

Министерство транспорта Украины  
Харьковская государственная академия железнодорожного  
транспорта

На правах рукописи

ДАНЬКО НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ

Сі'Ь. ОV^^'С/СС£/О^

УДК 656.22.03

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА  
УКРАИНЫ

(на примере перевозок каменного угля)

05.22.08 - Эксплуатация железнодорожного транспорта  
(включая системы сигнализации, централизации  
и блокировки)

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ

кандидат технических наук, доцент

В.М. КУЛЕШОВ

НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ

кандидат технических наук, доцент

Ю.Е. ЛУКЬЯНОВ

Харьков - 1994

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. АНАЛИЗ ПРАКТИКИ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ОРГАНИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК КАМЕННОГО УГЛЯ	3
1.1. Развитие теории и практики маршрутизации перевозок	8
1.2. Размещение месторождений каменного угля в СНГ и предпосылки организации транспортного обслуживания	9
1.3. Практика организации перевозок угля на железных дорогах дальнего зарубежья	20
1.4. Краткий обзор исследований, посвященных приемам и методологическим основам маршрутизации перевозок	28
2. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПОГРУЗОЧНЫХ РЕСУРСОВ В РЕГИОНАХ С МАССОВОЙ ПОГРУЗКОЙ КАМЕННОГО УГЛЯ	39
2.1. Погрузочные ресурсы в системе управления запасами •	39
2.2. Источники погрузочных ресурсов каменного угля	42
2.3. Особенности образования, формирования и направления потока порожних полувагонов на дорогах Украины	51
2.4. Распределение скоростей движения порожних полувагонов	61
3. ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИ БУНКЕРНОЙ И БЕЗБУНКЕРНОЙ ПОГРУЗКЕ УГЛЯ НА НЕСКОЛЬКИХ ШАХТАХ	74
3.1. Факторы, влияющие на простой вагонов при погрузке угля	74

погрузки угля в зависимости от степени заполнения бункеров	83
3.3. О целесообразности безбункерной погрузки угля	90
3.4. Моделирование периодов образования маршрутов	102
3.5. Изменение расходов погрузочных ресурсов при маршрутной погрузке угля группой шахт	105
3.6. Влияние числа шахт, участвующих в погрузке маршрута, на величину эксплуатационных расходов	119
4. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОГРУЗКИ УГЛЯ ПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ	126
4.1. Анализ сложившейся системы обеспечения полувагонами погрузки угля	126
4.2. Выбор рациональной схемы специализированной станции углепогрузочного района	140
4.3. Выбор рационального места расположения специализированной станции в погрузочном районе	145
4.4. Выбор рационального места размещения механизированных пунктов подготовки вагонов в углепогрузочном районе и установление их потребной мощности	149
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	±64
ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	168
ПРИЛОЖЕНИЯ	175

## ВВЕДЕНИЕ

Реформирование экономики в современных условиях приводит к изменению в размещении и развитии производительных сил, и соответственно, к изменению объемов перевозок грузов на железнодорожном транспорте. Перед железнодорожным транспортом, являющимся основным в перевозках на Украине, поставлена задача осуществления надежной перевозки всех грузов, в первую очередь, топливно-энергетических. Особенно острыми и проблематичными являются вопросы организации перевозок каменного угля, который доставляется на заводы, электростанции как организованными маршрутами, так и повагонными отправками. При этом удельный вес первого способа должен быть достаточно высок, что в любом случае дает значительные выгоды.

Обеспечение погрузки угля осуществляется за счет текущего поступления порожних вагонов из-под собственной выгрузки и в большей мере за счет приема извне порожних вагонов как целыми составами, так и отдельными группами. Существующий порядок перемещения порожних и груженых вагонопотоков характеризуется отсутствием необходимой стабильности, ритмичности и не обеспечивает требуемой надежности транспортного обслуживания важнейшей отрасли экономики.

Принятые в настоящее время традиционные методы организации перевозок, сглаживание их неравномерности, повышение стабильности не в полной мере направлены на решение указанной проблемы, поэтому нуждаются в уточнении и совершенствовании.

Без хорошо налаженного движения поездов, высококачественной работы во всех звеньях транспортного конвейера невозможно успешно решить вопросы своевременной перевозки угля.

В осуществлении перевозочного процесса важнейшим способом

является маршрутизация перевозок грузов, обеспечивающая их доставку по договорным условиям и влияющая на сокращение оборота вагонов за счет ускоренного их продвижения через попутные технические станции и снижения капитальных затрат на развитие станций.

Как показывают данные статистики, для железнодорожного транспорта следует сохранять тенденцию сокращения простоя вагонов на технических и, особенно, на грузовых станциях и примыкающих к ним подъездным путям предприятий, осуществляющих погрузку и выгрузку угля.

В настоящее время и в перспективе решающее влияние на общий уровень маршрутизации оказывает погрузка каменного угля, равно как и нефтяных, строительно-минеральных грузов, руды. За счет этих грузов обеспечивается около 72% общего объема маршрутизации. Из общего количества грузов, отправляемых по железным дорогам Украины, примерно 23% составляет каменный уголь. Несмотря на снижение добычи угля абсолютные размеры перевозок остаются высокими и будут возрастать с 124 млн.т в 1995 г. до 145-150 млн.т в 2000 г., поэтому увеличение охвата отправления угля маршрутами остается первостепенной задачей. Так, по данным рекомендаций межведомственного Совета по транспорту, увеличение маршрутизации угля в Донбассе только на 1% позволит ежемесячно высвободить дополнительно до 3600 ваг.

Проблеме наиболее рациональной организации вагонопотоков массовых грузов посвящены исследования видных ученых: докторов технических наук И.И.Васильева, В.А.Кудрявцева, В.В.Повороженко, В.Т.Осипова, К.А.Бернгарда, Н.Е.Борового, Н.Д. Иловайского; кандидатов технических наук В.К. Буяновой, А.Д.Чернюгова, Р.В.Межовой, В.П.Шулько, И.И.Кукушкина, Н.П.Галатченко,

Ю.Е.Лукьянова и др.

Существующее положение с организацией вагонопотоков ряда массовых грузов, включая перевозки каменного угля, нельзя признать достаточным. Необходимы теоретические обоснования по выбору оптимальных решений применительно к новым условиям перевозок.

В связи с названными обстоятельствами целью настоящего исследования является разработка методологических основ и практических рекомендаций, связанных с обеспечением транспортными средствами районов погрузки, оптимизации перевозок топлива с мест добычи к потребителям.

В настоящей работе поставлены и решены следующие задачи: проведение анализа существующей системы перевозок и теоретических основ организации железнодорожной транспортировки угля; исследование характера образования погрузочных ресурсов в регионах массовой погрузки каменного угля; оптимизация транспортного обслуживания районов погрузки каменного угля на местах его добычи; повышение надежности обеспечения фронтов погрузки энергетических ресурсов подвижным составом. Поставленные задачи решались путем проведения анализа функционирования комплекса "производство-транспорт-потребление", с разработкой рекомендаций по повышению надежности транспортного обслуживания топливно-энергетического комплекса, в том числе исправным подвижным составом.

В исследовании использованы результаты проведенных автором многочисленных наблюдений и обследований ряда углепогрузочных районов Донецкого бассейна, проанализированы отчетные данные о выполнении планов погрузки, маршрутизации перевозок, подвода к углепогрузочным районам используемого для перевозок каменного

угля подвижного состава, организации его подготовки под грузовые операции. Новизна в подходе к выполнению исследований заключается в разработке методики установления оптимальных сроков подачи вагонов под погрузку угля в зависимости от технической оснащённости фронтов погрузки, производительности шахт и характера поступления вагонов; оптимизации маршрутообразования при обеспечении погрузки несколькими шахтами разной производительности и с различными режимами их работы; организации системы подготовки подвижного состава к перевозкам с помощью создания специализированных станций на отделениях и определения места их расположения.

Эти исследования экспериментально подтверждены, а результаты их одобрены и часть из них приняты и внедрены на полигоне сети Донецкого угольного бассейна.

## 1. АНАЛИЗ ПРАКТИКИ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ОРГАНИЗАЦИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК КАМЕННОГО УГЛЯ

### 1.1. Развитие теории и практики маршрутизации перевозок

Введение бесперегрузочного сообщения между дорогами принятое в 1889 г. способствовало развитию прогрессивных форм организации перевозок железнодорожным транспортом.

Уже в 1903 г. начальник станции К.Агринский выступил в печати с доказательством возможности и целесообразности формирования "дальних" поездов непосредственно на станциях массовой погрузки хлеба. Значительный вклад в дело маршрутизации перевозок был сделан в это время профессором А.Н.Фроловым.

В 1923-1925 гг. совещательные съезды представителей служб эксплуатации железных дорог рассматривали вопросы организации перевозок и работы станций. На съездах были заслушаны доклады профессоров И.И.Васильева, В.А.Соковича, П.Я.Гордеенко.

К середине 30-х годов появились и успешно стали внедряться в практику приемы организации маршрутов из грузопотоков промежуточных станций. В первую очередь, по методике профессора В.Т.Осипова, начинает внедряться календарное планирование погрузки по направлениям. К этому времени возникают первые маршрутные базы рудных, каменноугольных и других грузов.

Теоретические обоснования целесообразности реализации данной технологии перевозок и маршрутизации в целом получили в работах А.П.Петрова, Н.Т. Кислякова, И. И. Кукушкина, Л.Л.Кайро, А.В.Каяшева, Н.Е.Борового и др. ученых и специалистов.

В ряде исследований авторы не смогли учесть всего много-

образия факторов, обуславливающих затраты тонно-часов простоя груженых и порожних вагонов и др.

Начальной ступенью маршрутизации явилась специализация поездов. Этому способствовало введение прямого бесперегрузочного сообщения между дорогами на основе "Общего соглашения о взаимном пользовании товарными вагонами", принятого в 1889 г. на отечественных железных дорогах.

Начальные организационные формы отправительская маршрутизация получила после издания приказа НЕПС МОО/Ц от 15 мая 1935 г. Начиная с 1936 г., на сети железных дорог СССР стали разрабатывать планы формирования поездов. В этот период получает применение ступенчатая маршрутизация по методу Героя Социалистического труда В.Т.Осипова, которая охватывает маршрутизацией распыленные грузопотоки промежуточных станций на основе календарного планирования погрузки по направлениям /50/.

Применяемые в настоящее время виды маршрутизации перевозок каменного угля фактически базируются на методологических основах, предложенных И.И.Васильевым и А.П.Петровым в 20-40 годах. /14/, /52/.

#### 1.2. Размещение месторождений каменного угля в СНГ и предпосылки организации транспортного обслуживания

По разведанным запасам каменного угля СНГ занимает первое место в мире. Уже 1957 г. общие запасы его составляли 8669 млрд.т, в том числе пригодных к эксплуатации по мощности пластов около 89,9%.

Занимая ведущее место в топливном балансе стран СНГ и Украины уголь является исходным технологическим сырьем для кок-

со-химической промышленности. Так, например, из общей добычи идет на коксование по Донецкому бассейну около 30%, Кузнецкому около 40%, а по другим от 15 до 35%. Из угля получают свыше 350 химических продуктов и полуфабрикатов.

Основные запасы углей сосредоточены в восточных районах СНГ, на которые приходится свыше 45% всего добываемого угля. Тем не менее доля донецкого угля в общей добыче остается очень высокой.

Непрерывное увеличение добычи угля в последние годы показывает, что Донецкий бассейн остается одним из самых мощных и важных угольных бассейнов Украины, крупнейшим индустриальным центром. Площадь бассейна 60 тыс. кв. км, его длина 1000 км, максимальная ширина 200 км. Каменноугольная промышленность в Донбассе существует более 160 лет. Промышленное значение угольного Донбасса стало значительным только после 1861 г., и к 1913 г. добыча угля в бассейне превысила 25,2 млн.т, а в 1940г. была доведена до 85,5 млн.т. В результате разрушения 324 действующих шахт и 31 шахты-новостройки добыча угля упала до 3,8 млн.т в 1942 г., однако уже к 1950 г. она превысила довоенный уровень.

Сейчас в Донбассе имеется около 386 высокомеханизированных шахт, из них 149 (36%), находится на территории Донецкой области. Основная доля погрузки угля этого бассейна приходится на Донецкую дорогу.

В табл.1 приведены данные о добыче угля в Донецком бассейне с 1980 по 1993 гг., из которых видно, что если в 1980 г. она была равна 162,3 млн.т, в 1981-1988 гг. держалась на уровне 158...152 млн.т, то, начиная с 1989 г., резко обозначился спад добычи с 143,1 млн.т до 93 млн.т в 1993 г. (рис.1). Анализ по-

Таблица I

Добыча каменного угля в Донецком  
бассейне по годам, млн.т

Область Год	Донецкая ----- -----	Луганская	По Донбассу --•-----
1980	98,4	64,1	162,3
1981	95,1	61,6	156,7
1982	96,4	62,5	158,9
1983	94,3	63,6	158,0
1984	93,7	62,2	155,9
1985	93,0	60,8	153,9
1986	92,1	60,4	152,5
1987	91,7	60,3	152,0
1988	91,7	60,2	151,9
1989	87,7	55,4	143,1
1990	80,4	51,6	132,0
1991	66,0	43,6	109,6
1992	65,5	41,9	107,4
1993	56,6	40,3	93,0

называет, что спад добычи по Луганской области составил около 38%, Донецкой - около 40% и в целом по бассейну - более 39%.

Используя уравнение вида

$$Y = aX + b$$

и на основании обработки статистических данных с помощью IBM AT - 386 SX (приложение I), получены корреляционные зависимости, представленные на рис.1:

для Луганской области -

$$O_t = -0,50 X_t + 62,00; \quad (1)$$

для Донецкой области -

$$Q_r = -0,88 X_x + 98,75; \quad (2)$$

в целом по Донецкому бассейну -

$$Q_r = -1,50 X_1 + 160,50 . \quad (3)$$

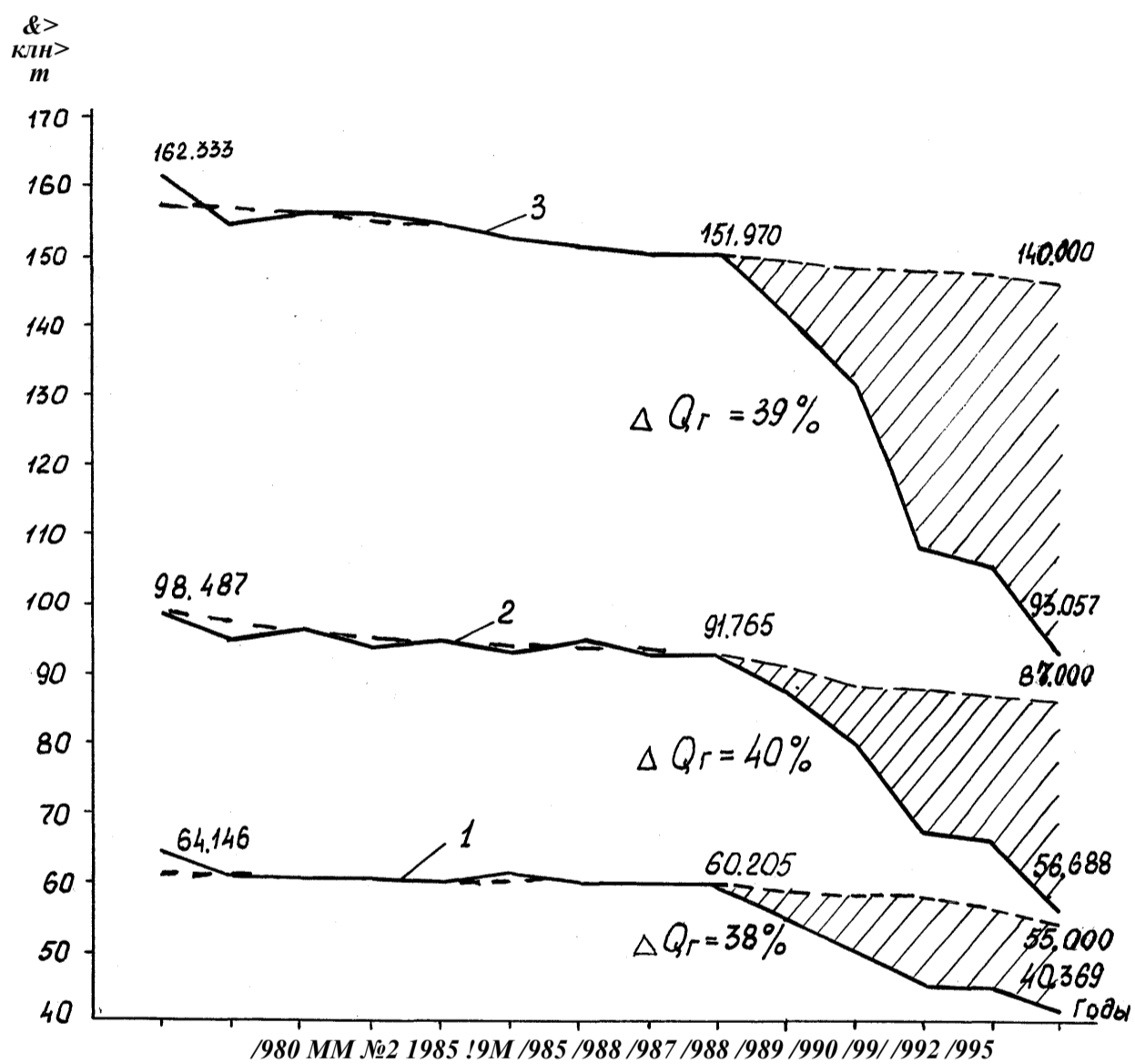
Заштрихованная зона на рис.1 представляет собой фактические потери добычи каменного угля, вызванные известными изменениями в экономико-политическом положении Украины, а также и Донбасса.

Районирование потребления угля обуславливается степенью его потребности в различных экономических районах. Границы районов потребления обуславливаются взаимным расположением месторождений и качеством угля.

Динамика поставки этого угля по экономическим районам, без учета расходов на собственные нужды, следующая: на долю Южного, Днепроовского и Центрального районов приходилось ранее 85...87% поставки донецкого угля, регионы Западный, Северо-Западный получали 4...6%, а остальная часть погруженного угля транспортировалась в другие районы.

В настоящее время перевозки добытого угля из Донбасса распределяются таким образом: на долю регионов Донецкого, Днеп-

Динамика добычи каменного угля  
в Донецком бассейне по годам



---- фактическая добыча, ----- прогноз добычи угля.  
 1 - по Луганской области, 2 - по Донецкой области,  
 3 - по Донецкому бассейну

Рис- I

ровского, Южного и Западного приходится 96,4% погрузки, причем две трети ее приходится на Донбасс, до 20% - на Днепропетровский; заметный удельный вес занимает погрузка в Западном, несколько меньше - в Южном направлении (табл.2 и 3). Перевозки донецкого угля для предприятий, прежде всего энергетики, металлургии, расположенных в пределах Украины составляют 96,6%. В силу этого считаем целесообразным более полно использовать приемы и методы управления перевозками угля на дорогах Украины, повышающие надежность транспортного обслуживания топливно-энергетического комплекса. .

Анализ свидетельствует о том, что топливный баланс отдельных районов за последнее время изменился. Это объясняется разрывом экономических связей, дефицитом других видов энергии. В результате доля донецкого угля в топливном балансе Украины будет все более возрастать. Это повышает внимание к проблеме транспортного обслуживания отрасли. В настоящее время все же большая часть перевозок (около 20%) приходится на долю каменного угля. Наибольшее влияние на объем перевозок оказывают размеры производства по экономическим районам, межрайонные связи, размещение производительных сил, другие факторы, обусловленные взаимными договорами между странами СНГ.

Отношение перевозимых тонн груза к размерам его производства называется коэффициентом перевозимости, который для угля держится на уровне 0,96.

Характер перевозок угля по железным дорогам в значительной мере зависит от того, как распределены перевозки по направлениям и дорогам. Особенностью угля является то, что размер добычи больше размера перевозок данного груза. Это объясняется тем, что часть выпущенной продукции расходуется на технологи-

Таблица 2

Погрузка каменного угля отделениями Донецкой  
железной дороги на регионы СНГ в 1993 г., ваг/сут

Отделение _Д2Е2ГИ__	НОД-1	НОД-2	НОД-3	НОД-4	НОД-5	НОД-6	Дорога
<b>РЕГИОН</b>							
Сев.Зап.	2,5	—	5,0	15,8	21,6	5,0	49,9
Центр.	0,4	—	—	—	0,8	—	1,2
Запади.	44,1	7,6	43,6	51,8	151,2	48,1	346,4
Южный	67,2	8,3	31,1	31,0	127,3	2,2	267,1
Днепр.	280,4	90,4	51,6	117,2	422,6	57,4	1019,6
Донбасс	1346,6	101,7	328,0	444,1	1008,8	301,3	3530,5
Сев.Кавк		—	—	0,1	2,0	—	2,1
Привол.	11,6	—	—	0,3	1,2	—	13,1
Уральск.	—	—	—	3,2	—	—	3,2
Сред.Аз.	—	—	—	—	0,1	—	0,1
<b>ИТОГО</b>	<b>1752,8</b>	<b>208,0</b>	<b>459,3</b>	<b>663,5</b>	<b>1735,6</b>	<b>414,0</b>	<b>5285,6</b>

Таблица 3

Погрузка каменного угля на дороги СНГ в 1993 г.

Регион	Дороги, входящие в регион	Кол-во, % к общей ваг/сут погрузке	
Северо-Западный	Октябрьская, Эстонская, Латвийская Литов., Калинин.ПО	50,0	0,90
Центральный	Московская, Горьковская, Северная	1,2	0,02
Западный	Белорусская, Юго-Западная, Львовск.	346,3	6,50
Южный	Молдавс. Одесская	213,0	4,00
Днепровский	Южная, Приднепров.	1032,4	19,50
Донбасс	Донецкая	3570,3	67,50
Северо-Кавказский	Сев.-Кавказ., Азерб., Армян., Грузинская	2,2	0,03
Приволжский	Юго-Вост., Приволж. Куйбышевская	13,1	0,24
Уральский	Свердлове., Южн.-Урал.	3,2	1,31
Среднеазиатский	Зап.-Казах., Целиногр. Алма-Ат., Средн.Азиат. Туркменская	0,1	0,00
ВСЕГО ПО РЕГИОНАМ		5285,6	100,00
В ТОМ ЧИСЛЕ ПО УКРАИНЕ		5109,2	96,60

ческие и бытовые нужды на местах. Так как перевозки каменного угля являются на сети ОНГ преобладающими, а на некоторых углепогрузочных дорогах они достигают 50...60%, то четкая организация его перевозок имеет важное значение для всей эксплуатационной работы, в частности, для Донецкой, Юго-Западной, Южной, Приднепровской и Львовской дорог, где сложились концентрированные потоки данного груза и созданы предпосылки для повышения уровня надежности железнодорожных перевозок.

Уголь перевозится преимущественно железнодорожным транспортом. Заметное участие в его доставке принимает и водный транспорт. Так, в смешанном железнодорожно-водном сообщении его перевозят со станций Донбасса в порты Туапсе, Мариуполь, Рени для поставки в другие государства (Болгария, Испания, Англия).

Концентрация перевозок угля в смешанном железнодорожно-водном сообщении может создать основу для развития маршрутных отправок. Несмотря на дешевизну перевозки груза по воде, передача части груза с железных дорог на воду затрудняется рядом обстоятельств. Так, для Украины характерным является не совпадение направления водных потоков рек с географическим расположением промышленных районов. Кроме того, способ доставки топливно-энергетического сырья ограничивается увеличением срока доставки грузов по воде по сравнению с железнодорожным транспортом в 4...5 раз; сравнительно высокой стоимостью перевалки из вагонов в суда и наоборот, недостаточным развитием перевалочных пунктов.

Вследствие этого ежегодно по железным дорогам параллельно водным путем перевозятся десятки миллионов тонн различных грузов и, в первую очередь, угля.

Размещением мест добычи каменного угля определяется сред-

няя дальность перевозки, которая влияет на размер грузооборота, сроки доставки груза и показатели использования подвижного состава.

Сокращение дальности перевозок до оптимальной ее величины уменьшает затраты на транспортировку, потребность в подвижном составе и в провозной способности. Дальность перевозок угля находится в прямой зависимости от развития отдельных отраслей промышленности и, в первую очередь, таких, как металлургическая и химическая, от географического расположения тепловых электростанций и т.д. Потребление углей коксо-химическими заводами в тех случаях, когда они расположены в непосредственной близости к месторождениям коксующихся углей, как это имеет место в Донбассе, в значительной степени снижает среднюю дальность перевозок и, наоборот, перевозки углей, например, из Кузбасса на Урал, из Донбасса в Центр отрицательно сказываются на сокращении дальности их перевозок.

Средняя дальность перевозок угля непостоянна. Она увеличилась с 485 км в 1913 г. до 678 км в 1965 г., а в 1992 г. составила 871 км и некоторый рост дальности перевозок имел место в 1941-1950 гг. Это объясняется трудностями военного и восстановительного периодов.

