руб.;
в курсовом проекте можно принимать $e_{\text{км}} = 1$ руб.

Интервал между отправлением со станции контейнерных поездов назначения I - B :

$$T_c = \frac{N_c^{\text{ср}} + N_c^{\text{кр}}}{n_b}, \quad (3.4)$$

где $N_c^{\text{ср}}, N_c^{\text{кр}}$ – среднесуточное отправление вагонов со станции I на станцию B соответственно со среднетоннажными и с крупнотоннажными контейнерами, ваг.

n_b – число вагонов в составе контейнерного поезда; принимают в соответствии с заданием.

Расходы, связанные с простоем вагонов в пункте формирования поезда:

$$\mathcal{E}_{\text{нв}} = T_{\text{нв}} e_{\text{в}}^{\text{пр}}, \quad (3.5)$$

где $T_{\text{нв}}$ – средняя продолжительность простоя вагона в пункте формирования поезда, ч.

Средняя продолжительность простоя вагона в пункте формирования поезда:

$$T_{\text{нв}} = T_{\text{гр}} + T_{\text{доп}}, \quad (3.6)$$

где $T_{\text{гр}}$ – средняя продолжительность простоя вагона под погрузкой, ч;

$T_{\text{доп}}$ – среднее время выполнения маневровых и технологических операций в пункте формирования поезда, ч.

Средняя продолжительность простоя вагона под погрузкой

$$T_{\text{гр}} = \max \left[\frac{n_b^{\text{ср}} K_c^{\text{ср}}}{M_{\text{д}}^{\text{ср}} W_{\text{пр}}^{\text{ср}}}; \frac{n_b^{\text{кр}} K_c^{\text{кр}}}{M_{\text{д}}^{\text{кр}} W_{\text{пр}}^{\text{кр}}} \right], \quad (3.7)$$

где $M_{\text{д}}^{\text{ср}}, M_{\text{д}}^{\text{кр}}$ – количество погрузочно-разгрузочных машин, занятых на погрузке вагонов соответственно со средними и крупнотоннажными контейнерами; принимается по результатам расчета во второй главе;

$W_{\text{пр}}^{\text{ср}}, W_{\text{пр}}^{\text{кр}}$ – техническая производительность машин, занятых на погрузке вагонов соответственно со средне- и крупнотоннажными контейнерами, конт./ч. В курсовом проекте принять $W_{\text{пр}}^{\text{ср}} = 15$ конт./ч; $W_{\text{пр}}^{\text{кр}} = 10$ конт./ч.

$K_{\text{с}}^{\text{ср}}, K_{\text{с}}^{\text{кр}}$ – среднее число соответственно среднетоннажных и крупнотоннажных контейнеров, перевозимых на одном вагоне;

$n_{\text{в}}^{\text{ср}}, n_{\text{в}}^{\text{кр}}$ – среднее число вагонов соответственно со среднетоннажными и крупнотоннажными контейнерами в составе контейнерного поезда:

$$n_{\text{в}}^{\text{ср}} = \frac{n_{\text{в}} N_{\text{с}}^{\text{ср}}}{N_{\text{с}}^{\text{ср}} + N_{\text{с}}^{\text{кр}}}; \quad n_{\text{в}}^{\text{кр}} = \frac{n_{\text{в}} N_{\text{с}}^{\text{кр}}}{N_{\text{с}}^{\text{ср}} + N_{\text{с}}^{\text{кр}}}. \quad (3.8)$$

Среднее время выполнения маневровых и технологических операций в пункте формирования поезда:

$$T_{\text{доп}} = x t_{\text{пу}} + t_{\text{обр}}, \quad (2.14)$$

где x – количество групп вагонов, на которое делится контейнерный поезд в пункте его формирования. В курсовом проекте принимают $x = 2$;

$t_{\text{пу}}$ – продолжительность подачи (уборки) вагонов одной группы, ч. Принимают в соответствии с заданием;

$t_{\text{обр}}$ – время на подготовку поезда к отправлению, ч; можно принимать $t_{\text{обр}} = 1$ ч.