В условиях складывающегося рынка происходит изменение и устранение ранее сложившихся экономических связей, которые характеризуются тем, что:

в России до революции промышленность была сосредоточена в основном в Южных, Центральных и некоторых районах Северо-Запада и Закавказья. Таким образом, сравнительно небольшая дальность перевозок каменного угля в дореволюционный период объясняется тем, что донецкий уголь, занимавший тогда в общей добыче

страны около 87%, почти полностью потреблялся в развитых районах юга России, в то время как остальные районы страны в основном снабжались дровами и торфом (Центральный район) и импортным английским углем (Северо-Западный, в том числе и г. Петербург), доставлявшихся морским путем;

Уральская промышленность и, прежде всего, металлургия работали на древесном угле. Другой важной причиной небольшой дальности перевозок угля был сравнительно высокий удельный вес потребления нефтепродуктов (14,1% в 1913 г.). На дальность перевозок в годы довоенных пятилеток оказали влияние перевозки кузнецких и карагандинских углей на Урал и за Урал. Кроме того, кузнецкий уголь начал поставляться в Среднюю Азию, Центр, Прибалтику. Сейчас промышленные потребители угля имеются почти на всей территории стран СНГ. Крупнейшие предприятия топливной, металлургической, химической, машиностроительной и др. отраслей промышленности размещены в Средней Азии, Казахстане, Поволжье, Сибири, на Севере, Закавказье. Если в дореволюционной России грузооборот с отдаленными слабо развитыми районами страны был незначителен, то в настоящее время повсеместное развитие экономики при известной специализации ее по районам, привело к значительному увеличению обмена продуктами производства. Это является основным фактором увеличения средней дальности перевозок грузов, в том числе и угля. Изменение размеров и дальности перевозок грузов оказало влияние на ослабление экономических связей со странами Восточной Европы.

### 1.3. Практика организации перевозок угля на железных дорогах дальнего зарубежья

За последние годы в организации перевозок угля на зарубежных железных дорогах происходили изменения, направленные на усиление конкурентноспособности железнодорожных перевозок. Они базировались в основном на совершенствовании перевозочного процесса путем маршрутизации перевозок, а также на создании нового типа подвижного состава.

Интересен опыт железных дорог США. Маршрутизация перевозок грузов в США и, в первую очередь маршрутизация каменного угля, начала осуществляться более интенсивно с 1962 г., когда маршрутные поезда стали вводиться на ряде дорог, в том числе на таких, как Pennsylvania (PRR), New York Central (NYC). На железных дорогах этой страны наряду с маршрутизацией перевозок угля, маршрутами перевозятся и ряд других грузов таких, как автомобили, зерно, руда, лес и др. В настоящее время маршрутными поездами охвачено около 25% всех железнодорожных перевозок угля. Ежегодно таким способом перевозится примерно 100 млн.т угля. В отдельные годы перевозки угля на сети железных дорог США возрастали на 25-30 тыс.ваг. Каждая крупная дорога в той или иной мере осуществляет маршрутные перевозки. На дороге PRR маршрутизируется 70% всей погрузки угля и 60% приема с других дорог. Маршруты угля железных дорог PRR, которые обращаются в постоянных составах по регулярному расписанию как в груженом, так и в порожнем состоянии, формируются из подвижного состава отправителей по 100 вагонов-хопперов грузоподъемностью 100 т.оборот их составляет двое суток вместо 14...20 при повагонной перевозке. Таким образом, вагоны в маршрутных поездах делают в год

до 150 оборотов вместо 20 /47/, /63/, /64/.

Сократились расходы на ремонт подвижного состава вследствие исключения сортировочных операций. Вагоны такого поезда сцеплены между собой постоянно, и их число не изменяется. При необходимости ремонта хотя бы одного вагона из эксплуатации изымается целиком весь состав. Погрузка, разгрузка поезда может производиться при его движении со скоростью 0,075 м/с, для чего на локомотиве устанавливается специальный регулятор скорости движения. Впервые эти поезда были применены в штате Пенсильвания для перевозки угля на тепловую электростанцию при длинна плеча (в оба конца) 1290 км. При загрузке на угольной шахте поезд проходит по петлевому пути. На протяжении этой петли размещено загрузочное устройство с подачей угля в вагоны-хопперы в количестве 3000 т/час, а 7500 т угля грузится менее чем за три часа. Неделимые поезда применяются также и для перевозки других массовых грузов, таких как зерно, железная руда и др. Выгрузка производится при медленном движении поезда, благодаря чему можно за один час выгрузить 10000 т груза.

В США на угольных шахтах, с целью приспособления к требованиям железных дорог, оборудованы специальные хранилища для угля емкостью 3500 или 7000 т. Следующим шагом является создание хранилищ емкостью 10000 т. Создание таких складов позволяет, во-первых, при отсутствии подвижного состава работать шахте без перерывов в течение суток и, во-вторых, грузить неделимый поезд малой грузоподъемности за 1,5-2,1 ч, а большой грузоподъемности - за 4,0 ч. Новые шахты проектируются и строятся с учетом погрузки угля в неделимые поезда, причем вместо множества погрузочных путей шахта имеет всего один путь, по которому неделимый поезд проходит под загрузочным устройством.

Хранилище рассчитывается с учетом расхождений между непрерывной добычей угля и периодическим его транспортированием. Основными потребителями угля в США сейчас являются тепловые электростанции. В связи с увеличением числа тепловых электростанций тенденция к использованию неделимых поездов расширяется. Угольные склады электростанций оборудованы таким образом, чтобы поезд мог быть разгружен сразу после его прибытия. Неделимые поезда применяются также для перевозки угля в смешанном железнодорожно-водном сообщении, для чего в портах сооружаются специальные хранилища и перегрузочные устройства. Для всех неделимых поездов используется только верхняя загрузка. На угольных шахтах США для автоматической погрузки угля из бункеров в железнодорожные вагоны применены автоматические лотки, позволяющие производить погрузку вагонов любой высоты. Разгрузка вагонов бывает двух видов: опрокидыванием кузова или механическим открыванием люков. При медленном движении поезда одновременно разгружается шесть стандартных вагонов, затем поезд подвигается на длину еще шести вагонов и процесс погрузки повторяется. Проведенный американскими инженерами анализ себестоимости перевозок угля в США показал, что более интенсивное использование погрузочно-разгрузочных устройств и подвижного состава может быть достигнуто только при организации перевозки маршрутными поездами со среднесуточным пробегом вагонов превышающим, по крайней мере, в 10 раз пробег обычных вагонов и с минимальной затратой времени на погрузочно-разгрузочные операции. При участии в маршрутной перевозке нескольких железных дорог, основным препятствием к улучшению организации перевозок служит неравномерное распределение доходов между дорогами, и поэтому дорога, получающая меньший доход, менее заинтересова-

на в улучшении организации перевозок.

На Британских железных дорогах погрузка угля в тяжеловесные маршруты непосредственно в пункте добычи характерна для Запада, где с целью охвата маршрутизацией небольших грузопотоков строят специальные маршрутные станции в районах их зарождения. Так отправляется большая часть угля с Востока страны, который все еще отгружается небольшими группами вагонов, а затем их объединяют в тяжеловесные поезда и отправляют на дальние расстояния. Например, фирма DFK построила углесборочную станцию с промежуточным складом, на который свозится уголь с 15 добывающих предприятий, расположенных в радиусе 40 км. О этой станции уголь отправляется маршрутами /47/.

Начиная с 60-х годов для перевозки массовых грузов, особенно угля, при стабильно установившихся грузовых потоках стали эксплуатировать кольцевые маршруты. Они курсируют челночным способом между пунктами погрузки вагонов, в одном направлении с грузом, а в обратном, с теми же, но порожними вагонами. Первый такой поезд был организован на железной дороге GСУ. Он состоял из 100 специализированных алюминиевых полувагонов для перевозки угля. При выборе вида транспорта компания-владелец рассматривала и другие альтернативные варианты, однако железная дорога предложила льготный тариф. Это отдало перевес железнодорожным перевозкам. Кольцевые маршруты завоевывают все большее признание и составляют по объему и дальности перевозимых грузов наибольшую долю среди всех тяжеловесных поездов, в том числе и маршрутных.

Целесообразность применения маршрутных поездов для перевозки угля определяется на основе всестороннего анализа, в котором учитываются такие факторы, как способы добычи угля, ус-

ловия работы шахт, требования продолжительности работы ТЭЦ, транспортные расходы в зависимости от погрузочно-разгрузочных устройств, массы поездов и т.п. Так, энергетической кампании ДТСЕ потребовалось обеспечивать доставку 7,3 млн.т угля в год от шахт добычи к тепловой электростанции. По экономическим показателям принята система транспортировки угля кольцевыми маршрутами, сформированными из 140 полувагонов с алюминиевым кузовом и перевозящими по 15800 т.

Такие поезда следовали с пятью тепловозами на электрической передаче мощностью 3000 л.с. каждый. Всего было сформировано 4 состава. Поезда прибывали в пункт выгрузки с интервалом в 18 ч. За полный оборот каждый поезд проходил 1207 км и затрачивал на него 72 ч.

По оценкам специалистов расходы на эксплуатацию таких поездов должны быть на 35...40% ниже по сравнению с обычными поездами. К 1987 г. было выполнено два прототипа высокопроизводительных поездов: первый - для смешанных перевозок, второй - для навалочных грузов. Завершены технико-экономические обоснования этих перевозок и в 1988 г. представлены для испытаний еще несколько типов таких поездов.

При отправлении грузов тяжеловесными маршрутами железные дороги предоставляют клиентам льготные тарифы на перевозку. На такие перевозки между отправителями грузов, железной дорогой и получателями заключаются договора, контролируемые банком. В них оговариваются вес маршрутного поезда, годовой объем перевозок и срок действия договора. На практике льготные тарифы предоставляются при заключении договора не менее, чем на 10 лет, при годовом объеме перевозок свыше 800 тыс., .1 млн.т и минимальной массе маршрутного поезда 6000 т.

Для перевозки угля и других массовых грузов в тяжеловесных маршрутных поездах используются преимущественно полувагоны и хопперы большой грузоподъемностью - 90 т и с более низким коэффициентом тары. Ходовая часть таких вагонов выполнена из высокопрочных материалов. В них применяется также более надежная автосцепка с амортизирующими приспособлениями, рассчитанная на растягивающее усилие примерно 2,3 МН. Применяются поворотные сцепные устройства, позволяющие производить выгрузку на роторном вагоноопрокидывателе без расцепки состава.

В составах маршрутных поездов, обслуживающих электростанции, эксплуатируются полувагоны типа "Каскад" с устройством автоматической разгрузки двух удлиненных бункеров в продольном направлении по обе стороны хребтовой балки.

Новое поколение полувагонов и открытых хопперов отличается высокой прочностью. Они хорошо приспособлены для разгрузки с помощью вибраторов и роторных вагоноопрокидывателей и изготавливаются из стали, содержащей медь, и поэтому не подвержены коррозии /67/.

Для угольных маршрутных поездов, курсирующих между шахтами на Юго-Западе страны и химическим заводом фирмы DOU, построены алюминиевые хопперы грузоподъемностью 100 т. Выгрузка угля производится под действием сил тяжести через люки, расположенные в середине пола хоппера. Открытие люков в полувагоне осуществляется при помощи сжатого воздуха. Для выгрузки 100 т угля требуется не более 20 с /68/.

В настоящее время отпала необходимость использовать вагоны под склады. Решающей стала быстрая разгрузка, несмотря на погодные условия. Длина путей в местах загрузки и выгрузки маршрутного поезда определяется с учетом его максимальной длины,

поскольку наиболее экономичная работа таких поездов достигается при их постоянном движении без необходимости разделения на секции. Она должна быть достаточной для прохода поезда с его локомотивами.

В зарубежной практике применяются мощные погрузочные устройства, способные загружать поезд из 100 ваг. за 1,5 ч. Типичным для загрузки маршрутных поездов является комплекс устройств производительностью 3180...3630 т/ч, но также имеются комплексы производительностью 5440 т/ч. Примерно половина действующих устройств для погрузки угля одинакова по производительности. Это позволяет загружать 9070 т угля в вагоны маршрутного поезда примерно за два часа, но обычно на эти операции затрачивается 3,0...4,0 ч. На нескольких установках погрузка 7600 т угля в вагоны маршрутных поездов выполняется менее чем за два часа.

В массовых перевозках угля железные дороги Великобритании могут конкурировать с автомобильным и прибрежным водным транспортом, обеспечивая более дешевую и более быструю доставку угля маршрутами. С этой целью осуществляется согласованная работа железных дорог с Национальным Союзом угольной промышленности и угольными компаниями, которые грузят до 150 млн.т угля в год и владеют специальными погрузочными станциями и устройствами, а также с управлениями портов и электростанций, куда прибывает уголь; со сталелитейными заводами, выгружающими уголь и руду, и отправляющими в больших количествах готовую продукцию; с торговыми угольными фирмами, организующими центральные склады для удовлетворения нужд местных потребителей в топливе. Такие соглашения дали возможность охватить "отправительской" маршрутизацией почти 2/3 добываемого угля. Благодаря таким согла-

шениям маршрутизация получила возможность лучше использовать вагоны, удешевить перевозку угля и принести выгоду как железным дорогам, так и клиентуре. Так, при маршрутных перевозках на расстояние около 80 км вертушками, последние совершают по три оборота в сутки (оборот составляет около 7 ч). Организация таких вертушек облегчает работу Британских железных дорог, особенно в периоды сезонных перевозок, способствует ликвидации неравномерности перевозок в разрезе недели, суток и устраняет порочную практику прежних лет, когда уголь хранился "на колесах". Отправительская маршрутизация и организация таких вертушек дали большую выгоду в снижении потребности в локомотивах, сокращении бригад, уменьшении маневровой работы, снижении эксплуатационных расходов и т.д.

Железные дороги Великобритании являются решающим видом транспорта при перевозке энергетических углей для тепловых электростанций. Несмотря на общее сокращение объема грузовых перевозок в стране, объем железнодорожных перевозок угля, особенно энергетического, растет, хотя и имеется тенденция к сокращению дальности его перевозок. Так, в 1972 г. перевозки угля составили 31 млн.т против 17,5 млн.т в 1950 г. Доля железнодорожного транспорта в общем объеме перевозок энергетических углей за этот период продолжала оставаться примерно на уровне 60%. Основным направлением совершенствования работы Британских железных дорог является внедрение большегрузных вагонов и ускорение их оборота /47/, /65/, /66/.

#### 1.4. Краткий обзор исследований, посвященных приемам и методологическим основам маршрутизации перевозок

Существующая практика маршрутизации перевозок каменного угля характеризуется большим разнообразием форм и подходов к этому вопросу /12/, /31/, /52/. Эффективность любой формы отправительской маршрутизации должна определяться следующими факторами: повышением маршрутной скорости продвижения вагонов от станции погрузки до станции выгрузки, т.е. ускорением доставки грузов и улучшением транспортного обслуживания отраслей промышленности; экономией маневровых средств на участковых и сортировочных станциях, где вагоны не будут перерабатываться; дополнительными затратами или экономией вагоно-часов на станции погрузки-выгрузки; созданием резервов перерабатывающей и пропускной способности технических станций вследствие освобождения от переработки части вагонопотока, включенного в маршрутные поезда.

Составленный план маршрутизации во всех случаях представляет собой результат решения сложной задачи выбора оптимального варианта из возможного множества вариантов, отличающихся сочетанием объединенных струй, количеством назначений, а также практической организацией подачи и погрузки вагонов. Поэтапная минимизация целевой функции /32/ позволяет просмотреть в некотором смысле формально возможные варианты создания маршрутных назначений. При таком подходе оперативное влияние на ход процесса зарождения маршрутов и их продвижения оказывается неэффективным, что не создает предпосылок к росту уровня маршрутизации.

К практическим мероприятиям маршрутизации угля можно от-

нести следующее: установление более рационального прикрепления станций погрузки (районы погрузки) к районам потребления; повышение надежности обеспечения шахт порожними вагонами под маршрутную погрузку как по количеству так и по срокам подач; механизация процесса погрузки угля путем строительства и усовершенствования существующих бункеров с целью увеличения их емкости и приспособления к погрузке больших групп вагонов; усиление путевого развития и локомотивного хозяйства подъездных путей; совершенствование технологии работы станций примыкания и подъездных путей, в том числе на базе использования комбинаторного метода подбора шахт в группу для маршрутной погрузки; улучшение календарного планирования погрузки по направлениям; совершенствование форм диспетчерского управления районом дороги с распространением его на углепогрузочные станции, в том числе, с применением средств вычислительной техники с целью заадресовки остатка незамаршрутизированных вагонов в назначения по плану формирования выходной сортировочной станции.

Большой вклад в научную разработку основ маршрутизации с мест погрузки внесли ученые вузов и научных учреждений Украины, ныне действующих Харьковской государственной академии железнодорожного транспорта, Днепропетровского транспортного университета, высших учебных и научных заведений Запорожья, Мариуполя, Луганска, а также ряда учебных и научно-исследовательских институтов России (МИИТ, ВНИМТ, ЛИИТ, НИИЖТ ХаБИИЖГ), Беларуси (БелиЖТ), Узбекистана (ТашиИТ). Обобщению опыта и теоретических исследований в области охвата вагонопотоков маршрутами посвящены работы профессоров И.И.Васильева, П.Я.Гордеенко, В.В.Повороженко, А.П.Петрова, Н.Р.Ющенко, В.Т.Осипова, В.М.Акулиничева, Н.Е.Борового, Е.М.Тишкина, Р.З.Нурмухамедова, А.В.Ко-

марова, К.А.Бернгарда, кандидатов технических наук Н.П.Галатченко, А.Б.Дульнева, А.А.Лешинского, П.А.Пилипченко, Р.В.Межовой, О.О.Кирьяновой, В.К.Буяновой и других.

Следует отметить, что во всех исследованиях в основу установления эффективности маршрутизации с мест погрузки положена одна методологическая схема расчета - станция погрузки, путь следования, станция выгрузки.

В отдельных исследованиях эффективность маршрутизации предлагается вести по натурным затратам вагоно-часов, в других, окончательный результат дается в денежном выражении. Есть предложения эффективность маршрутизации вести по приведенным вагоно-часам. В частности, "Инструктивные указания" /31/, /32/ рекомендуют использовать различные критерии: в денежном выражении, в приведенных вагоно-часах, в натуральных вагоно-часах.

Несмотря на глубокую разработку достаточно большого числа принципиальных вопросов в организации маршрутизации с мест погрузки, изменяющихся условий эксплуатации железных дорог, в том числе порядка планирования перевозок, взаиморасчетов, условий питания порожними вагонами, технического оснащения шахт требуют дальнейшего внимания к этому основополагающему вопросу организации вагонопотоков.

В настоящей работе рассматриваются факторы, влияющие на простой вагонов при немаршрутной погрузке; методика расчета рациональных сроков погрузки угля в зависимости от степени заполнения бункеров; затраты вагоно-часов, связанные с погрузкой вагонов; исследуются факторы, влияющие на простой вагонов при маршрутной погрузке; анализируются условия организации погрузки; затраты тонно-часов накопления угля в бункерах; затраты вагоно-часов накопления порожних вагонов маршрутами при подво-

де вагонов целыми составами или грушами по фиксированному и не фиксированному расписанию; затраты тонно-часов груженых и вагоно-часов порожних вагонов в процессе погрузки. Затрагиваются вопросы целесообразности организации маршрутных баз с учетом их типов и особенностей, с целью нахождения возможностей увеличения процента маршрутизации.

Впервые ставится, со всей остротой, вопрос повышения надежности погрузки маршрутов и их транспортировки путем создания системы подготовки вагонов к погрузке.

Централизованная заадресовка грузов впервые осуществлена на Украине. Так, на станции Дебальцево-сортировочное в конце 20-х годов была создана заадресовочная база. В результате этого повысился уровень маршрутизации угля с 17...20% до 70...80% и снизился простой вагонов на этой станции на 23...25%. Ускорились продвижение груза и более полно удовлетворялись потребности получателей. Этим было достигнуто повышение уровня транспортного обслуживания промышленности и других потребителей.

В 1932 г. организована маршрутная база на станции Шахтная для усиления маршрутизации угля. Целью работы базы являлось рациональное установление плана погрузки углепогрузочными станциями на каждые сутки с учетом подвода и обеспечения погрузки порожними вагонами с таким расчетом, чтобы получались полностью прямые маршруты. Это - прообраз обыкновенной отправительской маршрутизации, оперативно планируемой с помощью маршрутной базы. Заслуживает внимание опыт создания рудной маршрутной базы на станции Верховцево, а также угольных маршрутных баз на станциях Караганда-сортировочная, Черемхово и др.

В 1965-67 гг. на Дебальцевском отделении проводился опыт поточной заадресовки вагонов, не включенных в маршруты, в на-

значения по плану формирования сортировочной станции. Сущность этого опыта заключается в следующем. На углепогрузочных станциях отделения дороги каждые сутки образуется остаток вагонов, не охваченных маршрутизацией. С целью сокращения простоя вагонов на углепогрузочных станциях и снижения времени накопления на сортировочной станции осуществлялось календарное планирование по направлениям. Для практической организации погрузки укрупненных групп по дням декады и времени суток, согласно плану формирования станции Дебальцево, разработаны алфавитные списки станций назначения всех тех дорог, на которые производилось отправление груза.

Обоснования эффективности маршрутных баз содержатся в исследованиях Н.Т.Кислякова, М.И.Толмачева, профессоров А.П.Петрова, А.Ф. Быкадорова. Причем авторы дают формулы для расчета вагоно-часов накопления при равномерном грузопотоке различных классов (сортов) и равномерном распределении их в прибывающих поездах. Целесообразность маршрутной базы предлагалось определять путем сопоставления вагоно-часов при наличии базы и в случае ее отсутствия. Если организация базы связана с капиталовложениями, то последние тоже должны быть учтены. Условием выгодности маршрутной базы предлагался учет дополнительных сбережений вагоно-часов, которые могут быть получены в результате корректировки плана формирования в связи с маршрутизацией части потока на базе.

Доктор технических наук В.Т.Осипов /49/, /50/ в своей работе излагает три способа использования маршрутной базы:

часть пунктов погрузки отправляют на базу поезда, являющиеся ядром будущих составов, а заадресовочная база подготавливает к ним пополнение до полного веса;

предприятия грузят маршрутные группы, которые на базе объединяются по принципу ступенчатых маршрутов;

весь вагонопоток поступает на базу в переработку.

Автор приводит выражение выгоды заадресовочной базы.

Базой формирования маршрутов по мнению И.И.Кукушкина /39/ должна быть техническая станция на выходе из районов погрузки. В зависимости от местных условий он считает целесообразным осуществление маршрутных баз двух видов: при формировании маршрутов из полностью перерабатываемого вагонопотока и из поступающих уже подформированных групп вагонов.

При наличии маршрутной базы резко сокращаются расходы на усиление технического оснащения транспортного хозяйства промышленных предприятий, сокращается простой вагонов на подъездных путях. Наряду с этим возрастут затраты на базе формирования и изменится технология работы станции, где будет организована маршрутная база. При применении принципа полной переработки вагонов появляются большие возможности для сокращения параметра накопления.

Предложенная д.т.н. профессором Н.Е.Боровым методика для определения вагоно-часов простоя под накоплением на маршрутной базе применима для случаев замены сортировки по назначениям сортировкой по классам и включением в маршруты как одного, так и нескольких классов груза, поэтому не представляется возможным применить ее для заадресовочных баз, работающих по другому принципу. Автор выявил источники экономии приведенных затрат, связанных с созданием заадресовочной базы и им рекомендована в достаточной мере приемлемая в практике формула для определения экономической целесообразности организации заадресовочной базы по сравнению с маршрутизацией с мест погрузки /9/, /10/.

В ней получила отражение экономия: на простое вагонов в пункте погрузки, на накоплении груза на пункте погрузки, на капитальных вложениях по устройству погрузочных путей и складов и эксплуатационных расходов на их содержание, а также расходы, связанные с переломом весовой нормы. Учтены и потери, создаваемые при дополнительном простое груженых вагонов на маршрутной базе, связанные с операциями по прибытию и отправлению, дополнительном простое груженых вагонов в связи с расформированием прибывающих поездов с маршрутными группами, накоплением и формированием вагонов на маршрут, капитальные вложения и эксплуатационные расходы по содержанию необходимого количества сортировочных путей, на расходы, связанные с маневровой работой на маршрутной базе, с содержанием дополнительного штата на станции и заадресовочной базе для заадресовки вагонов.

Одновременно с этим следует отметить, что в этой формуле не полностью отражены размеры некоторых потерь и сбережений. Экономия капитальных вложений будет тогда, когда для повышения уровня маршрутизации предусматривается развитие погрузочных путей. В этом случае сравнение вариантов организации вагонопотоков при помощи маршрутной базы и маршрутизации с мест погрузки должно производиться с учетом того размера маршрутизации, который будет достигнут после развития соответствующих погрузочных путей и складов. Если же сравнение вариантов вести при достигнутом уровне маршрутизации с мест погрузки, то экономии капитальных вложений на развитие путей и складов не будет.

В данной методике также не отражено влияние базы на местную работу на участке, хотя при ее организации будет изменение затрат как локомотиво-часов сборных и вывозных поездов, так и вагоно-часов следования по участкам и простоя на участковых

станциях- Если в сравниваемых вариантах организации вагонопотоков маршруты с мест погрузки следуют на станцию выгрузки, то маршрутные базы не вызовут увеличения дальности маршрутов без переработки, а если маршруты с мест погрузки грузятся в распыление, то создание маршрутной базы даст возможность уменьшить число станций распыления, увеличить дальность пробега, даст экономию от пропуска через дополнительные попутные технические станции- Это должно быть учтено при определении эффективности создания маршрутных баз.

Нельзя считать убедительным утверждение Н-Е-Борового /7/, /II/, что определение затрат вагоно-часов накопления на заадресовочной базе следует производить по каждой марке (грузу) в отдельности, а не по назначениям.

Не убедительно также утверждение о том, что формирование поездов из разных марок (классов) груза изменяет общий характер процесса накопления на базе. Как показали исследования, никакого изменения характера процесса накопления на базе не происходит. Поступление в разных поездах и с равных станций погрузки вагонов, загруженных одними и теми же марками груза, не изменяет, а только интенсифицирует процесс накопления.

А.В.Каяшев предложил отдельную формулу для определения экономически целесообразной нормы сгущения погрузки (заадресовки). В ней нашли отражение экономия капиталовложений и эксплуатационных расходов от сокращения потребного количества сортировочных путей, потребной перерабатывающей способности сортировочных устройств, гарантированного и текущего запаса груза у грузоотправителя и др. /36/.

Л.П.Кайро /35/ исследовал вопрос влияния различных факторов на простой вагона под накоплением на заадресовочной базе.

Величина простоя вагонов под накоплением исследовалась в зависимости от размера поступающего вагонопотока и доли в нем обезличенного груза; количества пунктов назначения маршрутов; соотношения различных сортаментов груза в прибывающих поездах в каждом назначении и в общем потоке обезличенного груза; величины составов прибывающих и отправляющихся поездов и неравномерности прибытия поездов на базу. В результате автором была предложена формула для определения времени простоя вагонов под накоплением на заадресовочной базе.

Ф.П.Кочневым и другими авторами приводятся формулы для определения экономии вагоно-часов в денежном выражении при подаче вагонов под погрузку целым составом, дается общее условие целесообразности создания маршрутной базы /37/, /38/.

В целом исследования по организации баз имеют общность подходов к решению вопросов организации маршрутных баз, одинаково классифицируют маршрутные базы, упуская из виду объединенные базы и однообразно рассматривают технологию работы маршрутных баз и подвода к районам массовой погрузки порожних вагонопотоков, принимая их состояние полностью пригодным для погрузки. Снижение роли, а затем и закрытие заадресовочных баз на станциях произошло вследствие ослабления контроля со стороны отделений дороги за подбором вагонов на станциях погрузки и групп по маркам угля; в результате погони за сокращением простоя местных вагонов, нарушения принципа подборки вагонов по сортам угля, создаются дополнительные затруднения в переработке вагонопотоков на сортировочной станции; задержка большого количества полувагонов при искусственном завышении погрузки в местном сообщении; частое невыполнение регулировочных заданий по полувагонам между дорогами; недоработка в вопросах осуществ-

ления взаимных расчетов между дорогой, отправителями и углесбытателями.

Выполненный анализ практических и теоретических основ организации перевозок каменного угля на железных дорогах Украины позволяет сделать следующие выводы:

1. Теоретические основы перевозок каменного угля, в том числе и маршрутами, базируются на методологических основах, предложенных основоположниками эксплуатационной науки. Однако, в своих исследованиях многие авторы не смогли учесть всего многообразия факторов, обуславливающих затраты тонно-часов и вагоно- часов простоя груженых вагонов и вагоно- часов простоя порожних вагонов при погрузке угля в углепогрузочных районах.

2. Донбасс продолжает оставаться важнейшим угольным бассейном. До 96,6% добываемого угля перевозится потребителям, расположенным в пределах Украины, хотя добыча его снизилась за последние 10 лет с 162,3 млн.т до 93,0 млн.т в год.

3. Анализ свидетельствует о том, что нарушение экономических связей со странами СНГ, а также наличие дефицита других видов энергии вызвало изменение в топливном балансе Украины. Как результат, добыча донецкого угля занимает главенствующую роль, коэффициент перевозимости которого держится на постоянном уровне - 0,96.

4. Основным видом доставки каменного угля с мест добычи к потребителю является железнодорожный транспорт, так как для Украины является характерным несовпадение направления водных потоков рек с географическим расположением промышленных районов. Использование водных видов транспорта увеличивает сроки доставки груза в 4-5 раз по сравнению с железнодорожным.

5. Изменение места расположения потребителей, ослабление экономических связей со странами СНГ и Восточной Европы, является основной причиной увеличения средней дальности перевозок каменного угля, которая для Украины составляет 871 км.

6. Несмотря на глубокую разработку достаточно большого числа принципиальных вопросов в организации маршрутизации с мест погрузки, вследствие меняющихся условий эксплуатации железных дорог, в том числе, порядка планирования перевозок, взаиморасчетов, условий питания порожними вагонами, технического оснащения шахт требуется дальнейшее совершенствование этих основополагающих подходов, что даст возможность с большей степенью надежности осуществлять погрузку и доставку угля к потребителям.

## 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПОГРУЗОЧНЫХ РЕСУРСОВ В РЕГИОНАХ С МАССОВОЙ ПОГРУЗКОЙ КАМЕННОГО УГЛЯ

### 2.1. Погрузочные ресурсы в системе управления запасами

Обеспечение потребности в порожнем подвижном составе можно условно разделить на три этапа: планирование, организацию подвода и распределение имеющихся пригодных под погрузку порожних полувагонов по грузовым станциям или фронтам погрузки. Таким образом, транспортное обеспечение погрузки угля сводится к задаче управления запасами.

Самая простая модель управления погрузочными ресурсами порожнего подвижного состава это одна погрузочная станция, на которую поступает случайный поток однородных требований (группа вагонов), в данном случае полувагонов. Заявки на порожние полувагоны могут удовлетворяться немедленно только при наличии определенного уровня ресурсов.

Основными элементами задачи оптимального управления погрузочными ресурсами являются: система обеспечения порожним подвижным составом; спрос на порожние полувагоны; возможность пополнения ресурсов для погрузки; функция затрат; ограничение; принятая стратегия управления системой ресурсов.

Необходимо объем и момент пополнения запасов выбрать так, чтобы суммарные расходы на простой и пополнение запасов порожних вагонов были минимальными. Система обеспечения зависит от планирования и реального поступления вагонов под погрузку. Она может быть статическая (одноразовое обеспечение процесса погрузки порожними полувагонами поступающими, например, маршрутами), или динамическая (подвод порожних вагонов производится

многократно в течение суток малыми группами). Опрос на порожний подвижной состав может быть детерминированным (при наличии достаточного количества угля в бункере) или стохастическим, возникающим при сбоях в погрузке (отсутствие угля, порожних вагонов, поломки погрузочной техники и др.).

Пополнение запасов всегда происходит с некоторой задержкой с момента выдачи требований на них, что усложняет систему. Модель упрощается, если принять, что происходит:

мгновенное обеспечение порожним подвижным составом процесса погрузки;

задержки осуществляются на фиксированный срок;

задержки осуществляются на случайный интервал времени.

При этом функции затрат зависят от принятой стратегии управления запасами.

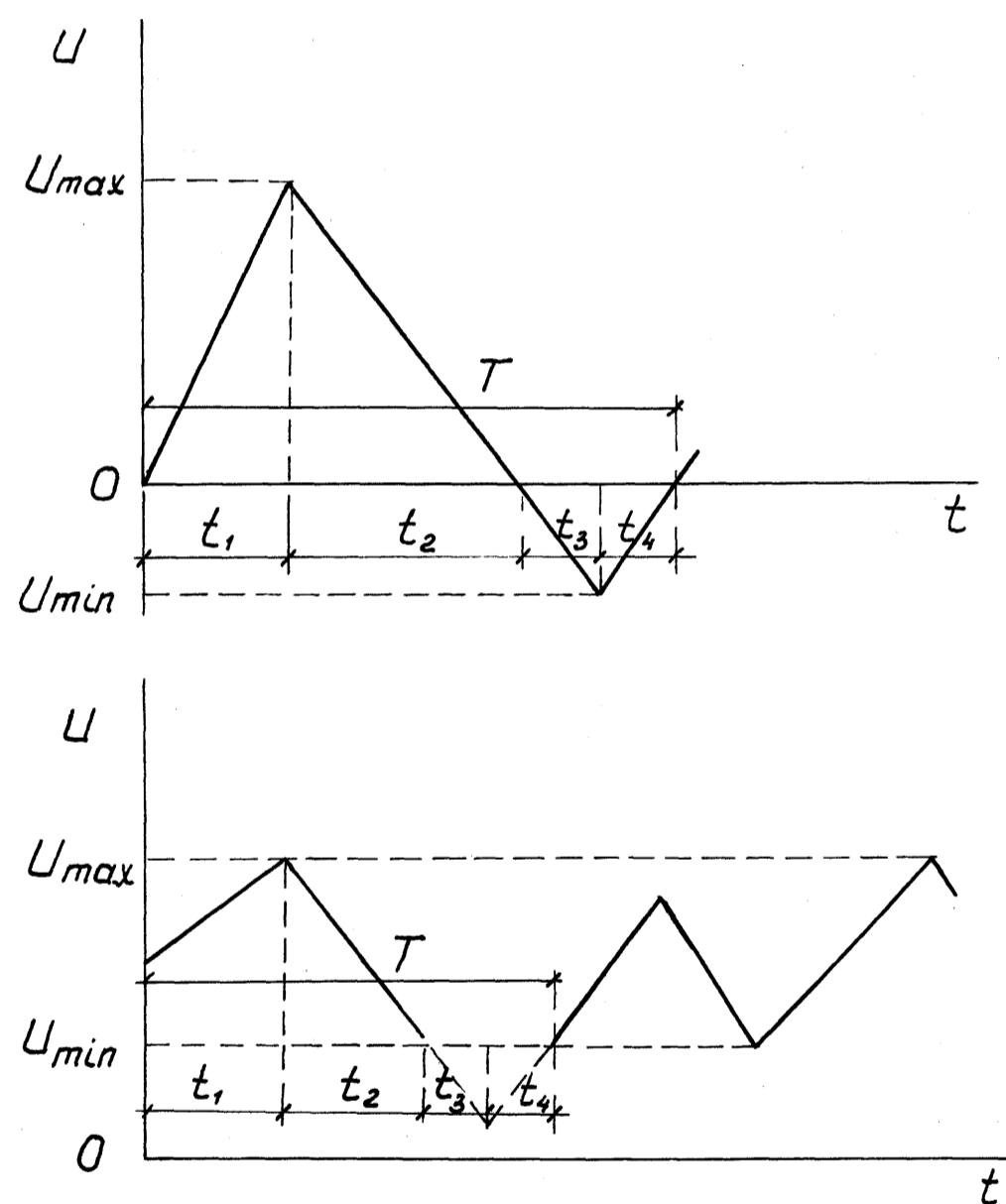
Ограничениями могут быть приняты: способы погрузки, подача вагонов, возможность маршрутизации и т.д. На основании анализа работы углепогрузочных станций, с нашей точки зрения, наиболее приемлемыми являются две стратегии управления запасами:

постоянная интенсивность спроса и обеспечения погрузки угля порожним подвижным составом;

вероятностная интенсивность спроса и нерегламентированная периодичность обеспечения порожними вагонами погрузки угля.

Приняв гипотезу о постоянной интенсивности спроса  $\lambda$  и обеспечения порожним подвижным составом (полувагонами)  $\mu$ , изменение уровня запасов погрузочных ресурсов можно представить графиком, изображенным на рис.2.

Изменение уровня запаса  
погрузочных ресурсов



- а) - классическая модель,  
б) - предлагаемая модель

Рис. 2

## 2.2. Источники погрузочных ресурсов каменного угля

Железная дорога обеспечивает погрузку угля в полувагоны в основном за счет высвобождения данного подвижного состава, прибывшего под выгрузку, а также за счет приема порожних по регулировочному заданию. Таким образом, погрузочные ресурсы дороги в сутки, складываются из порожних вагонов, имеющих на начало суток, поступивших извне и высвобождаемых из-под выгрузки, т.е.

(4)

где  $U_0$  - остаток порожних полувагонов на начало суток;

$U$  - текущее значение выгрузки полувагонов за время  $t$ ;

$U_{пор}$

Уравнение расхода погрузочных ресурсов под погрузку имеет вид

$$U_{пор,t} + U - U_{пор,t} = I_{пор,t} \quad (5)$$

где  $I_{пор,t}$  - текущее значение погрузки за время  $t$  с начала суток.

Однако, выражение (5) не учитывает тот фактор, что свыше 32% порожних полувагонов, прибывших под погрузку угля на дорогу, являются непригодными для этой цели. Следовательно, число вагонов прибывших пригодными под погрузку ( $U_{пор,г}$ ) определяется

$$U_{пор,г,t} = U_{пор,t} - U_{пор,н,t} \quad (6)$$

где  $\Pi$  - общее число вагонов, прибывших под погрузку за время  $t$ ;  
 $\Pi_{\text{пор.н}}$  - число вагонов, прибывших под погрузку и требующих предварительной подготовки (ремонта).

С учетом изложенного, выражение (5) приобретает вид

$$* \quad \Pi = \Pi_0 + \Pi_{\text{пор.г}} - \Pi_{\text{н}} \quad (7)$$

Входящие в выражения (4) и (5) величины непостоянны, поэтому значения  $\Pi$  могут быть

$$1 \quad \Pi \leq 0 \quad \text{при} \quad \Pi_0 < \Pi_{\text{пор.г}} + \Pi_{\text{н}}$$

Процесс поступления погрузочных ресурсов и их расходование может быть выражено случаями (рис.3а,б и рис.4в,г), где

а) равномерное поступление и расходование погрузочных ресурсов за определенное время:

$\Pi$  - ваг  
 $\rho$  - ваг пост расх

б) неравномерное поступление, но равномерное расходование погрузочных ресурсов за определенное время:

$\Pi$  - ваг  
 $\rho$  - ваг пост расх

в) равномерное поступление, но неравномерное расходование

погрузочных ресурсов за определенное время:

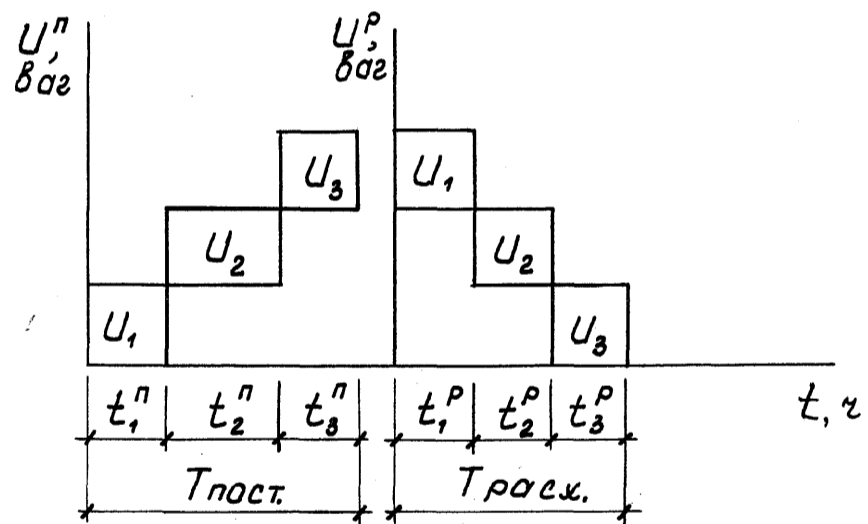
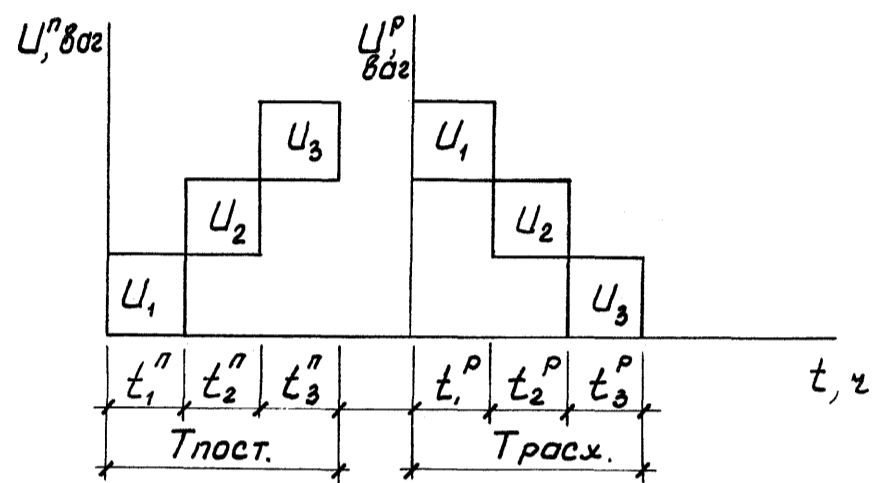
$\Pi$  - ваг  
 $\rho$  - ваг пост расх

г) неравномерное поступление и неравномерное расходование

погрузочных ресурсов за определенное время:

$\Pi$  - ваг  
 $\rho$  - ваг пост расх

Модели образования и расходования  
погрузочных ресурсов

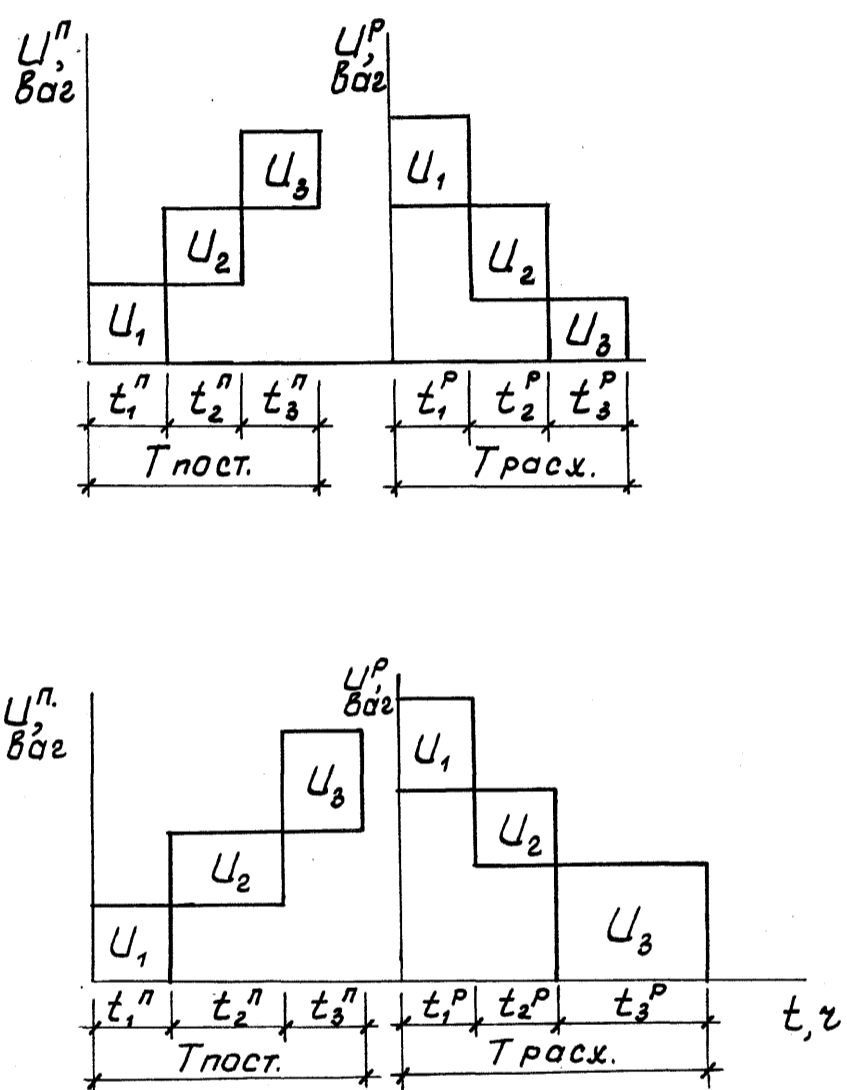


Г) при  $U_{\text{св}} \sim U_{\text{гг}}\%$ ,  $T_{\text{пост.}} - T_{\text{расх.}}$ .

\$  $M_{\text{пу}} \text{ ваз} \sim \delta QZ$ ,  $T_{\text{пост.}} \wedge T_{\text{расх.}}$ .

Рис. 3

Модели образования и расходования  
погрузочных ресурсов



б) при  $U_{a_i} \wedge U_{a_j}$  Тпост. - Траса.

в) при  $U_{\text{ваз}} \wedge U_{\text{ваз}}$ , Тпост  $\wedge$  Траса.

Рис. 4

что этот процесс идет неравномерно как по времени, так и по величине единичной поставки.

Для обеспечения стабильности выполнения погрузки, дороге следует иметь нормированное увеличение рабочего парка вагонов, пропорциональное числу неисправных вагонов.

В отличие от классической модели управления запасами, модель поступления и расходования погрузочных ресурсов, приведенная на рис.5, является сложной по их образованию и расходованию, так как погрузочные ресурсы создаются из нескольких источников (поставка не одноканальная), а расход их (занятие под погрузку), кажущийся на первый взгляд, одноканальным, в сущности не таков /61/.

Если обозначить величину единичных поставок, соответственно, через  $p$ ,  $U_{рем}$ ,  $u_{зав}$ ,  $U_p$ , то общая единичная поставка (рис.5) будет равна

$$u = \lambda + \frac{U_{рем}}{p} + \frac{u_{зав}}{p} + \frac{U_p}{p} \quad (8)$$

где  $\lambda$  - поступление погрузочных ресурсов из-под

выгрузки;

$U_p$  - то же, по регулировке;

$U_{рем}$  - то же, из ремонта;

$u_{зав}$  - то же, новых вагонов с заводов;

$\lambda$  - расходование погрузочных ресурсов (погрузка);

- выбраковка неисправных вагонов в ремонт.

Расход погрузочных ресурсов будет аналогично, равен

$$p = u_{пп} \quad (9)$$

Линейная модель поступления и  
расходования погрузочных ресурсов

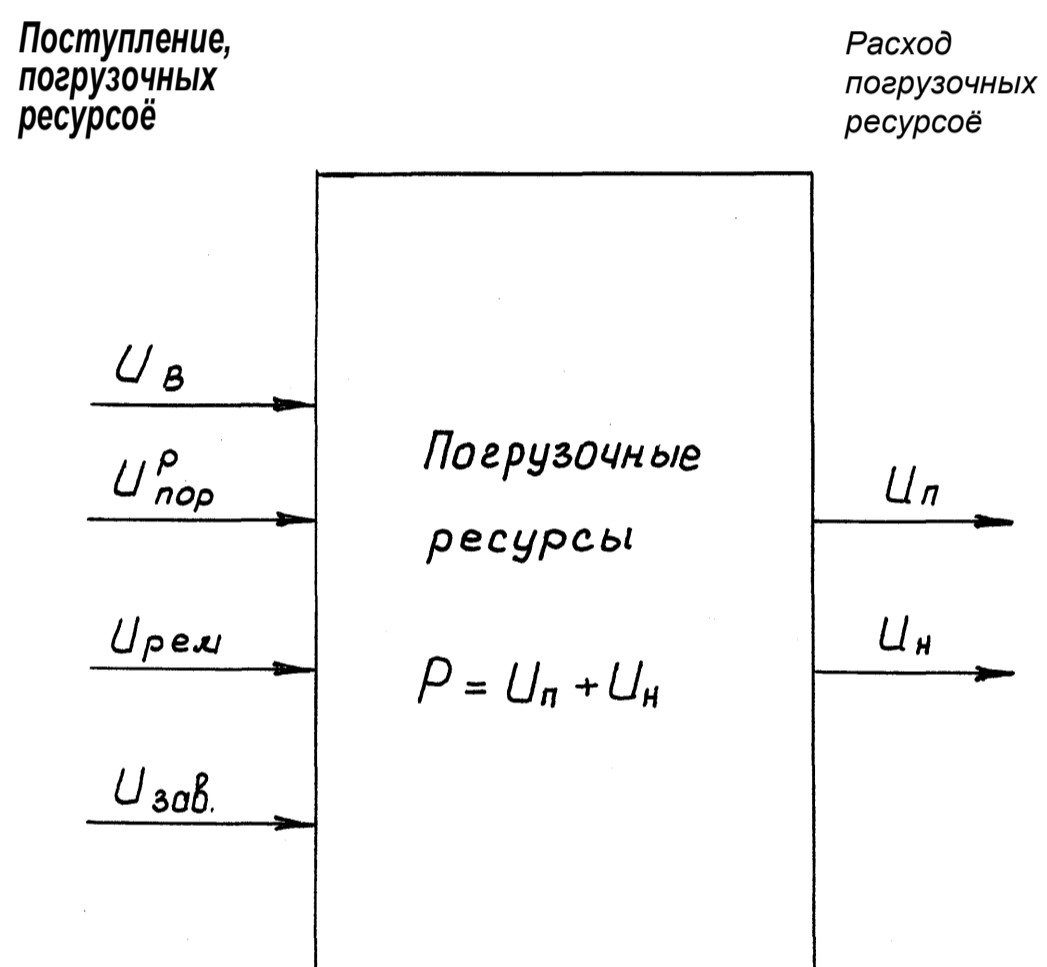


Рис. 5

Статистика свидетельствует, что  $U_{в}$  для Донецкой дороги  $\rho$  доходит до 0,6и, а  $U_{пор}$  - составляет около 0,4и.