Расходы, зависящие от продолжительности нахождения вагона с контейнерами в движении:

$$\mathcal{E}_{\text{дв}} = T_{\text{дв}} \left(e_{\text{в}}^{\text{пп}} + e_{\text{кч}} m_{\text{к}} \right), \quad (3.9)$$

где $T_{\text{дв}}$ – время нахождения вагона в движении до места расформирования поезда, ч:

$$T_{\text{дв}} = \frac{L}{V_{\text{уч}}^{\text{кп}}}, \quad (3.10)$$

где L – длина участка обращения контейнерного поезда, км. Принимают в соответствии с заданием;

$V_{\text{уч}}^{\text{кп}}$ – участковая скорость хода контейнерного поезда, км/ч. Определяют умножением технической скорости на коэффициент участковой скорости.

Расходы, зависящие от потребного локомотивного парка:

$$\mathcal{Q}_{\text{лб}} = \frac{T_{\text{лв}} e_{\text{лб}}}{n_{\text{в}}}, \quad (3.11)$$

где $e_{\text{лб}}$ – приведенная стоимость локомотиво-часа поездного локомотива на участке с учетом затрат на содержание локомотивной бригады, руб./ч. Можно принимать $e_{\text{лб}}=300$ руб.

Расходы, зависящие от срока доставки контейнерных грузов:

$$\mathcal{Q}_{\text{д}} = \frac{E_{\text{н}} \Pi_{\text{т}} m_{\text{к}} P_{\text{ст}} \Theta L}{365 \times 24}, \quad (3.12)$$

где $E_{\text{н}}$ – коэффициент дисконтирования; можно принимать $E_{\text{н}}=0,12$;

$\Pi_{\text{т}}$ – средняя цена тонны груза, перевозимого в контейнерах, руб. в курсовом проекте принимают $\Pi_{\text{т}}=20\,000$ руб;

$P_{\text{ст}}$ – средняя статическая нагрузка условного контейнера, т; принимают в соответствии с заданием;

Θ – расчетный срок доставки груза от отправителя до получателя, ч:

$$\Theta = 12(T_{\text{с}} - 1) + \frac{T_{\text{а}}}{2} + 12(1 - \alpha) + \sum_i^{N_{\text{техн}}^{\text{б/п}}} t_{\text{техн}_i}^{\text{б/п}} + \sum_i^{N_{\text{техн}}^{\text{с/п}}} t_{\text{техн}_i}^{\text{с/п}} + \frac{L}{\beta V_{\text{т}}^{\text{кп}}}, \quad (3.13)$$

где α – доля грузов, доставляемых грузополучателю и поступающих в сферу потребления, минуя склады долгосрочного хранения. Можно принимать $\alpha = 0,8$;

$t_{\text{техн}}^{\text{б/п}}, t_{\text{техн}}^{\text{с/п}}$ – средний простой вагона на технической станции, проходимой соответственно без переработки и с переработкой, ч; принимается в соответствии с заданием;

β – коэффициент участковой скорости. Принимают в соответствии с заданием.

Суммируя перечисленные элементы затрат согласно соотношению (3.1), получают расходы по доставке вагона с контейнерами в ускоренном поезде.

3.3. Расчет расходов при перевозке контейнеров в грузовом поезде

Расходы на перевозку вагонов с контейнерами в грузовом поезде (в расчете на один вагон) складываются из следующих основных элементов:

$$\mathcal{E}_{\text{гп}} = \mathcal{E}_{\text{нк}}^{\text{гп}} + \mathcal{E}_{\text{нв}}^{\text{гп}} + \mathcal{E}_{\text{сорт}}^{\text{гп}} + \mathcal{E}_{\text{дв}}^{\text{гп}} + \mathcal{E}_{\text{лб}}^{\text{гп}} + \mathcal{E}_{\text{д}}^{\text{гп}}, \quad (3.14)$$

где $\mathcal{E}_{\text{нк}}^{\text{гп}}$ – расходы, связанные с простоем комплекта контейнеров на площадке при их перевозке в грузовом поезде, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{нв}}^{\text{гп}}$ – расходы, связанные с простоем вагонов в пункте формирования грузового поезда, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{сорт}}^{\text{гп}}$ – дополнительные расходы, связанные с простоем вагонов на попутных технических станциях, проходимых грузовым поездом с переработкой, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{дв}}^{\text{гп}}$ – расходы, зависящие от продолжительности нахождения вагона с контейнерами в движении в составе грузового поезда, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{лб}}^{\text{гп}}$ – расходы, зависящие от потребного локомотивного парка при перевозке контейнеров в грузовых поездах, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{д}}^{\text{гп}}$ – расходы, зависящие от срока доставки контейнерных грузов в грузовых поездах, руб.