Однако, каждая единичная поставка погрузочных ресурсов и, имеет непригодные под погрузку вагоны, доля которых в среднем, достигает  $U_{н} = 0,35и$ , и которые после ремонтных работ возвращаются через случайное время в систему уже как  $P_{рем}$ . Доля  $P_{зав}$  в общем поступлении не регулярна и незначительна, менее одного процента.

В зависимости от распределения, которому подчиняются входящие в выражение (7) величины, показатель дефицита погрузочных ресурсов будет различным при одном и том же размере запаса /21/, /27/, /51/, который приведен в нижеследующей таблице.

Уровень дефицита при значении запаса		
Распределение погрузочных ресурсов, $\rho$	расхода ресурсов, $1,0$ о и <sub>п</sub>	Запас $1,6$ а $U_{н}$
Равномерное	0,08	0,01
Нормальное	0,08	0,03
Показательное	0,13	0,08
В среднем	0,09	0,04

Отсюда видно, что создание запасов в размере  $1,5а U_{н}$  обеспечивает вероятность дефицита полувагонов до 8%, а при равномерной погрузке - только 1%.

В среднем 4% дефицита означает наличие за 4...5 суток

только 4...5 часовых периодов, когда потребность в погрузочных ресурсах не будет удовлетворена, что равнозначно одному часу в сутки.

С учетом непостоянства всех входящих в уравнение (7) величин, предложено выражение для установления размера нормированного увеличения рабочего парка (запаса погрузочных ресурсов) при поступлении только исправного подвижного состава

$$N = n_t \left( At + B t^2 + 0 - U \right), \quad (10)$$

где  $A, B, 0$  - эмпирические коэффициенты, определяемые для дороги.

А при фактическом поступлении, с учетом непригодных под погрузку вагонов, запас ресурсов будет большим на величину  $U_n$ .

Методика установления коэффициентов  $A, B, 0$  базируется на статистическом анализе образующих погрузочные ресурсы, выполненном за 5 месяцев 1992 г. (январь, февраль, март, сентябрь, октябрь). На рис.6 приводятся корреляционные зависимости составляющих образование погрузочных ресурсов на Донецкой дороге. Корреляционные коэффициенты  $a, b, c$  получены путем решения системы нормальных уравнений (метод наименьших квадратов) вида

$$\begin{aligned} n C + b s t + b s t &= s U \\ O s t + b s t^2 + a s V &= s U t \\ C s t^2 + b s t^3 + a s t^4 &= s U t^2 \end{aligned} \quad (\Pi)$$

Обработка статистического материала автором производилась на персональной ЭВМ IBM AT-386 SX (приложение 2). Использование

Корреляционные зависимости образования и  
расходования, погрузочных ресурсов на  
Донецкой дороге

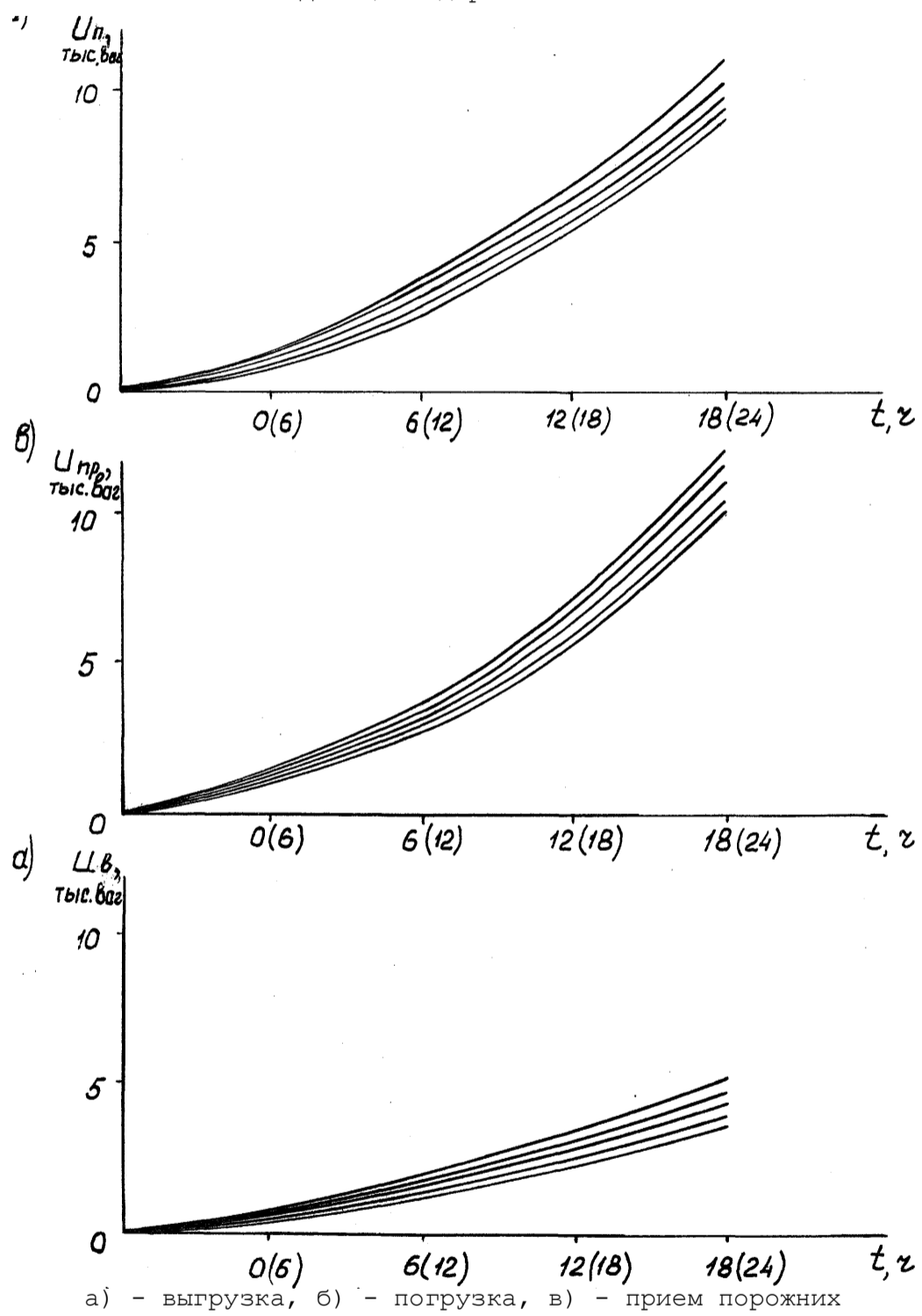


Рис. §

в практических целях корреляционных коэффициентов не представляет затруднений. Например, зная время, прошедшее с начала отчетных суток, пользователь может определить прогнозное значение выгрузки, приема порожних, погрузки и установить соотношение между этими величинами для решения вопроса об отстановке полувагонов в запас или, наоборот, об изъятии определенного количества вагонов из запаса и подачи их в пункт погрузки.

### 2.3. Особенности образования, формирования и направления потока порожних полувагонов на дорогах Украины

Для полигона железных дорог Украины зарождение потока порожних полувагонов происходит на Львовской дороге с последующим следованием его через Юго-Западную, Южную, Приднепровскую дороги в адрес Донецкой.

По данным анализа (август 1992 г.) Львовская дорога грузит в среднем в сутки 2409 полувагонов, в том числе на Донецкую - 21.2, Приднепровскую - 77.9, что составляет соответственно только 0,88% и 3,2% погрузки дороги. При этом непосредственно на эти дороги отгрузка сухогрузов в 2.7 раза превышает занятие полувагонов, следующих на Донецкую дорогу, и в 2.1 раза - на Приднепровскую. Юго-Западная дорога также отправляет грузы в полувагонах в незначительном объеме на Донецкую дорогу. По данным августа это составляет 797 ваг. или около 2% общего занятия. Погрузка на Приднепровскую возрастает до 3240 ваг. или на 10% по сравнению со Львовской железной дорогой. Южная дорога грузит на Донецкую дорогу 294 ваг. или 18%. Баланс порожних полувагонов по дорогам региона приведен в табл.4.

Эти данные свидетельствуют о имеющейся возможности осу-

ществлять большой объем перевозок в полувагонах на погрузочные дороги в порядке комплексной регулировки вагонных парков.

Таблица 4

## Баланс полувагонов по дорогам региона

Измеритель	Дорога					
	Львовская		Юго-Западная		Южная	
	месяц	сутки	месяц	сутки	месяц	сутки
Прием порожних	2960	33	67475	1456	62212	1490
Коэффициент вариации приема порожних	0,67	0,91	0,12	0,34	0,11	0,27
Прием груженых	86950	2898	169590	4677	191518	6178
Коэффициент вариации приема груженых	0,083	0,13	0,054	0,10	0,07	0,14
Сдача порожних	53107	1375	78043	2160	58213	1612
Коэффициент вариации сдачи порожних	0,104	0,17	0,094	0,28	0,15	0,29

Данные табл.4 свидетельствуют о существовании определенной стабильности количества сдаваемых полувагонов дорогами. Коэффициент вариации сдачи за месяц составляет величину 0,094...0,15. Среднесуточная сдача имеет большую вариабиль-

ность, причем, для Львовской дороги (0,17), она в 1,7 раза ниже, чем для Юго-Западной и Южной (0,28 и 0,29).

Прием порожних полувагонов дорогами различен, если дорога, образующая первый поток, т.е. Львовская, не получает практически порожних полувагонов (33 ваг. в среднем за сутки), то и коэффициент вариации приема порожних в месяц 0,67, а в сутки - 0,91.

Для "транзитных" дорог по пропуску порожних полувагонов, Юго-Западной и Южной, величина месячного приема изменяется незначительно (коэффициент вариации 0,12 и 0,11). Следует отметить, что суточные колебания приема порожних для этих дорог также невелики - коэффициент вариации, соответственно, составляет 0,34 и 0,27.

Анализ поступления порожних вагонов с Южной на стыковые пункты Донецкой дороги показывает, что количество сдаваемых полувагонов по месяцам неравномерно. Абсолютные величины сдачи полувагонов по стыку Лозовая - 0,7...1,2; по стыку Букине - 0,8...1,45.

Из рассматриваемых в работе дорожных стыков, на долю Букине приходится до 30% приема порожних полувагонов, на Лозовую - 20%.

Распределение сдачи порожних полувагонов (в %) по стыкам Донецкой дороги по периодам суток крайне неравномерно и приведено в табл.5 и на рис.7.

На работу стыков также оказывает влияние нестабильность плана поступления порожних полувагонов по месяцам года (табл.6). Аналогичное положение существует и по другим стыкам Донецкой дороги.

Таблица 5

Распределение сдачи порожних полувагонов (в %) по стыкам Донецкой дороги по периодам суток

Стык	Период суток, ч			
	18 00-0 0С	0.00-6.00	6.00-12.00	12.00- 18.00
Букине	7-9	26 - 30	17 - 21	45 -52
Лозовая	6-9	18 - 20	20 - 25	46 -56

Таблица 6

Поступление порожних полувагонов (в % к среднему) по месяцам года

Стык	Месяц 1992 г.												
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	12	
Букине	62	91	72	87	102	65	107	но	не	:	125	134	124
Лозовая	83	96	77	80	70	80	III	100	117	:	118	133	128

Как показывает анализ поступления порожних полувагонов по стыкам Букине и Лозовая крайне не ритмично. Так, в начале года оно ниже оптимального на 15...20%, а начиная с июля месяца увеличивается на 15...30%.

Прием порожних вагонов дорогой по периодам суток (в %) характеризуется данными приведенными в табл.7.

Поступление порожних полувагонов на  
Донецкую железную дорогу

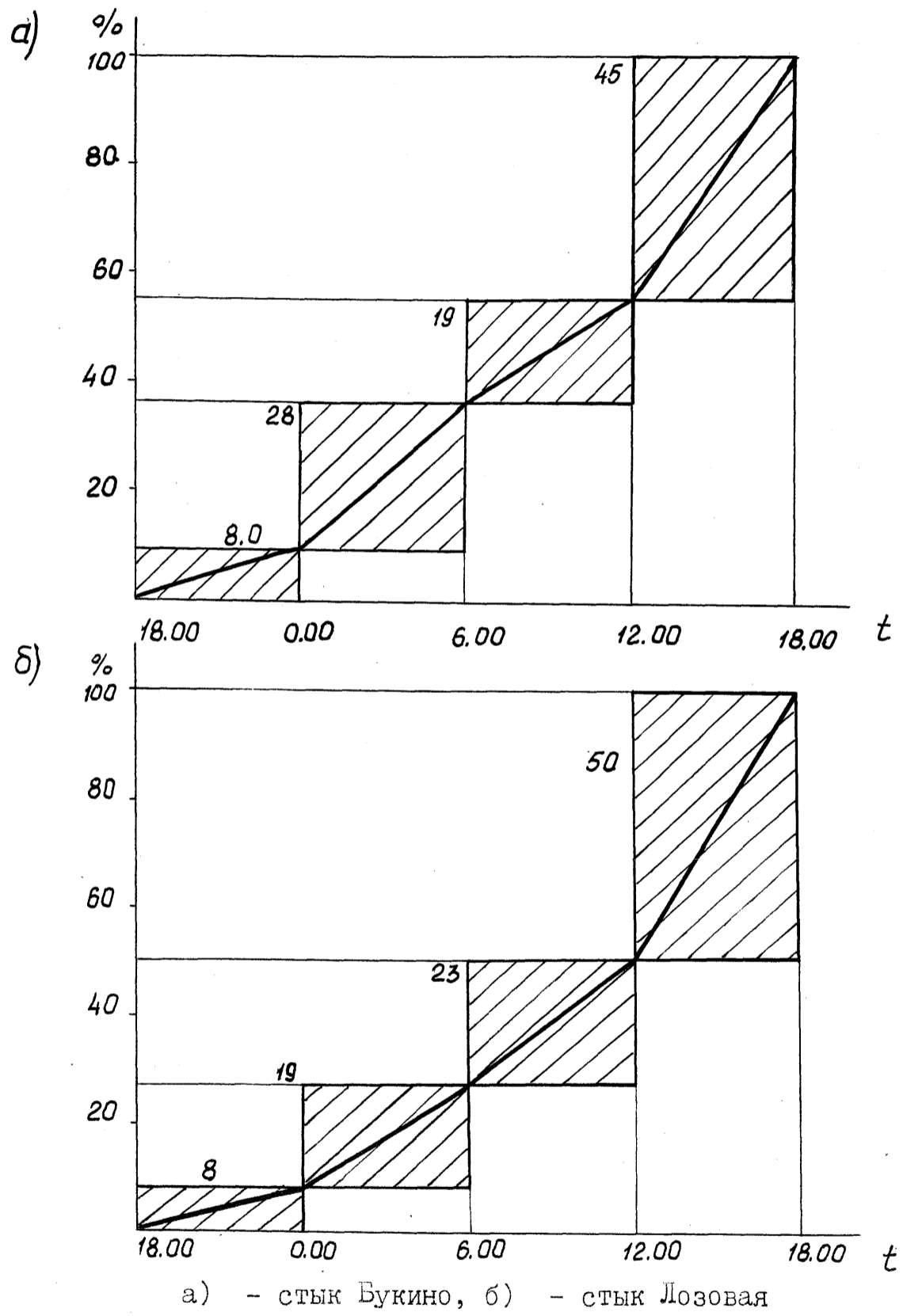


Рис. 7

Таблица 7

Прием порожних вагонов по периодам суток, в %

Период суток	18.00-0.00	0.00-6.00	6.00-12.00	0 12.00-18.00
В				
от среднего				
поступления	20	68	108	201
Коэффициент				
вариации	0,23	0,16	0,11	0,106

Данные (табл.5,6,7) свидетельствуют об установившейся постоянной аритмии в работе стыков с порожними полувагонами по периодам суток.

На рис.8 и 9 приведены графики зависимости величины приема порожних полувагонов Донецкой дорогой от периода суток. Корреляционная зависимость  $U^{\wedge} = f(t_{\text{сут}})$  имеет вид:

$$\text{для пор данных января} \quad U = 9,53t + 11,64t^2 + 314,75; \quad (12)$$

$$\text{для пор данных марта} \quad U = 10,67t + 12,82t^2 + 452,74. \quad (13)$$

Средний прием порожних полувагонов Донецкой дорогой по периодам суток приведен в табл.8.

Итоговые данные по приему и сдаче порожних полувагонов показывают (табл.9), что на полигоне имеется суммарный прирост вагонопотока 679531 ваг. за год или в среднем за сутки 1861,7 ваг, который образуется как за счет поступающих извне вагонов,

Прием порожних вагонов Донецкой  
железной дорогой, январь 1992 г

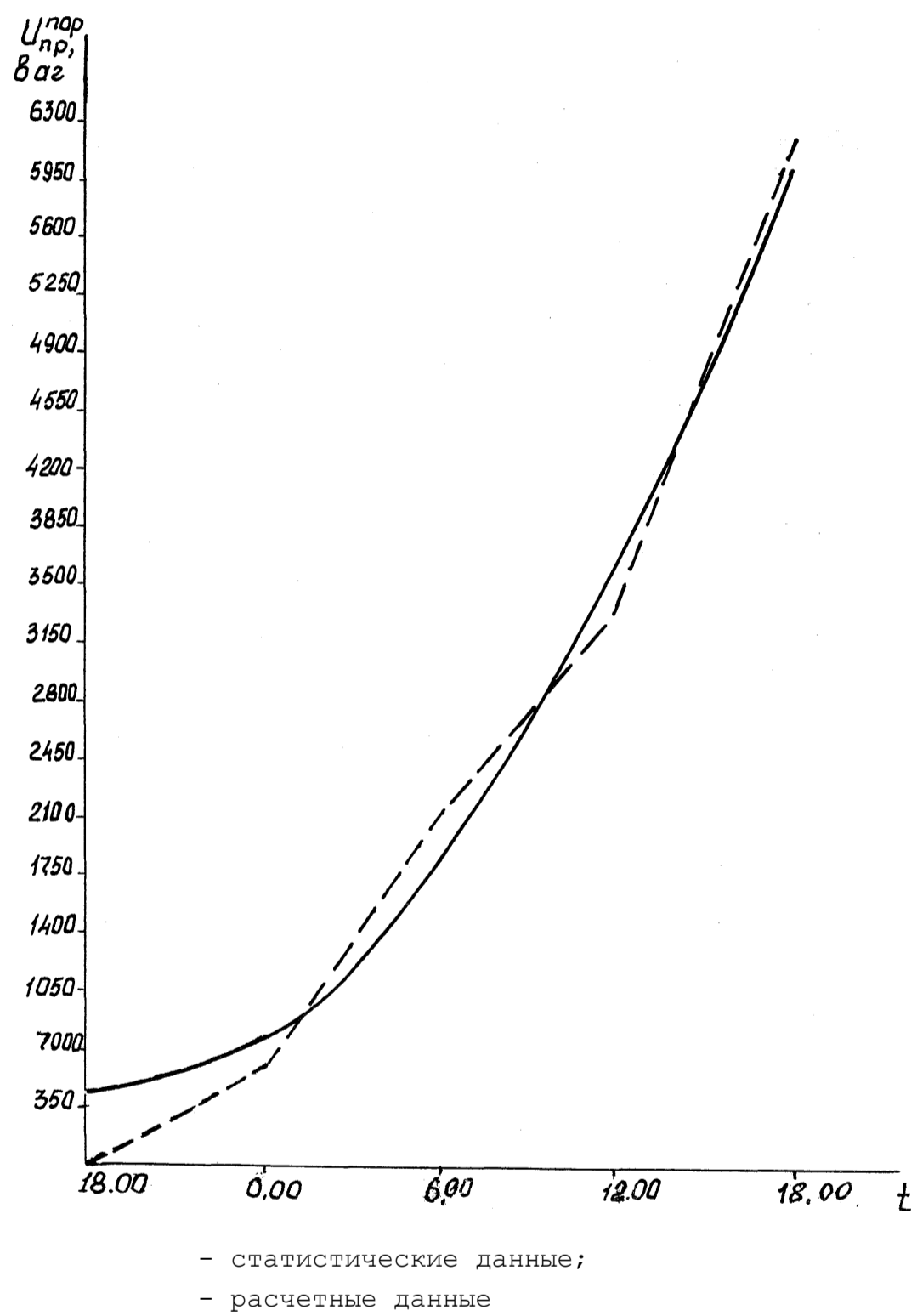


Рис. 8

Прием порожних вагонов Донецкой  
железной дорогой, март 1992 г.

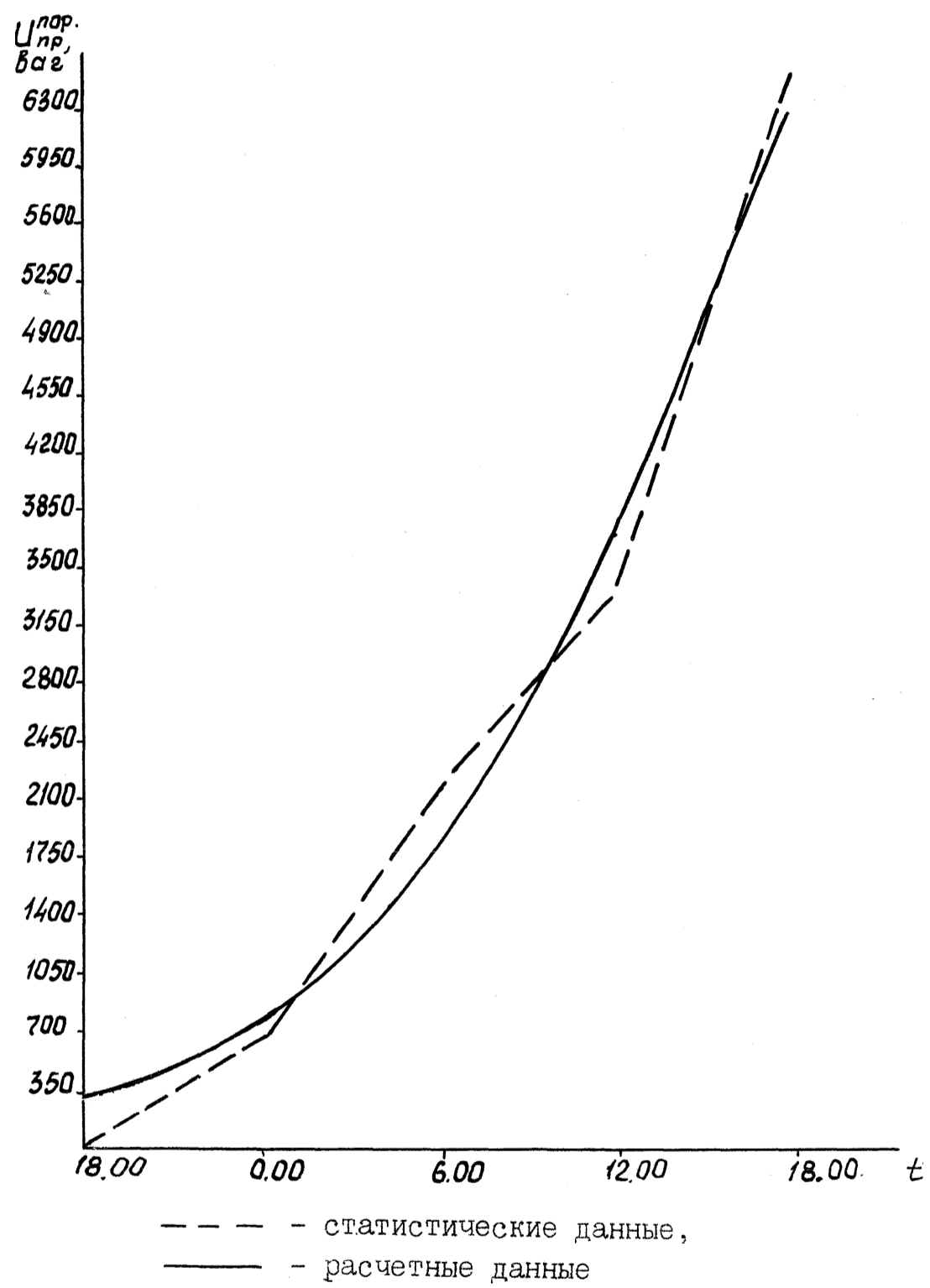


Рис. 9

так и за счет зарождения порожних потоков на Львовской и Юго-Западной дорогах.