Расходы, связанные с простоем комплекта контейнеров на площадке при их перевозке в грузовом поезде:

$$\mathcal{E}_{\text{нк}}^{\text{гп}} = m_{\text{к}} (t_{\text{хр}}^{\text{пп}} + t_{\text{хр}}^{\text{от}}) (e_{\text{кч}} + e_{\text{км}}). \quad (3.15)$$

Расходы, связанные с простоем вагонов в пункте формирования грузового поезда:

$$\mathcal{E}_{\text{нв}}^{\text{гп}} = (T_{\text{гр}} + T_{\text{нак}}) (e_{\text{пч}}^{\text{гп}} + e_{\text{кч}} m_{\text{к}}), \quad (3.16)$$

где $T_{\text{нак}}$ – средняя продолжительность простоя под накоплением на передаточный поезд в пункте погрузки, ч. Принимают в соответствии с заданием.

Дополнительные расходы, связанные с простоем вагонов на попутных технических станциях, проходимых с переработкой:

$$\mathcal{E}_{\text{сорт}} = \sum_i^{N_{\text{техн}}^{c/n}} T_{\text{эк}_i} (e_{\text{в}}^{\text{пп}} + e_{\text{кч}} m_{\text{к}}), \quad (3.17)$$

где $T_{\text{эк}_i}$ – общая приведенная экономия на один вагон при пропуске вагонопотока через техническую станцию без переработки, ч. Принимают в соответствии с заданием.

Расходы, зависящие от продолжительности нахождения вагона с контейнерами в движении в составе грузового поезда определяют по формуле (3.10) с учетом формулы (3.11) в которую подставляют участковую скорость хода грузового поезда.

Расходы, зависящие от потребного локомотивного парка при перевозке контейнеров в грузовых поездах ($\mathcal{E}_{\text{лб}}^{\text{пп}}$), определяют по формуле (3.14), в которой в знаменатель подставляют число вагонов в составе грузового поезда, принимаемое в соответствии с заданием.

Расходы, зависящие от срока доставки контейнерных грузов в грузовых поездах ($\mathcal{E}_{\text{д}}^{\text{пп}}$) определяют по соотношению (3.15), в котором срок доставки (ч) рассчитывают по формуле

$$\Theta = t_{\text{xp}}^{\text{пп}} + t_{\text{xp}}^{\text{от}} + T_{\text{гр}} + T_{\text{нак}} + \sum_1^{N_{\text{техн}}^{6/n}} t_{\text{техн}}^{6/n} + \sum_1^{N_{\text{техн}}^{c/n}} t_{\text{техн}}^{c/n} + \frac{L}{\beta V_{\text{гп}}}. \quad (3.18)$$

Суммируя составляющие элементы общих затрат согласно формуле (3.17), получают расходы на доставку вагона с контейнерами в составе грузового поезда.

Сравнивая расходы на доставку контейнеров в ускоренном и грузовом поезде, определяют целесообразность назначения контейнерного поезда на рассматриваемом направлении: при $\mathcal{E}_{\text{кп}} \leq \mathcal{E}_{\text{гп}}$ ускоренный контейнерный поезд эффективен; при $\mathcal{E}_{\text{кп}} > \mathcal{E}_{\text{гп}}$ – неэффективен.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А. А. Контейнерные перевозки на железнодорожном транспорте: Уч. пос. – М., 2003.
2. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации. – М., 2003.
3. Типовой технологический процесс работы грузовой станции в условиях функционирования автоматизированной системы управления. – М., 1998.
4. Технические условия погрузки и крепления грузов в вагонах и контейнерах. – М., 2003.

КОНТЕЙНЕРНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА

**Задание на курсовой проект
с методическими указаниями**

Редактор *В. И. Чучева*

Компьютерная верстка *Е. В. Ляшкевич*

Тип. зак.	Изд. зак. 204	Тираж 2000 экз.
Подписано в печать 28.07.08	Гарнитура NewtonС	
Усл. печ. л. 3,25.		Формат 60×90 1/16

Издательский центр и Участок оперативной печати,
Информационно-методического управления
125993, Москва, Часовая ул., 22/2