Таблица 8

Прием порожних полувагонов Донецкой  
дорогой по периодам суток

Месяц	0.00-6.00		6.00-12.00		12.00-18.00		18.00-24.00	
	ваг.	% ваг.	%	ваг.	% ваг.	%		
1992 г.								
Январь	634	10	2109	23	3332	19	6180	48
Март	647	10	2175	23	3341	18	6406	49

Таблица 9

Прием и сдача порожних полувагонов  
по дорогам полигона

Дороги полигона	В среднем за сутки					
	Прием	Сдача	Прирост	Прием	Сдача	Прирост
Львовская	35549	637022	601473	97,4	1745,3	1647,9
Юто-Зап.	809727	936499	126772	2218,4	2565,7	347,3
Южная	747305	698591	-48714	2047,4	1913,9	-133,5
Итого	1592581	2272112	679531	4363,2	6224,9	1861,7

Образование потоков порожних полувагонов за счет поступления их извне и с дорог Украины за 1992 г. приведено в табл. 10.

Распределение образовавшегося потока вагонов по дорогам Украины за 1992 г. приведено в табл. II.

Таблица 10

Образование потока порожних полувагонов за счет  
поступления их извне и с дорог Украины

Дорога	За год	За сутки	% к итогу
Белорусская	80164	219,6	8,02
Московская	22252	61,0	2,22
Юго-Восточная	164672	451,2	16,47
Итого извне	267088	731,8	26,71
-----	-----	-----	-----
Приднепровская	4615	12,6	0,46
Львовская	601473	1647,8	60,15
Юго-Западная	126722	347,3	12,68
Итого по Украине	732810	2007,7	73,29
-----	-----	-----	-----
Всего	999898	2739,5	100,00

Таблица II

Распределение образовавшегося потока вагонов  
по дорогам Украины за 1992 год

Дорога	За год	За сутки	% к итогу
Южная	48714	133,4	4,87
Одесская	298212	817,0	90,82
Донецкая	653022	1789,1	65,31
Итого	999898	2739,5	100,00

Таким образом, основная доля общего порожнего вагонопотока зарождается на Львовской дороге (60,15%) и передается на Донецкую дорогу (65,31%),

Прирост потока и его потребление другими дорогами по отношению к рассматриваемому полигону характеризуется наличием встречных междудорожных передач. Так, Юго-Западная сдавала на Московскую 5,26% образовавшегося потока, из которых 0,68% возвращалось обратно на Юго-Западную, а 7,22% поступало на Южную с Московской, с которых 0,42% возвращалось обратно. В конечном итоге на дороги полигона с Московской поступало в среднем за сутки (табл.10) 61 ваг. или 2,22% общего потока. Аналогичный обмен порожними вагонами осуществляется между Юго-Западной, Южной и Приднепровской дорогами. Следовательно, поток между Львовской и Донецкой дорогами в наибольшей мере соответствовал количественно по зарождению (1647,8 ваг.) и потреблению (1789,1 ваг.) в сутки. С учетом сложившихся междудорожных связей этот поток следует устойчиво обеспечить сдачей со Львовской на Одесскую дорогу, т.е. пропуском через Юго-Западную, приемом Южной и Юго-Западной, Одесской дорогами с последующей передачей на Донецкую.

#### 2.4. Распределение скоростей движения порожних полувагонов

Неравномерная сдача порожних полувагонов по междудорожным стыковым пунктам в течение суток подтверждается анализом пропуска маршрутов из порожних полувагонов по предстыковым участкам.

Анализ показал, что почасовое движение маршрутов не ста-

Таблица 12

Распределение частот следования маршрутов из порожних полувагонов по участкам в зависимости от времени отправления, в среднем за сутки (1992 г.)

Время суток	Львов-Здолбунов		Здолбунов-Мироновка		Дарница-Гребенка		Основа-Букино	
	Число поезд.	Частость	Число поезд.	Частость	Число поезд.	Частость	Число поезд.	Частость
I	2	3	4	5	6	7	8	9
18	—	—	—	—	—	—	—	—
19	1	0,0041	12	0,1071	—	—	1	0,0143
20	1	0,0041	5	0,0446	—	—	2	0,0286
21	4	0,0116	4	0,0357	—	—	—	—
22	5	0,0207	6	0,0536	1	0,0151	2	0,0286
23	4	0,0166	4	0,0357	1	0,0151	5	0,0714
0	8	0,0332	4	0,0357	1	0,0151	—	—
1	5	0,0207	1	0,0089	—	0,0151	1	0,0143
2	11	0,0456	—	—	7	0,1060	8	0,1142

Продолжение табл.12

I	2	3	4	5	6	7	8	9
3	9	0,0373	6	0,0536	1	0,0151	2	0,0286
4	6	0,0249	7	0,0625	4	0,0606	2	0,0286
5	10	0,0415	5	0,0446	4	0,0606	1	0,0143
6	14	0,0581	9	0,0803	3	0,0754	3	0,0429
7	9	0,0373	6	0,0536	4	0,0606		0,0143
8	10	0,0415	3	0,0268	2	0,0303	6	0,0857
9	5	0,0207	6	0,0536	5	0,0757	2	0,0286
10	10	0,0415	10	0,0893	3	0,0454	1	0,0143
11	15	0,0622	15	0,1339	1	0,0151	4	0,0571
12	25	0,1037	9	0,0803	2	0,0303	4	0,0571
13	27	0,1120	—		7	0,1060	3	0,0429
14	25	0,1037	—	—	7	0,1060	4	0,0571
15	28	0,1162	—	—	12	0,1818	5	0,0714
16	5	0,0207	—	—	—	—	13	0,1857
17	4	0,0166	—	—	—	—	—	—
18		—	—			—	—	

Таблица 13

Распределение частотей следования маршрутов из порожних полувагонов по участкам (в зависимости от скорости проследования) в 1992 г., в среднем за сутки

Скорость	Львов-Здолбунов		Здолбунов-Мироновка		Дарница-Гребенка		Основа-Букино	
	Число поездов	Частость	Число поездов	Частость	Число поездов	Частость	Число поездов	Частость
67,5	1	0,0041	1	0,0089	4	0,0606	5	0,0714
62,5	9	0,0373	10	0,0893	24	0,3636	6	0,0857
57,5	17	0,0705	27	0,2411	10	0,1515	12	0,1715
52,5	25	0,1037	17	0,1518	9	0,1363	6	0,0857
47,5	101	0,4192	32	0,2857	14	0,2122	24	0,3428
42,5	58	0,2407	21	0,1875	3	0,0454	16	0,2286
37,5	22	0,0913	3	0,0268	2	0,0303	1	0,0143
32,5	4	0,0166	1	—	—	—	—	—
27,5	2	0,0083	—	—	—	—	—	—
22,5	2	0,0083	—	—	—	—	—	—
Итого	241	1,0000	112	1,0000	66	1,0000	70	1,0000

Таблица 14

Скорости продвижения маршрутов из порожних полувагонов  
на предстыковых участках дорог Украины

Обследуемый период	Наименование участка	Протяженность, км	Скорость следования маршрутов, км/ч		
			Минимальн.	Максимальн.	Средняя
I	2	3	4	5	6
1990 г.	Львов-Здолбунов	199	22,5	67,5	45,54
	Здолбун.-Миронов.	416	37,5	72,5	52,59
	Дарница-Гребенка	134	32,5	67,5	52,42
	Основа-Букино	140	37,5	67,5	49,82

Продолжение табл.14

I	9	3	4	5	6
1991 г.	Львов-Здолбунов	199	22,5	62,5	40,46
	Здолбун.-Миронов.	416	32,5	67,5	49,82
	Дарница-Гребенка	134	27,5	72,5	51,78
	Основа-Букино	140	37,5	67,5	52,35
1992 г.	Львов-Здолбунов	199	22,5	67,5	44,71
	Здолбун.-Миронов.	416	42,5	77,5	54,17
	Дарница-Гребенка	134	32,5	67,5	55,52
	Основа-Букино	140	27,5	67,5	58,44

Распределение частоты отправления и скорости проследования маршрутами из порожних полувагонов за отчетные сутки по участку Львов-Здолбунов

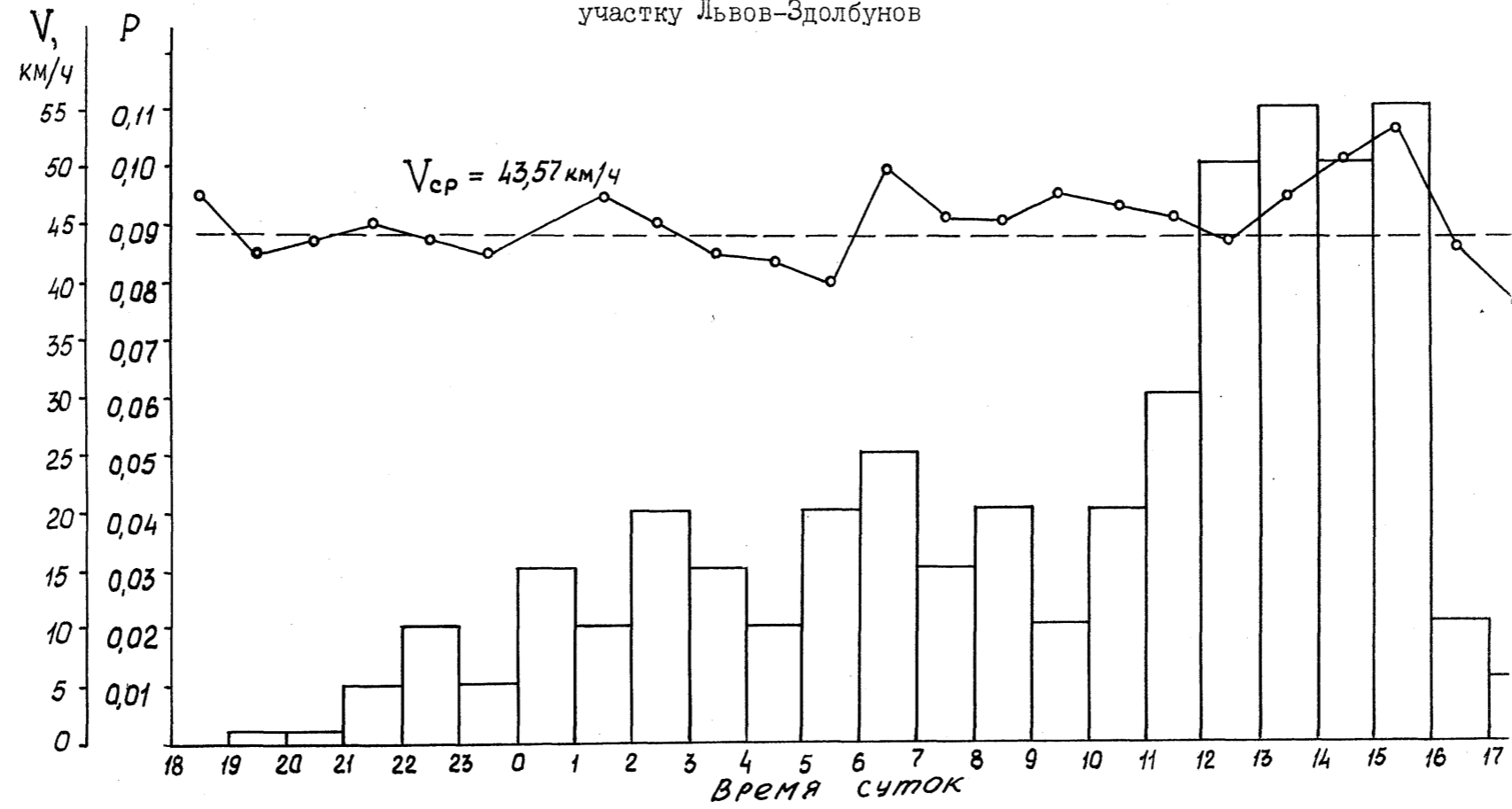


Рис. Ю

Распределение частоты отправления и скорости проследования маршрутами из порожних полувагонов за отчетные сутки по участку Здолбунов-Мироновка



Рис. II

Распределение частоты отправления и скорости проследования маршрутами из порожних полувагонов за отчетные сутки по участку Дарница-Гребенка

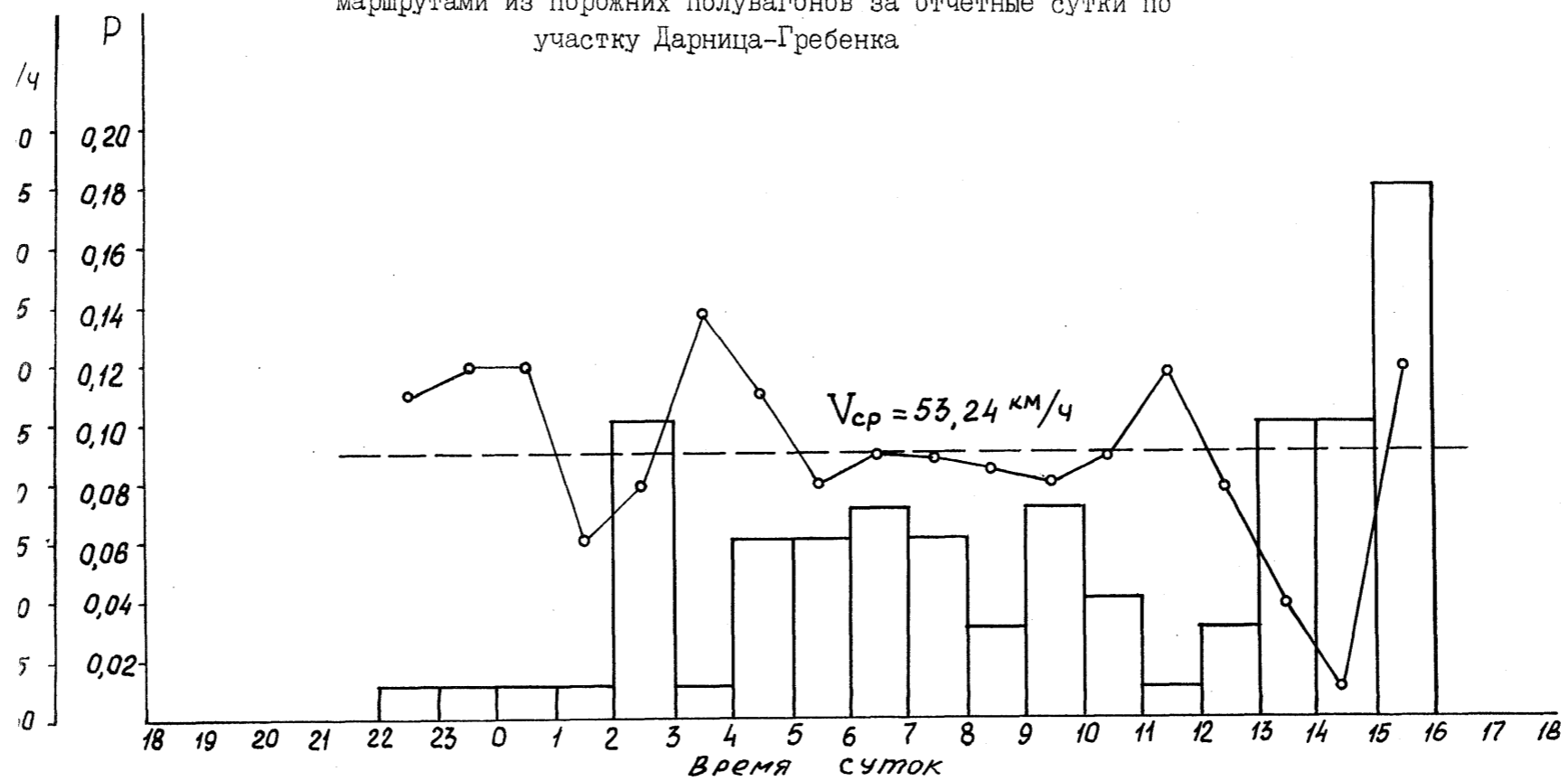


Рис. 12

Распределение частоты отправления и скорости  
 проследования  
 маршрутами из порожних полувагонов за отчетные сутки по

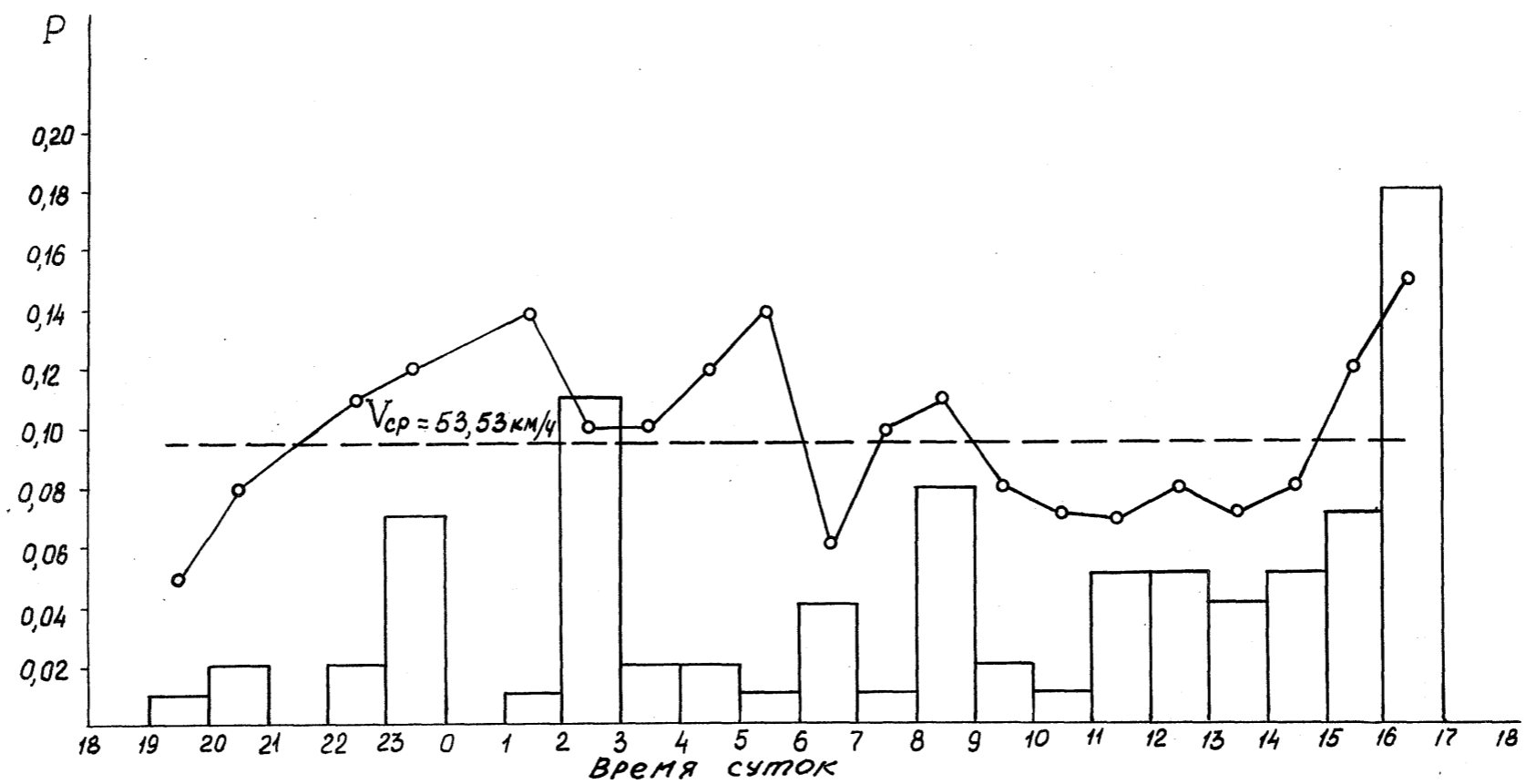


Рис. 13

Сильное, более 40% порожних маршрутов передается в период с II до 15 ч, т.е. в период предшествующий отчетному часу.

Установлено также, что скорости продвижения маршрутов различные по периодам суток. Так, при среднем времени нахождения на участке 4,5 ч сдаточные маршруты с II до 15 ч проследуют этот участок за 3,35 ч, т.е. на 1,15 ч быстрее. По различным причинам разброс скоростей маршрутов составляет от 20 до 70 км/ч, поскольку до 40% маршрутов следует со скоростью 40 км/ч, а 20% маршрутов имеет скорость 50...70 км/ч.

Установлено также, что отдельные маршруты поступающие последними на сдачу "реализуют" маршрутную скорость до 80 км/ч. На Донецкой дороге, после их сдачи, фактическое продвижение порожних составов по сравнению с графиком замедляется от 0,2 до 0,7 ч. Следующие по Донецкой дороге 80% поездов из порожних полувагонов имеют стоянки не предусмотренные графиком. Основными причинами остановок являются также пропуск пассажирских поездов, сгущение поступления порожних составов и, как следствие, отсутствие резерва пропускной способности в данный период времени.

Анализ распределения частот следования маршрутов из порожних полувагонов по участкам дорог Украины в зависимости от времени отправления и скорости проследования, а также скорости продвижения маршрутов на предстыковых участках приведены в табл.12,13,14 и на рис.10,II,12,13.

Таким образом, результаты анализа пропуска маршрутов из порожних полувагонов по предстыковым участкам показывают, что для всех исследуемых участков характерным является нерегулярное отправление маршрутов по часам суток, сгущение отправления маршрутов в последние часы суток, значительное колебание ско-

рости продвижения маршрутов по участкам, нестабильность поступления порожних полувагонов по месяцам. Все эти факторы усиливают неритмичность снабжения порожними полувагонами углепогрузочной Донецкой дороги /23/.

Исследования образования погрузочных ресурсов в регионах массовой погрузки каменного угля позволили сделать следующие выводы:

1. В современных условиях развития экономики Украины большое значение приобретает совершенствование транспортного обслуживания предприятий топливно-энергетического комплекса путем повышения уровня эксплуатационной работы. В комплексе "производство-транспорт-потребление" особое внимание должно быть уделено вопросу своевременного и качественного обеспечения пунктов погрузки угля технически исправным подвижным составом.

2. Исследование источников образования погрузочных ресурсов на дорогах выявило ряд особенностей, отрицательно сказывающихся на надежности обеспечения погрузки твердого топлива, прежде всего из-за неритмичности подвода вагонов, отклонений от установленного плана, наличия в порожняковых составах до 37% полувагонов, непригодных под погрузку угля.

3. Анализ продвижения порожних полувагонов по дорогам Украины и поступления их по внешним стыкам на Донецкую дорогу показывает, что количество сдаваемых вагонов неравномерно по периодам суток. Так в начальные периоды суток оно колеблется от 10 до 23%, а в последней четверти суток доходит до 48-50%. Это отрицательно сказывается на ритмичности работы углепогрузочных районов и дороги в целом.

4. Для повышения надежности транспортного обслуживания

топливного комплекса Украины, ритмичного и своевременного обеспечения погрузки угля на Донецкой дороге необходимо иметь не-  
снижаемый запас порожних полувагонов, предназначенный для сведения к минимуму дефицита погрузочных ресурсов.

### 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИ БУНКЕРНОЙ И БЕЗБУНКЕРНОЙ ПОГРУЗКЕ УГЛЯ НА НЕСКОЛЬКИХ ШАХТАХ

#### 3.1. Факторы, влияющие на простой вагонов при погрузке угля

Простой вагонов на грузовых станциях зависит от следующих основных факторов:

способа организации местной работы на прилегающих участках, а именно, организации подвода вагонов на станцию погрузки и выгрузки целыми составами или группами;

то же, по расписанию или без соблюдения расписания;

организации отправления вагонов со станций погрузки и выгрузки либо группами, либо целыми маршрутами;

способа маневрового обслуживания пунктов погрузки;

наличия независимых друг от друга фронтов погрузки и выгрузки;

числа и вместимости погрузочно-выгрузочных путей;

емкости складов;

наличия средств механизации процессов погрузки и выгрузки, их производительности /52/, /53/.

Время на погрузку группы вагонов  $T_{\text{б}}$ , ч, зависит от их количества в этой группе  $\text{ш}$ , часовой производительности пункта погрузки  $q_{\text{погр}}$ , т/ч, времени, необходимого на производство профилактического ремонта подъемных и других машин  $\text{цр}^{\text{л}}$ , и составит

$$T_{\text{x}} = 24 - t \quad (14)$$



Как правило, одна станция примыкания обслуживает несколько шахт, имеющих разную емкость и производительность бункеров, а также разные марки отгружаемых углей. Вагоны под погрузку в каждой шахте следует подавать по расписанию, согласованному угольным объединением с отделением дороги, на которое возложено решение вопросов рациональных сроков подачи вагонов под погрузку угля.

На практике, в силу ряда причин, эти договорные условия часто нарушаются, что приводит к необходимости оперативного распределения порожних вагонов, прибывших с нарушением расписания, между пунктами погрузки.

При полном заполнении бункеров углем и наличии к этому времени достаточного количества порожних вагонов вопрос загрузки решается просто. Другое дело, когда после окончания погрузки предыдущей группы порожние вагоны появились лишь через некоторое время. В этом случае вопрос рационального распределения порожних вагонов между шахтами и рационального выбора времени начала очередной погрузки должен решаться в зависимости от степени заполнения бункеров. Одновременно должно предусматриваться условие, чтобы в бункере к моменту окончания погрузки последнего вагона из поданной группы практически был нулевой остаток угля /6/.

В исследованиях Н.Е.Борового /7/, /8/, /II/ Р.В.Межовой, В.П.Шулько /42/, /43/ графическое представление о начале погрузки (рис.14) устанавливается в точке "А", получаемой при откладывании от точки "С", фиксирующей момент окончания погрузки, прямого отрезка влево.

Такое определение времени начала погрузки нельзя считать точным. Необходимо более точное и практически приемлемое опре-

деление момента начала погрузки в зависимости от наличия порожних вагонов на станции примыкания и степени заполнения углем бункеров на шахтах.

Определение времени начала погрузки  
поданной группы

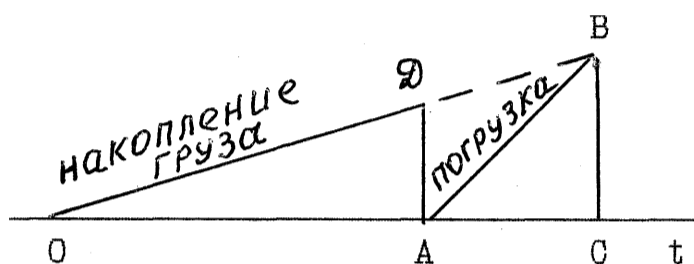


Рис. 14

Для решения этой задачи рассмотрим предварительно затраты времени на погрузку отдельно взятой группы вагонов. При этом учитываем, что в группе может быть один-два вагона до полного образования состава отправительского маршрута  $t$ . Общие затраты времени на погрузку любой группы вагонов  $t$  складываются из времени, необходимого на подачу вагонов  $t_{но}$  со станции примыкания под бункера, времени на погрузку  $t_{ногр}$  времени на уборку вагонов из-под бункеров и выставку их на станцию примыкания  $t_{уб}$ , т.е.

$$t = t_{но} + t_{ногр} + t_{уб} \quad (17)$$

Практически подача вагонов под погрузку производится в несколько приемов, так как количество подач и число вагонов в каждой подаче зависит от суточной производительности шахты, емкости бункеров, вместимости погрузочного фронта, наличия по-

рожних вагонов и др. Так как количество вагонов в подаваемой группе может быть от 1 до  $t$ , и они имеют различную грузо-подъемность, то время на погрузку одного и того же количества вагонов в каждой группе будет различным. Следовательно, второй элемент выражения (17) составит

$$t^m \cdot C_T \cdot \text{ПОГР} \cdot \text{Чпогр} \cdot \quad (18)$$

Там, где под бункерами установлены вагонные весы, дополнительного времени на взвешивание и дозировку вагонов не требуется, так как эти операции выполняются в процессе погрузки. Если же вагонных весов нет, то взвешивание и дозировка вагонов производятся на углесборочной станции или на станции примыкания.

Как правило, весовые пути имеют ограниченную вместимость, поэтому, помимо взвешивания и дозировки, возникают дополнительные затраты времени на деление погруженной группы вагонов на части по вместимости весового пути, подачу этих групп на весы и уборку с них.

Время  $t$  зависит от количества вагонов, подлежащих взвешиванию и дозировке, числа перестановок на весы и с них, производительности устройств, применяемых при дозировке и составляет

$$t_{\text{под}} \sim \frac{I}{V_{\text{ЗВ}}} + \frac{I}{V_{\text{ЗВ}}} + t_{\text{пер}} + K_{\text{од}}^* \cdot \frac{I}{V_{\text{ЗВ}}}$$

где  $K_{\text{од}}^*$  - количество подач по первому пункту погрузки;

$t_{\text{под}}' \cdot V_{\text{ЗВ}}' \cdot t_{\text{пер}} \sim \text{«Время»}$  затрачиваемое на подачу, взве-

шивание и перестановку, соответственно, по первому пункту погрузки.

Затраты времени на взвешивание и дозировку исчисляются в зависимости от местных условий (механизации и автоматизации дозировки) .

В результате время на погрузку группы вагонов в одном пункте можно установить

$$t = t + t + t + t \dots \quad (20)$$

Если прибывший на станцию состав вагонов перед подачей делится на части на несколько шахт, то для каждого в отдельности пункта погрузки выражение (20) будет справедливо.

Однако, общее время на погрузку всего состава будет зависеть от числа пунктов погрузки, количества локомотивов, работающих на подаче и уборке групп вагонов по пунктам погрузки, расстояния от станции примыкания до пункта погрузки.

При подаче вагонов под погрузку нескольким шахтам создается необходимость в дополнительной подборке вагонов, так как из-за негабаритности бункеров не все пункты могут грузить восьмьюосные вагоны.

В этих случаях время на погрузку группы вагонов составит

$$t = \frac{t}{\text{гр тг}} E + t + \frac{m \cdot q^{\circ} \cdot P}{\text{под } Q \cdot \wedge \text{погн}} + K \left( \frac{t + t + t}{\text{под}^4 \text{ под взв пер}'} \right) + \dots \quad (21)$$

(K. - 1) t. + t.,  
4 пол' заезл вб -

где K - число пунктов погрузки;

$\hat{\text{сорт}} \sim \text{время сортировки, приходящееся на подачу, мин.}$

Это выражение соответствует тому условию, когда погрузка производится последовательно на одном пути.

При наличии под бункерами двух и более погрузочных путей возможна погрузка двух и более вагонов одновременно. В этом случае возникают дополнительные затраты времени на расстановку вагонов на подбункерных путях погрузки и соединение групп вагонов погруженных на разных путях. Однако, чистое время погрузки поданной группы вагонов будет меньше в два или более раз в зависимости от числа погрузочных путей и одновременно загружаемых вагонов.

Обслуживание шахт может производиться одним или несколькими локомотивами. При наличии нескольких шахт, обслуживаемых одним локомотивом, подача групп вагонов под погрузку производится поочередно.

Общее время, затраченное на подачу всего состава порожних вагонов к пунктам погрузки, будет больше на величину, зависящую от числа шахт и перегонных времен хода. В этих случаях общее время погрузки всего состава определится по лимитирующему пункту погрузки, где время погрузки поданной группы вагонов будет наибольшим. На эту шахту порожние вагоны следует подавать в первую очередь.

Уборку вагонов с пунктов погрузки следует производить в той же последовательности, начиная с пункта, где окончена погрузка. При одновременном окончании погрузки на двух и более шахтах, уборку вагонов необходимо производить в первую очередь с той шахты, где затраты вагоно-часов ожидания уборки будут большими по сравнению с другими пунктами погрузки. Таким обра-

зом, время нахождения вагонов под грузовыми операциями составит

$$t_{\text{п}}^{\text{г}} = t_{\text{с}} + st + st + \frac{\text{погр}}{\text{сорт под рас д}} + st + t + st \quad (22) \quad \text{соед взв уб}$$

где  $t_{\text{п}}^{\text{г}} \sim \hat{m}$  - число погрузочных путей;

$t_{\text{с}}$  - время погрузки вагонов на лимитирующей шахте;

$t_{\text{сорт}}$  - среднее время сортировки, которое находится путем суммирования всех операций на сортировку вагонов по грузовым фронтам и делением на их количество.

Следовательно, при обслуживании группы шахт одним локомотивом неизбежен простой порожних вагонов в ожидании подачи под погрузку и, кроме того, возможен также простой груженых вагонов на шахтах после окончания погрузки. При этом первая группа порожних вагонов простаивая в ожидании подачи иметь не будет.

Вагоно-часы простоя в ожидании подачи составят:

для второй группы вагонов -

$$t_{\text{ож}}^2 = (t_{\text{с}} + t_{\text{сорт}} + t_{\text{с}}) m^2; \quad (23)$$

для третьей группы вагонов -

$$m^3 t_{\text{ож}}^3 = (t_{\text{с}} + t_{\text{сорт}} + t_{\text{с}}) m^3 +$$

$$+ (t_{\text{с}} + t_{\text{сорт}} + t_{\text{с}}) m^2 \quad (24)$$

И т. д.,

где  $m^1, m^2, m^3, \dots, m^k$  - количество вагонов в каждой группе;

$t_{\text{возв лок}}$  - время следования локомотива в обратном

направлении за следующей группой вагонов.

Имеется ввиду, что фронт погрузки перед подачей порожних вагонов был свободен от подвижного состава, а при наличии одного погрузочного пути, элемент  $t_{\text{раст}}$  отсутствует.

Если элементы  $t_1, t_2, \dots, t_n$  для упрощения  
под'раст'возв.лок<sup>1</sup>

$$t_{\text{ож}}^{\text{под}} = (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n) \quad (25)$$

где  $t_{\text{ож}}^{\text{под}}$  ~ время на производство всех операций по подаче;

от 1 до n - порядковый номер группы порожних вагонов.

В случае, когда ко времени подачи порожних вагонов, на пункте погрузки будут иметься груженные вагоны, то в элемент входит все время, которое затрачено на необходимые маневровые передвижения по уборке и перестановке вагонов.

Время ожидания уборки груженных вагонов  $t_{\text{ож гр}}$  в случае, когда шахты окончат погрузку одновременно, может быть определено аналогично выражению (25). Следует иметь ввиду, что порожние вагоны должны подаваться еще и в такой последовательности, чтобы окончание их погрузки было в разное время, хотя выполнение такого требования, в свою очередь, зависит от мощности шахты, числа погрузочных путей и взаимного расположения шахт.

При обслуживании группы шахт несколькими локомотивами время ожидания порожними вагонами, от момента их готовности до подачи, может быть полностью исключено, если каждую шахту обслуживает отдельный локомотив /1/, /2/.

При обслуживании одним локомотивом двух-трех шахт, время простоя порожних вагонов будет подчиняться выражению (25), хотя общий простой всего состава порожних в ожидании подачи будет

меньше во столько раз, сколько будет локомотивов.

Исходя из этого, предлагается развернутая формула затрат времени на погрузку группы вагонов на одном пункте погрузки

$$\begin{aligned}
 \text{Ил.} \quad t = & \left( t_{\text{ож пол расст}} \cdot st^n + st + st \cdot \frac{\text{огр}}{\text{тногр}} + \right. \\
 & \left. \frac{K + st + st \cdot \pi}{\text{соед взв} \cdot \text{уб}} \right) \cdot \text{выст' гр} \cdot \pi_i \cdot v' \quad (26)
 \end{aligned}$$

### 3.2. Методика установления оптимальных сроков погрузки угля в зависимости от степени заполнения бункеров

Простой вагонов под погрузкой в основном зависит от степени заполнения бункера к моменту подачи вагонов, часовой производительности пункта погрузки и темпа поступления угля в бункер»

Рассмотрим случай, когда на углепогрузочной станции имеется всего одна шахта и к ней подана одновременно вся ее суточная норма вагонов. Среднесуточная производительность шахт Донбасса в среднем составляет 990 т, а средняя емкость бункера - 600 т. Вместимость погрузочного пути в расчете принята равной 16 ваг. Если подача вагонов под погрузку осуществляется без соблюдения периодов подач, то будут иметь место три случая: отсутствие угля в бункере;

различная степень заполнения бункера;

полное заполнение бункера.

Зная среднесуточную добычу шахты без учета  $K_{\text{ст}} \text{---}$  и принимая статическую загрузку вагона равной 66 т, определим, что за сутки можно погрузить 15 ваг.

$$m = \frac{Q_{\text{сyT}}}{Q^{\text{TM}} 66} = \frac{990}{66} = 15 \text{ вар.} \quad (27)$$

В первом случае, т.е. при отсутствии угля в бункере, простой вагонов будет наибольшим, так как погрузка осуществляется из текущей добычи. Часовая производительность пункта погрузки  $Q_{\text{погр}}$  в этом случае будет равна часовой производительности шахты, т.е. за час работы шахты из текущей добычи можно загрузить в вагоны 45 т.

$$Q_{\text{погр Траб}} = \frac{Q_{\text{сyT}}}{22,0} = \frac{990}{22,0} = 45 \text{ т.} \quad (28)$$

Тогда группа из 15 ваг. будет погружена за 22,0 ч.

$$t = \frac{m \cdot q_{\text{сT}}}{q_{\text{чтогр}}} = \frac{15 \cdot 66}{45} = 22,0 \text{ ч.} \quad (29)$$

В первом случае имеет место максимальный простой вагонов, но полностью отсутствуют потери – тонно-часы накопления груза в бункере, а процесс накопления заканчивается в момент окончания погрузки последнего вагона поданной группы (рис.15).

Площадь треугольника ОАО выражает количество загруженных тонн угля из текущей добычи шахты за время  $t$ . Во втором случае, когда в бункере будет предварительно от 10% (60 т) до 100% (600 т), то при каждом изначальном случае простой порожних вагонов в ожидании погрузки будет различным. Так, при заполнении бункера на 10%, т.е. в бункере к моменту подачи вагонов будет 60 т угля, а шахта продолжает работать до наступления момента, когда погрузка осуществляется только из текущей добычи, будет отгружено не 60 т, а больше.

Зависимость времени загрузки группы порожних вагонов углем от текущей добычи шахты

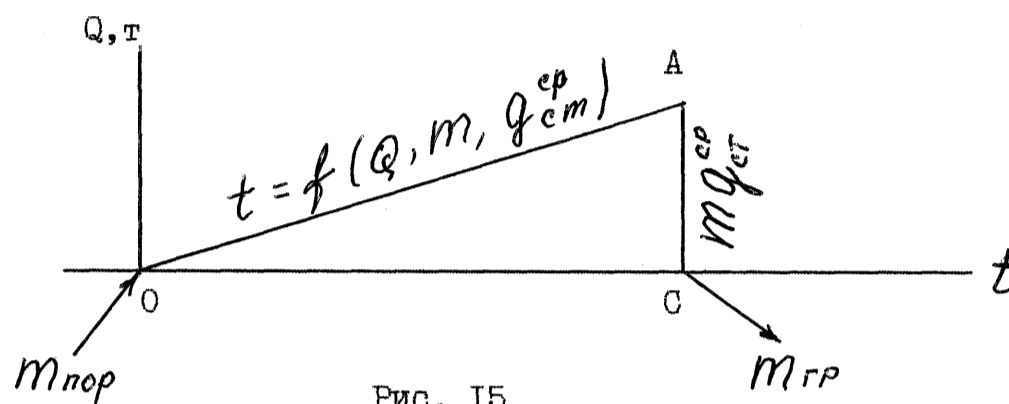


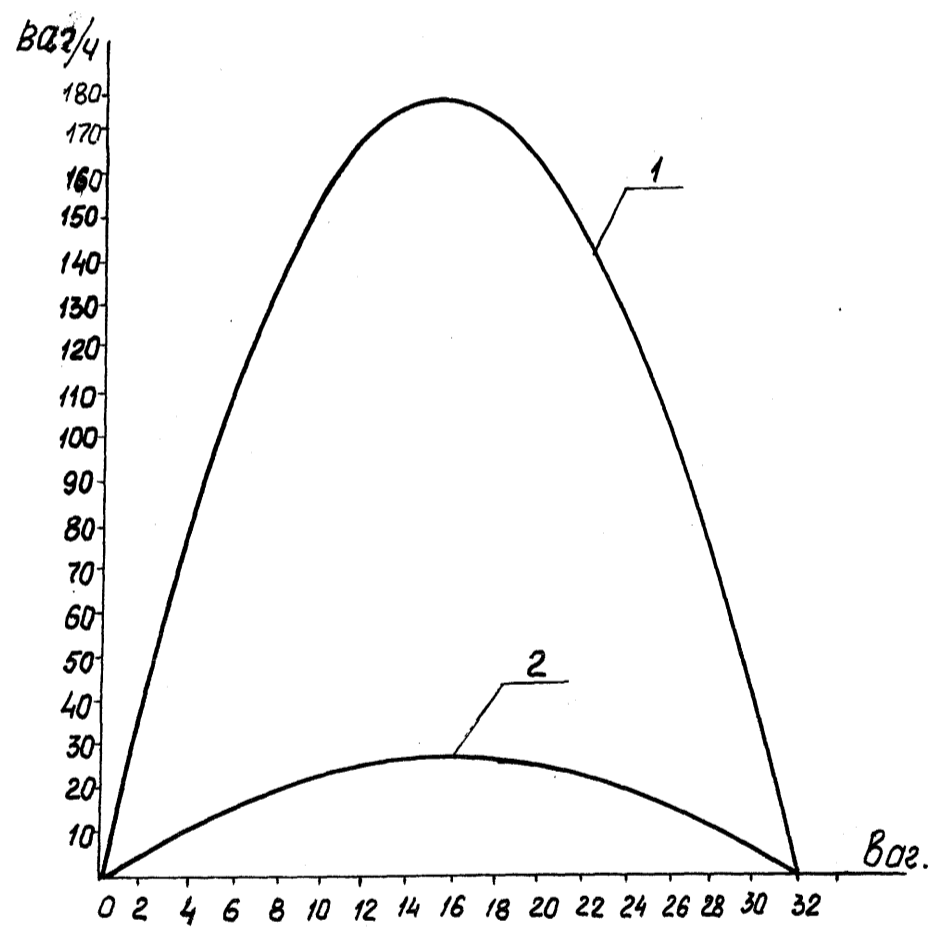
Рис. 15

Количество тонн угля поступающего в бункер за время отгрузки имеющегося запаса находится в прямой зависимости от часовой производительности шахты по выдаче угля в бункер и в обратной зависимости от производительности бункера. Затраты вагоно-часов в ожидании погрузки порожними полувагонами приведены на рис. 16, а затраты тонно-часов при погрузке угля в зависимости от степени предварительного заполнения бункера приведены на рис. 17. Как видно из рис. 16 и 17, затраты вагоно-часов и тонно-часов при текущей добыче значительно больше, чем при условии погрузки при максимальном заполнении бункера.

Время, затраченное на погрузку предварительного наличия угля с учетом текущей добычи, и количество тонн, которое может быть погружено за это время, определяются путем последовательного решения уравнений с одним неизвестным, сущность которых заключается в следующем.

Если обозначить общее время на погрузку группы вагонов через  $t$ , а доли времени, приходящиеся на погрузку имеющегося запаса в бункере с учетом текущей добычи, через  $t, t_j, t_g, \dots, t_n$ , то в общем виде получим

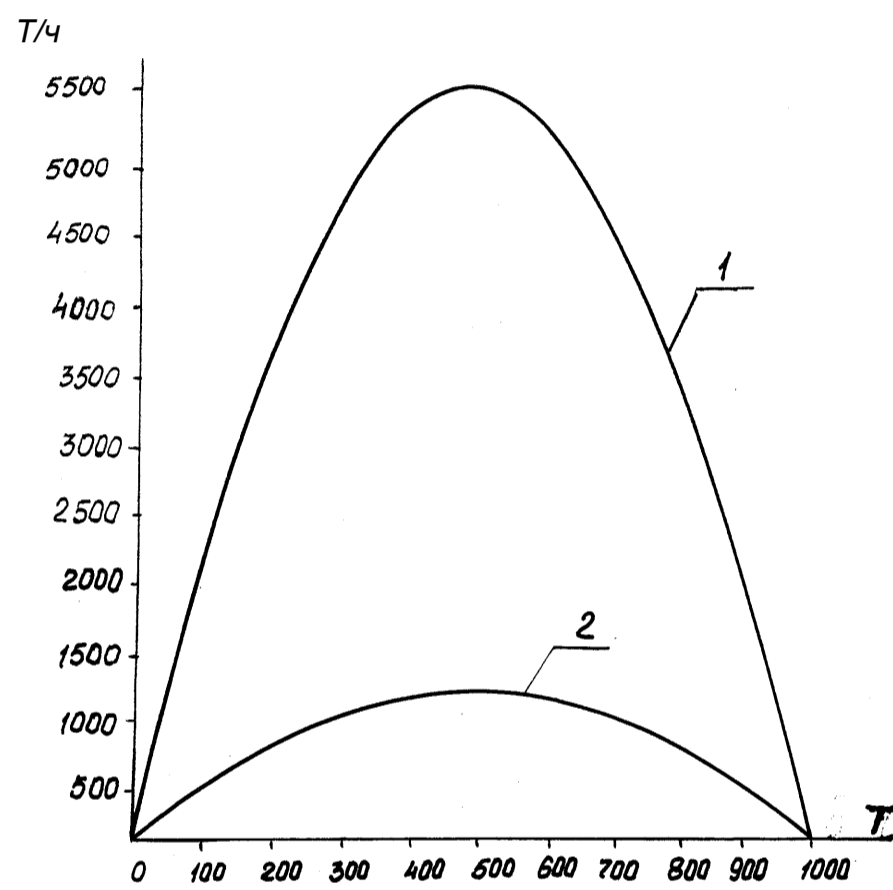
Затраты вагоно-часов в ожидании погрузки  
порожними полувагонами



- 1 - текущая добыча;
- 2 - полное заполнение бункера

Рис. 16

Затраты тонно-часов при погрузке угля  
в зависимости от степени предварительного  
заполнения бункера



- 1 - текущая добыча;
- 2 - полное заполнение бункера

Рис. 17

$$t = t_{\text{хж}} + t_j + L + \dots + t_{\text{л}} \quad (30)$$

Слагаемые в правой части равенства неразрывно связаны между собой и каждая предыдущая предопределяет последующую, т.е. величина  $t_T$  зависит от  $t$ , а  $t_0$  от  $t_T$  и т.д.

XX

Пусть первоначально в бункере было  $Q$  тонн угля, тогда, зная производительность бункера  $q_{\text{погр}}$  получим время, в течение которого отгружается этот запас,

Но за время  $t$  в бункер поступит  $Q_T$  груза, которое также может быть отгружено в течение  $\frac{Q_T}{q_{\text{погр}}}$ , т.е. получим еще один отрезок времени, равный

$$t = t + \frac{Q_j}{q_{\text{погр}}} = t + \frac{Q \cdot Q_x \cdot Q \cdot Q_T}{q_{\text{погр}}^3} = t + \frac{Q}{q_{\text{погр}}}, \quad (32)$$

за время  $t_j$  в бункер поступит  $Q_j$  груза, которое будет отгружено за время  $\frac{Q_j}{q_{\text{погр}}}$ , т.е.

$$\frac{Q_2}{q_{\text{погр}}} = t + \frac{Q \cdot Q_T \cdot Q_s}{q_{\text{погр}}^3} + \frac{Q \cdot Q_j \cdot Q_2}{q_{\text{погр}}}, \quad (33)$$

Выражение для определения общего времени погрузки из запаса угля в бункере с учетом текущей добычи, когда погрузка будет идти только из текущей добычи, и при условии, что под бункером есть порожние вагоны, примет вид

$$Q_{\text{погр}}^1 \cdot Q_{\text{погр}}^2 \cdot Q_{\text{погр}}^3 \dots Q_{\text{погр}}^n$$

$$X = \frac{Q_3}{Q_{\text{погр}}^1} + \dots + t \frac{Q_{1,2,3 \dots (n-1)} \cdot \Pi}{Q_{\text{погр}}^1 \dots Q_{\text{погр}}^n}, \quad (34)$$

Поскольку

$$Q_1 = t \cdot T \gg t \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{Q_{\text{погр}}^1 \cdot Q_{\text{погр}}^2} :$$

$$Q_j = \% \cdot \frac{Q_3}{Q_{\text{погр}}^1 \cdot Q_{\text{погр}}^2 \cdot Q_{\text{погр}}^3} \cdot 3$$

то выполнив преобразования и подставив их в выражение (34), получим

$$t = t + t \cdot Q_T \frac{r}{I} \frac{Q \cdot Q \cdot Q}{I \cdot Q_{\text{погр}}^1 \cdot Q_{\text{погр}}^2 \cdot Q_{\text{погр}}^3} + \dots + \frac{Q \cdot Q \cdot \dots \cdot Q \cdot Q}{2 \cdot 3 \cdot (n-1) \cdot n} \cdot \frac{1}{Q_{\text{погр}}^1 \cdot Q_{\text{погр}}^2 \cdot \dots \cdot Q_{\text{погр}}^n} \quad (35)$$

Поскольку знаменатель  $Q_{\text{погр}}$  имеет степень повышающуюся от 1 до n, т.е. с каждым последующим элементом увеличивается, то расчеты далее третьего элемента можно опустить из-за получаемого ничтожно малого времени.

В расчетах не учтено время на передвижение вагонов потому, что оно совмещается с их загрузкой /22/.

На основании выполненных расчетов (табл.15) построена номограмма (рис.18), которая позволяет установить общий простой вагонов под погрузкой в зависимости от степени предварительного заполнения бункера, и с достаточной точностью определить количество вагонов и наиболее рациональное время их подачи под погрузку, с целью оптимизации времени простоя в зависимости от степени заполнения бункера (рис.19).

### 3.3. О целесообразности безбункерной погрузки угля

На шахтах Донбасса добытый уголь идет в бункеры и при поступлении вагонов производится их загрузка. Чаще всего шахты вырабатываются за 15...20 лет, а срок службы бункера составляет 50...70 лет, т.е. в 3...3,5 раза больше. В результате огромные строительные затраты, израсходованные на сооружение бункеров, оказываются бросовыми. Но есть шахты, которые не имеют бункерных сооружений.

За рубежом широкое распространение получила безбункерная погрузка угля непосредственно в железнодорожные вагоны. Вместо бункеров сооружают пункты погрузки с неснижаемым парком вагонов.

Путевое развитие шахтной железнодорожной станции обеспечивает прием порожних вагонов, размещение подготовленных к погрузке вагонов, отдельную погрузку каждой марки и сорта угля или группы и формирование составов. Режим работы промышленного железнодорожного транспорта в этом случае соответствует режиму выдачи угля из шахты.

Ранее предпринимались попытки организовать безбункерную погрузку угля и было принято решение бывшего Госстроя СССР в

Таблица 15

Данные о простое группы вагонов при бункерной  
погрузке в зависимости от первоначального  
заполнения емкости бункера

Кол-во угля в бункере Q, т	Время погр., мин t	Время погрузки поступившего кол-ва угля от добычи шахты, мин ц	поступившего добычи шахты, мин *3	Время до погрузки из текущ. добычи, мин	К-во угля, погружен. до погруз. из текущ. добычи, т	Общее время погрузки группы вагонов, мин	
1	2	3	4	5	6	7	8
60	11,2	1,3	0,1	0,02	13,0	69,3	20,7
120	22,4	3,2	0,5	0,05	26,2	139,1	19,2
180	33,7	4,8	0,7	0,19	39,4	208,9	18,0
240	45,0	6,3	1,0	0,20	52,6	278,7	16,7

Продолжение табл. 15

I	2	3	4	5	6	7	8
300	56,4	8,0	1,2	0,20	65,8	348,5	15,3
360	62,7	9,0	2,5	0,28	79,0	418,3	14,0
420	78,0	11,0	2,0	0,38	92,2	488,1	12,7
480	90,0	13,0	1,8	0,24	105,4	557,9	11,3
540	101,2	14,3	2,0	0,30	117,8	627,7	10,0
600	113,0	16,0	2,3	0,32	131,0	697,5	8,4

Зависимость продолжительности погрузки  
и времени простоя вагонов от степени  
заполнения бункера

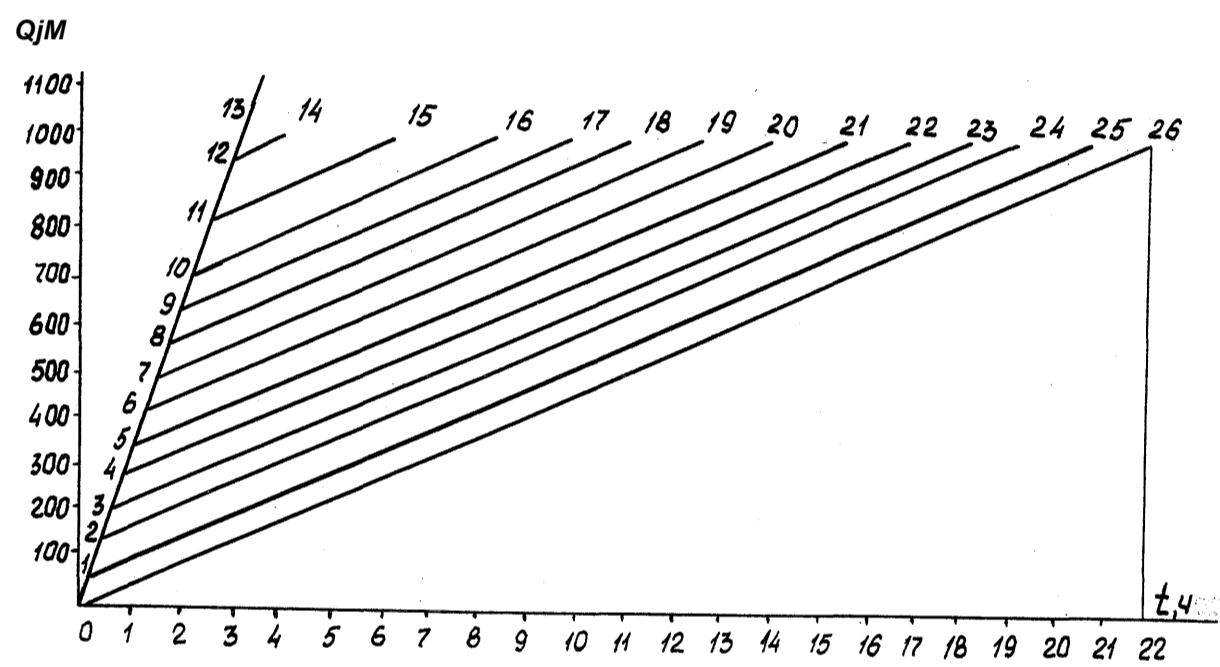


Рис. 18

Влияние предварительного наличия  
угля в бункере на общую продолжительность  
погрузки

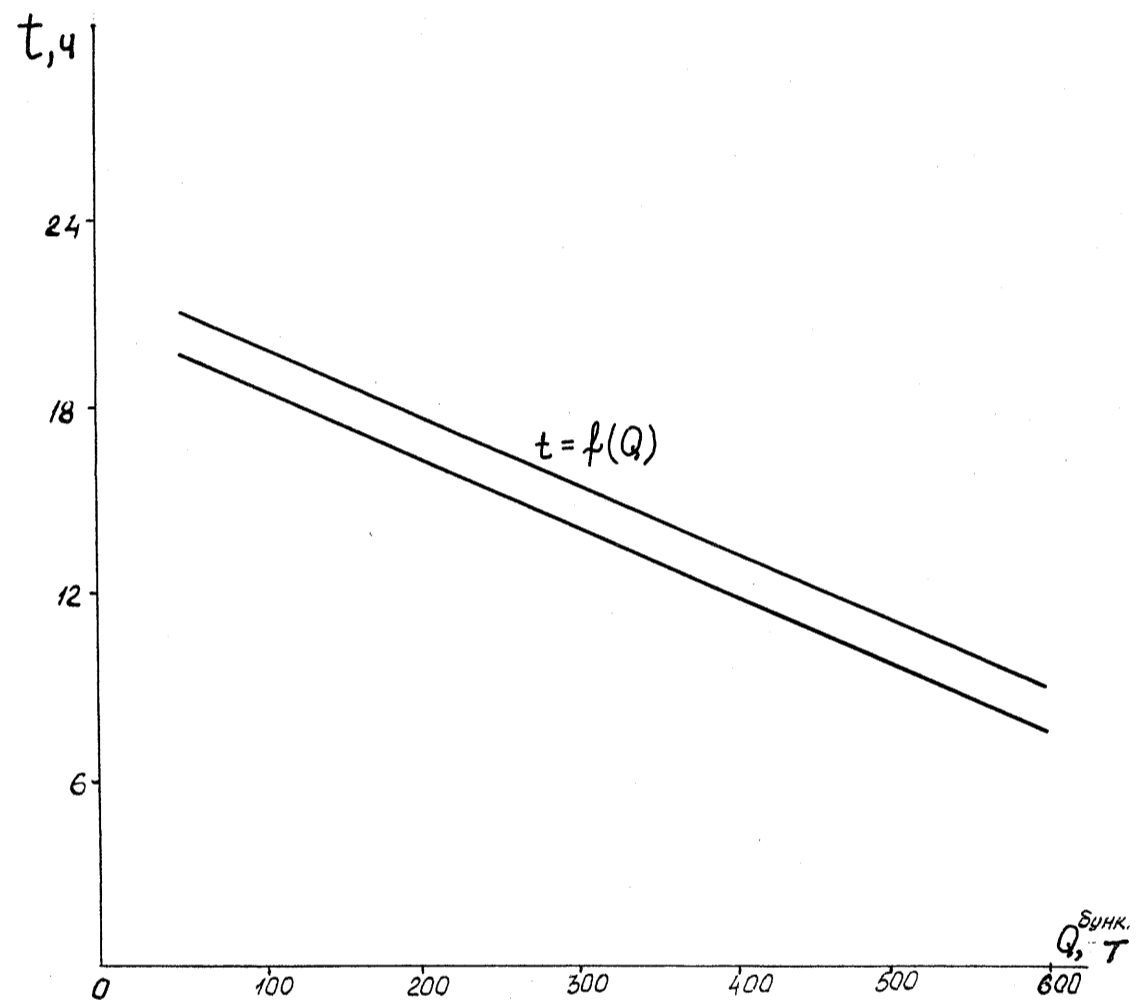


Рис. 19

проектах новых угольных и сланцевых шахт, начиная с 1968 г., предусматривать погрузку угля непосредственно в железнодорожные вагоны без бункеров. Тогда этот способ был ограничен дефицитом полувагонов. В настоящее время, в связи со спадом производства существует избыток парка полувагонов по регионам железных дорог Украины, что способствует безбункерной отгрузке угля. Следует позаимствовать полезное и из зарубежного опыта погрузки угля. В частности, такие технологические приемы, широко используемые за рубежом, как отсутствие взвешивания с весовой дозировкой железнодорожных вагонов; отсутствие аварийных угольных складов; наличие на шахтах запасов вагонов, обеспечивающих 2...2,5 - суточную работу шахты; значительное путевое развитие шахтных железнодорожных станций. Так, на шахтах США погрузка угля в железнодорожные вагоны производится преимущественно при помощи конвейеров, конвейерных стрелок, челноковых конвейеров и желобов.

Погрузочный пункт обычно находится в блоке с технологическим комплексом шахты. Угольные склады на поверхности шахт, как правило, отсутствуют.

Также широкое распространение получила безбункерная погрузка в Англии, Франции, Германии, Бельгии, Польше и др. зарубежных странах. При безбункерном варианте погрузка угля осуществляется с помощью системы конвейеров из шахты непосредственно в железнодорожные вагоны.

Пункт безбункерной погрузки угля сооружается совместно с надшахтными строениями, что позволяет значительно приблизить пункт погрузки к главному стволу шахты и тем самым сократить расстояние транспортировки угля по сравнению с бункерной погрузкой. Уголь, поднимаемый по главному стволу шахты скиповым

подъемником поступает на конвейер, транспортирующий его от главного ствола шахты к пункту безбункерной погрузки, где поступает в проборазделочную машину, в которой порода, попавшая в уголь на шахте, отбирается в пробоотборник.

Из проборазделочной машины уголь через воронку поступает на реверсивный конвейер, который транспортирует его, в зависимости от сортности, в первое или второе отделение пункта безбункерной погрузки угля. С реверсивного конвейера уголь поступает на передвижной погрузочный конвейер, который двигаясь над вагоном через погрузочные желоба равномерно загружает его. Загружаемый вагон находится на весах, а погрузкой руководит оператор.

По мере загрузки одного вагона один из погрузочных желобов освобождается и закрывается оператором с помощью клапана с дистанционным управлением. Желоб остается закрытым до тех пор, пока он не окажется над следующим порожним вагоном, после чего открывается и ведется погрузка сразу в два вагона до полной загрузки первого вагона. После загрузки первого вагона до установленной нормы оператор с помощью маневровой лебедки переставляет вагоны до точной установки второго вагона на весах. Наличие на пункте безбункерной погрузки угля вагонных весов позволяет загружать вагоны до установленной нормы сразу на месте погрузки и формировать их в маршруты без подачи на пункт дозирования.

Для бесперебойной работы шахты и пункта безбункерной погрузки угля ширина ленты всех конвейеров должна быть одинаковой, чтобы обеспечивать равную производительность

$$\frac{Q}{400 V \gamma} \quad (36)$$

где  $Q$  - производительность конвейера, т/ч;

$V$  - скорость ленты, м/мин;

$\gamma$  - плотность груза, т/м<sup>3</sup>.

Для обеспечения бесперебойной работы шахты при безбункерной погрузке угля из-за несвоевременной подачи порожних вагонов на шахтах должен быть создан неснижаемый запас парка вагонов. Его величина должна быть такой, чтобы обеспечить работу шахты в случае задержки порожних вагонов, а также в случае перевыполнения шахтой суточной нормы добычи угля.

Вагоны неснижаемого запаса парка выполняют роль аккумулярующих устройств, как бункера при бункерной погрузке. Неснижаемый запас вагонов создается из полувагонов рабочего парка. Чтобы неснижаемый запас вагонов надежно выполнял роль аккумулярующих устройств, их количество, в частности, по методике Южгипрошахта может быть принято эквивалентно емкости бункеров, рассчитанной по сменной производительности шахты.

Отделом сооружений транспорта и связи бывшего Госстроя СССР предложена формула для установления неснижаемого запаса парка вагонов

$$N = \frac{Q a 1000}{300 p \gamma} \quad (37)$$

где  $Q$  - годовая добыча шахты, тыс.т;

$a$  - коэффициент внутрисуточной неравномерности выдачи угля и подачи вагонов;

$p$  - число подач вагонов в сутки;

300 - число рабочих дней в году;

$q$  - грузоподъемность вагона, т.

В формуле (37) коэффициент  $a$  не обоснован. Предлагается его рассчитывать по следующей формуле

$$a = 1 + 0,25 \frac{n_0 - \text{Pr}}{\sim} \quad (38)$$

где 0,25 - параметр суточной неравномерности работы шахты;

$n_0$  - общее количество подач в сутки;

$\text{Pr}$  - число подач по расписанию.

С учетом этих изменений на рис.20 приведены зависимости требуемого запаса полувагонов как функции входящих в выражение (37) величин.

Установлено, что эксплуатационные затраты из расчета на 1т годовой добычи для сортовых углей сокращаются - на 20%; для рядовых углей - на 29% (рис.21); строительные затраты, приходящиеся на 1 т годовой добычи для сортовых углей сокращаются - на 8,2%, а для рядовых углей - на 8% (рис.22).

При безбункерной погрузке угля возникают новые расходы, связанные с содержанием неснижаемого запаса парка вагонов, которых нет при бункерной погрузке. Так, для шахты производительностью 600 тыс.т в год при неснижаемом запасе парка вагонов, равном 20, простой составит 175200 ваг-ч/год. Из расчетов видно, что экономия только эксплуатационных расходов значительно превышает убытки от простоя неснижаемого запаса парка погрузки угля /24/.

Зависимости потребного запаса  
 полувагонов при безбункерной  
 погрузке каменного угля

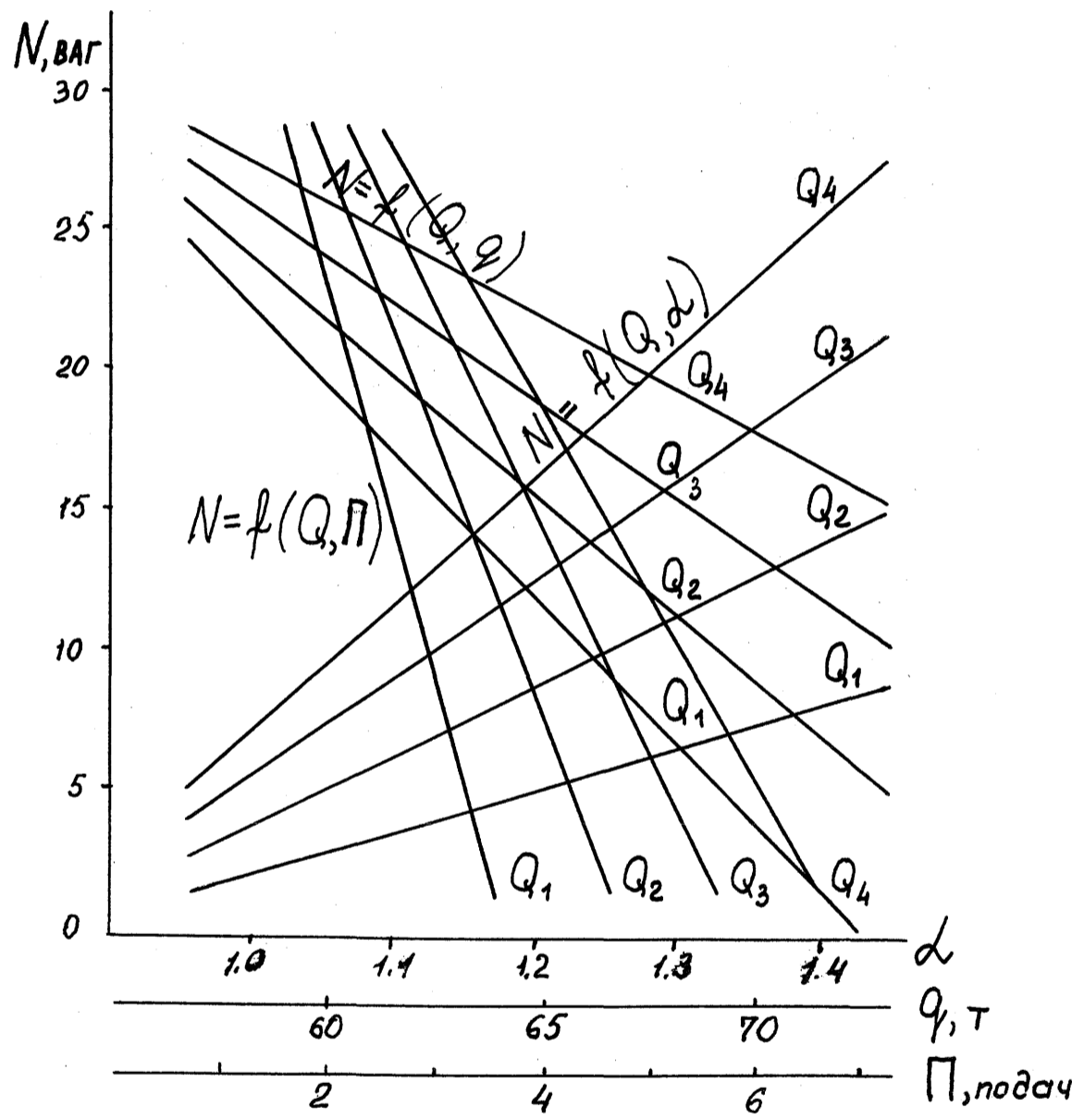
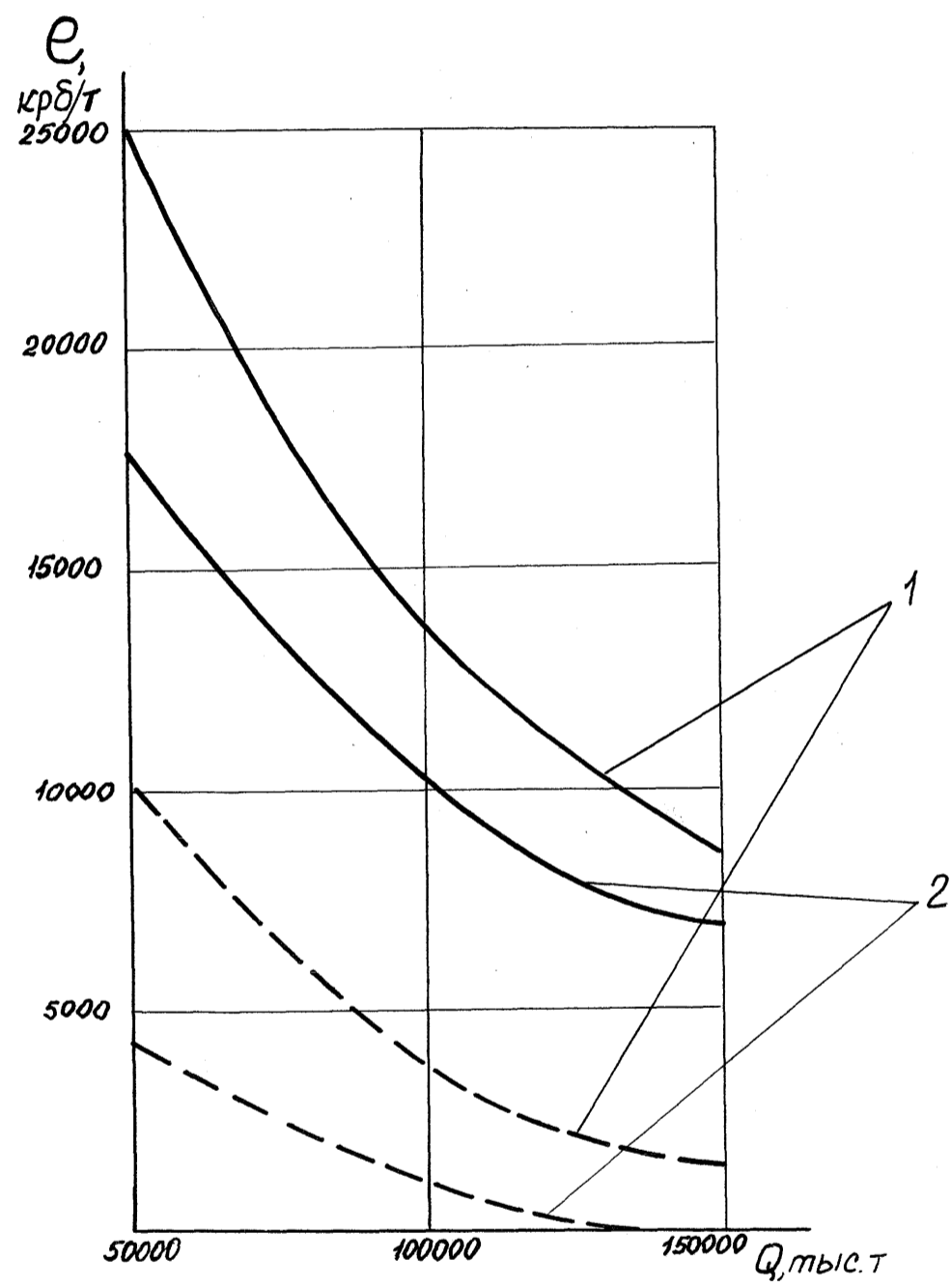


Рис. 20

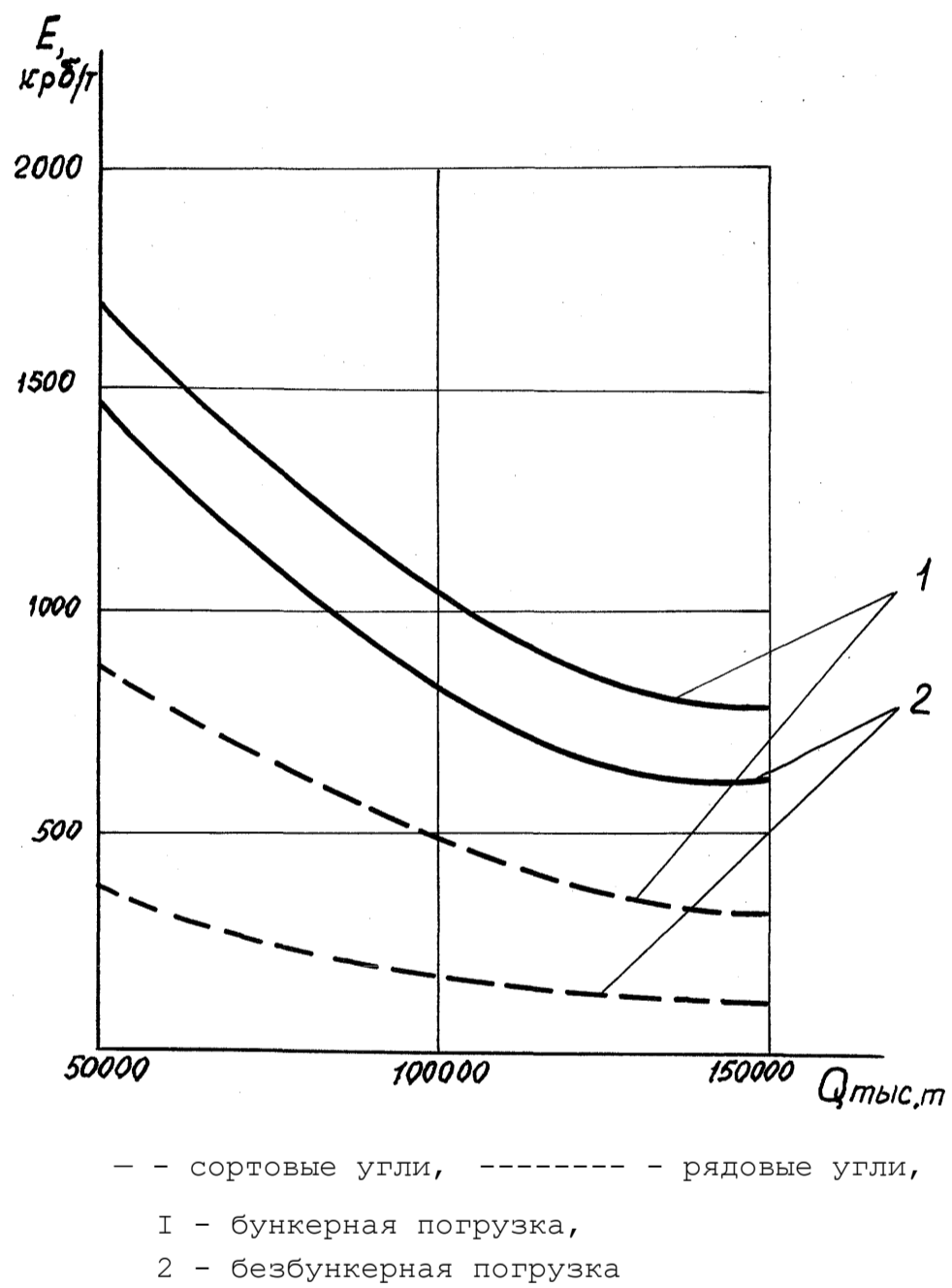
Эксплуатационные расходы на  
I т годовой добычи угля



—\* — сортовые угли, — — — — рядовые угли,  
I — бункерная погрузка, 2 — безбункерная погрузка

Рис, 21

Строительные затраты на 1 т  
годовой добычи угля



Рис» 22

### 3.4. Моделирование периодов образования маршрутов

Ооставообразование маршрута представляет собой сложный динамический процесс, зависящий от системы подвода порожних полувагонов, подачи их под погрузку с учетом распределения по шахтам, накопления груза в погрузочных бункерах, интенсивности добычи, уборки погруженных и вывода их на углесборочную станцию.

Если погруженные вагоны выводятся группами на станцию при-  
мыкания, то собственно сам период накопления  $T_{\text{нак}}$  (рис.23) зависит от числа групп выводимых вагонов, размера групп  $m$ , интервалов между выводимыми группами  $\tau_r$  а также чередования групп по величине. Существенное значение при этом на продолжительность  $T$  оказывает величина замыкающей накопление, группы зам

Анализ показывает, что в отличие от накопления составов сквозных и участковых поездов на сортировочных и участковых станциях, в составообразовании маршрута участвует меньшее число групп. Как правило, эти группы, в том числе и замыкающая, отличаются по величине незначительно. Отсюда вагоно-часы накопления будут определяться площадью треугольника ABC, гипотенуза которого AB показана пунктирной линией.

По нашему мнению, рассматривать образование маршрута следует во всем комплексе происходящих процессов на более сложной модели.

В современных условиях имеются возможности подвести порожние вагоны целым составом, причем составы могут быть поданы по расписанию, а в них отсутствуют непригодные под погрузку вагоны по техническому и коммерческому состоянию. На рис.24 представлена модель образования маршрута за время  $T_{\text{марш}}$ , включающего

Модель процесса накопления маршрута

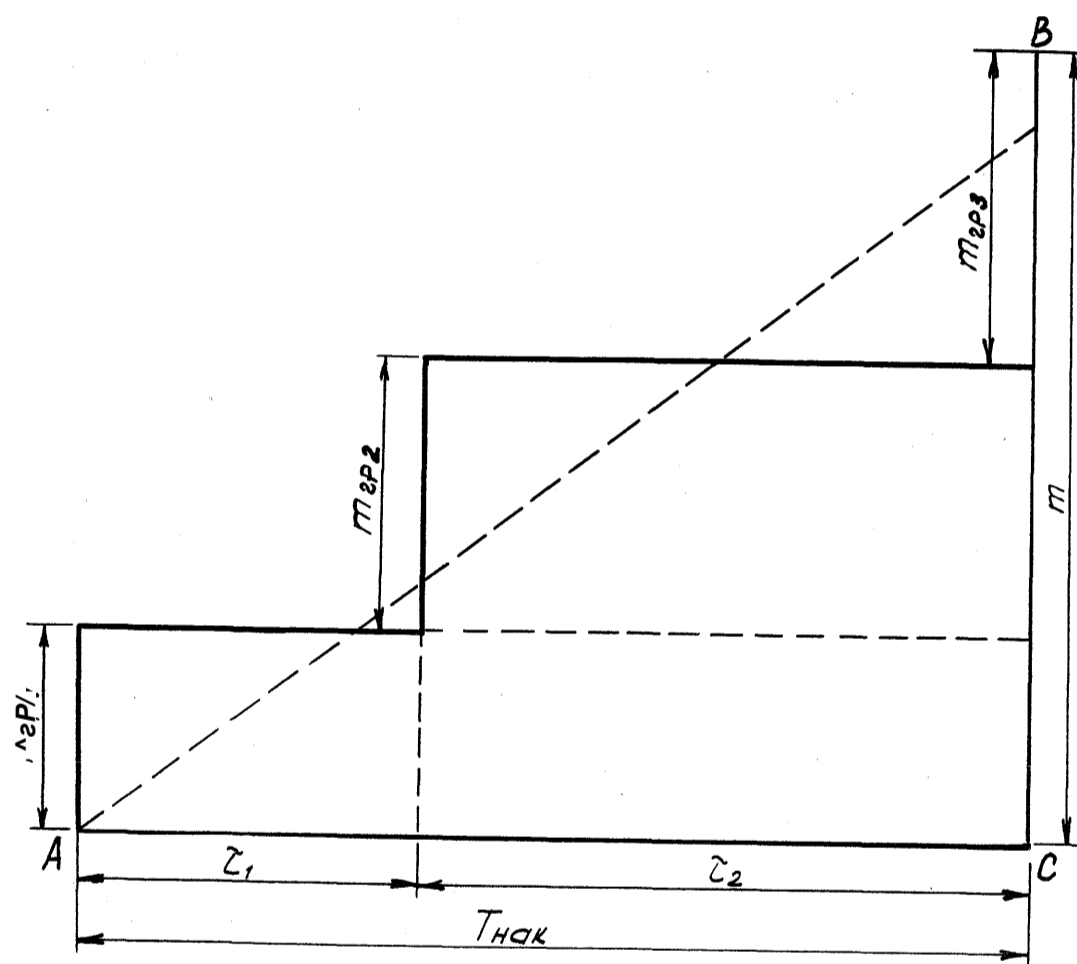


Рис. 23

Модель образования маршрута при подводе порожних вагонов  
 целым составом по расписанию

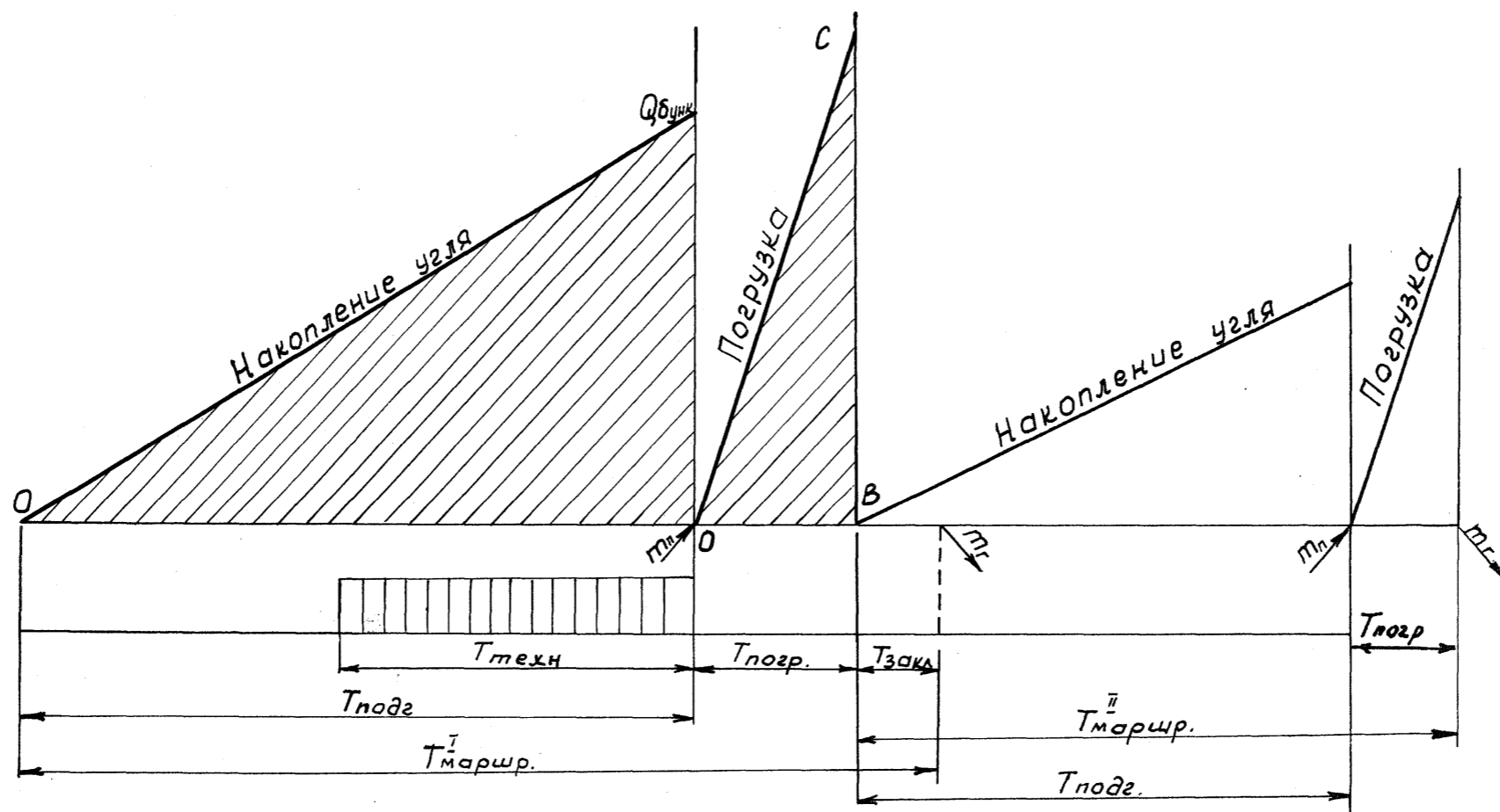


Рис. 24

подготовительный период продолжительностью  $T_{\text{подг}}$  собственно погрузку  $T_{\text{погр}}$ , заключительные операции  $T_{\text{зао}}$ , за которыми следует вывозка состава на станцию примыкания.

Если вагоны подводятся группами по расписанию, то модель составления по сути не меняется, она только как бы дробится на отдельные процессы создания состава маршрута (рис.25 и 26).

В случае, если по условиям договора или в силу ряда других причин, складывающихся в эксплуатационной работе, в оперативных условиях в районе погрузки, порожние вагоны могут накапливаться на станции примыкания. Поэтому требуется иметь прежде всего обоснованную оценку затрат вагоно-часов, а также сроки готовности маршрута. Этому случаю отвечает модель, изображенная на рис.27.

### 3.5. Изменение расходов погрузочных ресурсов при маршрутной погрузке угля группой шахт

В зависимости от ряда причин маршрутная погрузка каменного угля может осуществляться как на одной, так и на нескольких шахтах. Причем, при погрузке на одной шахте с достаточно мощной обогатительной фабрикой может быть один погрузочный путь, где размещается весь загружаемый состав. Чаще погрузка осуществляется параллельно на двух путях, имеющих вместимость, равную одной подаче, а емкость загрузочных бункеров соответствует числу подаваемых вагонов. Маршрутная погрузка на нескольких пунктах предусматривает организацию маршрута как на станции примыкания, так и на подъездном пути углесборочной станции. Маршрут может быть организован на нескольких подъездных путях

Модель образования маршрута на подъездном пути при подводе групп порожних вагонов по расписанию

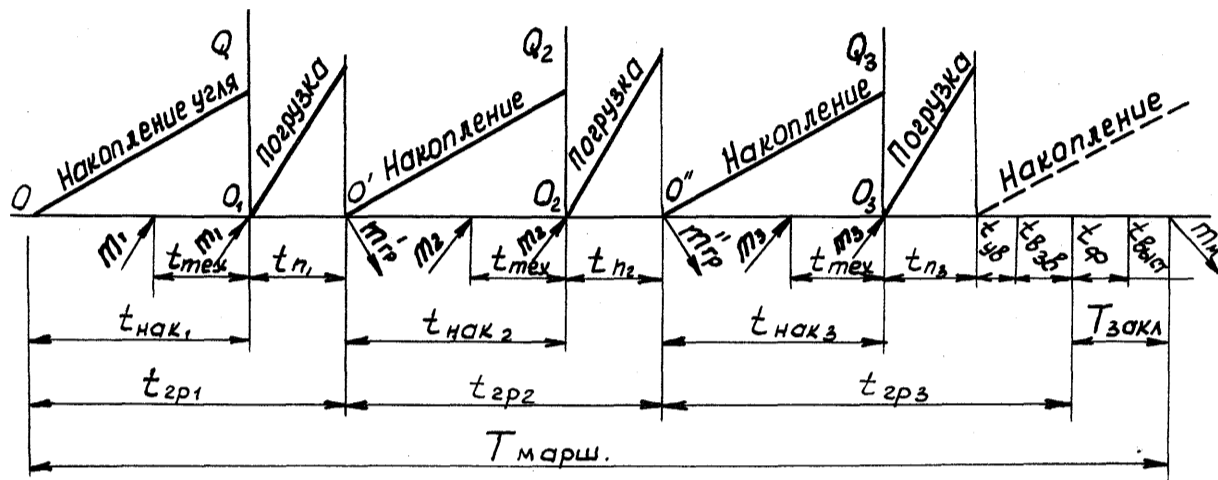


Рис. 25

Детализация модели погрузки маршрута при подаче вагонов на шахты группами

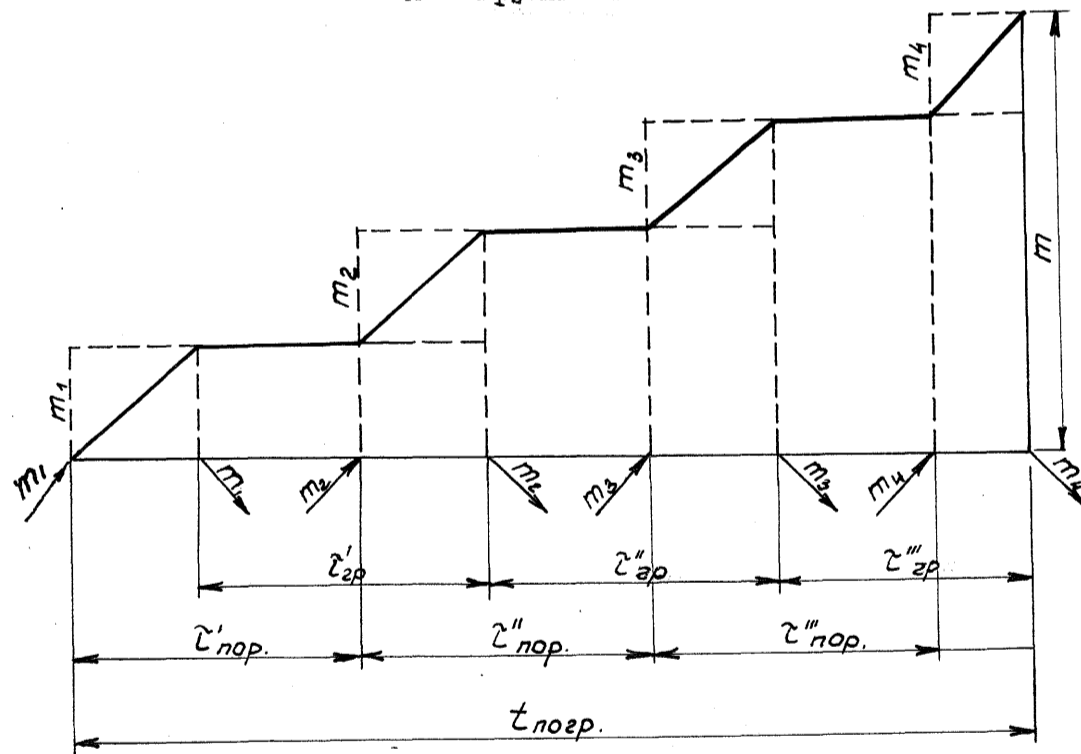


Рис. 26



шахт и при окончании формирования его на станции примыкания.

Для организации маршрута требуется: накопление угля, подготовка порожних вагонов (с учетом их подвода к станции примыкания и накопления на маршрут), передвижение вагонов от станции примыкания на углесборочную станцию по подъездным путям, распределение и подача вагонов по пунктам погрузки (путям, шахтам). Эти операции являются подготовительными и непосредственно предшествуют погрузке.

Собственно погрузка, ее организация, в зависимости от принятой технологии и оснащения пункта погрузки предопределяет сборку вагонов, взвешивание и их дозировку, а при наличии подбункерами вагонных весов эти операции выполняются автоматически.

К заключительным операциям относятся: накопление погруженных вагонов на маршрут, формирование маршрута на углесборочной станции и вывозка маршрута на станцию примыкания.

Подготовительные операции осуществляются параллельно накоплению угля в бункере  $T_{\text{нак}}$  и лимитируются его продолжительностью. Определить продолжительность операций погрузки  $T_{\text{погр}}$  не представляет затруднений. Что же касается продолжительности заключительных операций, то возникает необходимость, помимо нормирования длительности формирования  $t_{\text{рм}}^{\wedge}$  и вывозки маршрута  $t_{\text{внв}}$ , найти затраты времени на накопление маршрута  $T_{\text{нвк}}$ . Эта величина зависит от устойчивости снабжения шахт порожними полувагонами, от количества шахт, участвующих в погрузке, числа вагонов, загружаемых на каждой шахте и особенно на той, которая является ограничивающей в погрузке.

При маршрутообразовании возникают следующие затраты:

$$E = E + E + E + E + E, (39)$$

где  $E_{ну}$  — затраты тонно-часов накопления угля в бункерах;

$E_{1шв}$  — то же, на накопление порожних вагонов;

$E_{тч}$  — то же, тонно-часов в процессе собственно погрузки угля;

$E_{пгв}$  — то же, на накопление порожних и груженных вагоно-часов в процессе погрузки;

$E_{нгв}$  — то же, на накопление груженных вагонов на маршрут.

В зависимости от часовой производительности шахты и массы маршрута при подаче и погрузке порожнего состава целиком на одном пункте, тонно-часы составляют

$$T_{нак}^M = \frac{Q_M \cdot g_{со}}{Q_{сут}^I}, \quad (40)$$

где  $Q_M$  — масса маршрута нетто, т;

$S_{аб}$  — время работы шахты в сутки, ч;

$Q_{сут}^I$  — суточная производительность шахты, т.

Исследованиями установлено, что погрузка маршрута на нескольких шахтах изменяет затраты тонно-часов, так как на величину  $T_{нак}^M$  кроме производительности шахты, емкости бункеров, влияет также доля каждой шахты в погрузке маршрута, т.е.

$$T_{нак}^M = \left( \frac{Q_M}{K} \right)^2 \times \left[ \frac{t_{раб}^I}{Q_{сут}^I} \times \frac{\Pi}{O_{сут}^{II}} \times \frac{1-x}{Q_{сут}^I} \right] \cdot P_{Е}^{\wedge} \quad (41)$$

где  $K$  — число шахт, участвующих в погрузке;

$t_{раб}^{\wedge}$  — продолжительность работы каждой шахты в сутки, ч;

$Q_{сут}^{\wedge}$  — производительность каждой шахты за сутки, т.

На основании предложенной формулы (41) на рис.28 приведены

на одной шахте и затраты времени на погрузку маршрута.

Из графиков видно, что при повышении производительности шахты снижаются затраты тонно-часов накопления и продолжительность погрузки маршрута.

В табл.16 приведены результаты расчетов затрат при погрузке маршрута на нескольких шахтах с различной производительностью и долевым участием их в погрузке. Из таблицы видно, что объединение шахт в группы более трех при равной их производительности и доле участия в погрузке маршрута не дает уменьшения затрат тонно-часов. В то же время, объединение шахт, включенных в погрузку, с производительностью меньше половины производительности самой мощной шахты, дает резкое увеличение тонно- часов накопления.

С целью сокращения затрат тонно-часов накопления на маршрут необходимо более рационально объединять шахты в группы не только по мощности, но и по доле их участия в погрузке. Сравнение вариантов объединенных шахт затрудняется вследствие большого числа вариантов, исчисляемого, например, для пяти шахт величиной, превышающей  $3 \times 10$ .

В диссертации по специально разработанной программе (приложение 3) выполнены расчеты по установлению эксплуатационных расходов в районе погрузки при различных сочетаниях производительности шахт, режимов их работы, массы маршрута, числа шахт, участвующих в погрузке маршрута, и сделан их анализ /22/.

По данным расчетов, в качестве примера построены зависимости - кривые затрат для случаев продолжительностью работы шахт  $t_6$  и производительностью каждой от 500 до 4000 т/сут. На рис.29-33 приведены зависимости для случаев, когда одна из шахт имеет производительность 500 т, другая - от 500 до 4000 т,

Таблица 16

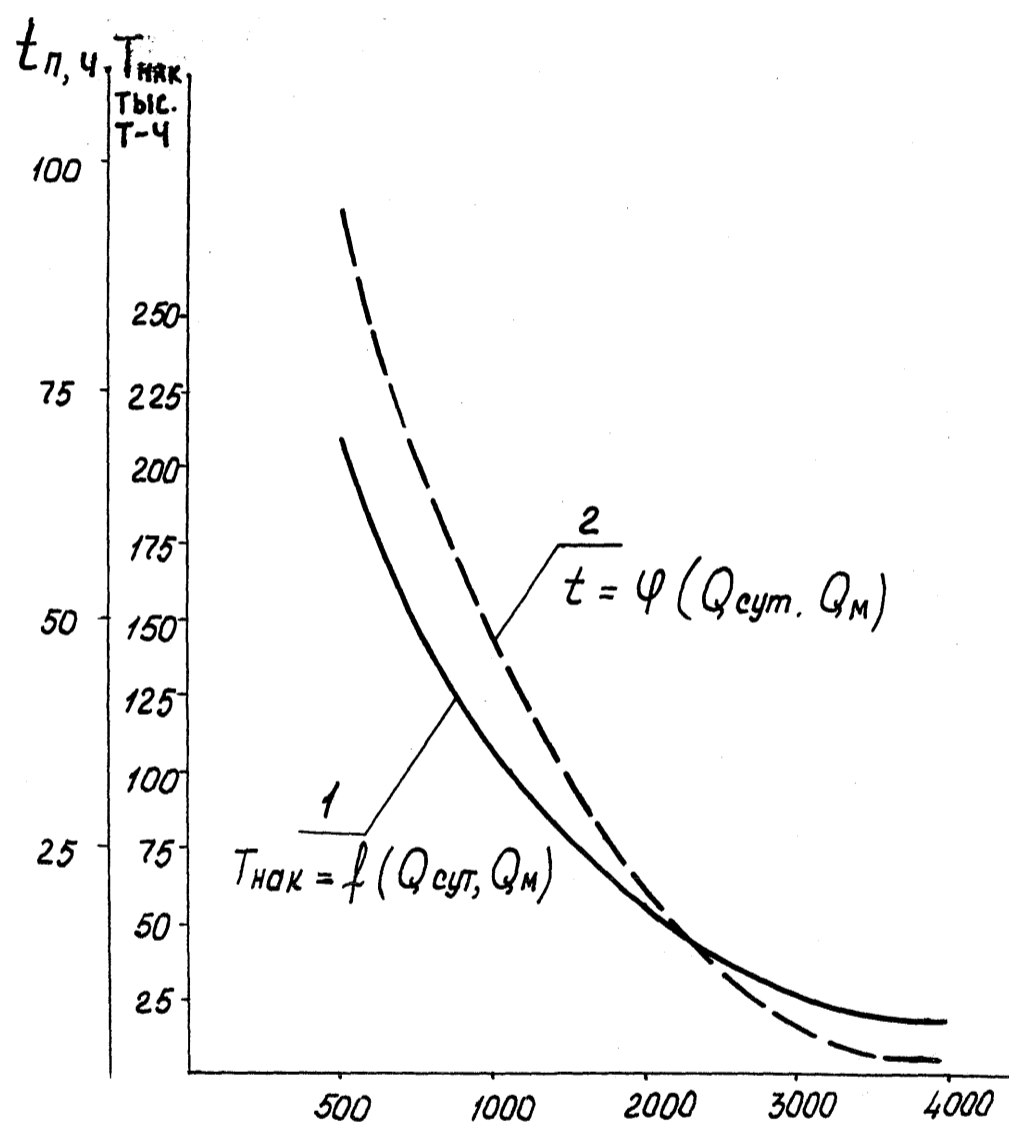
Затраты тонно-часов и времени накопления  
при погрузке маршрута группой шахт

Кол-во шахт в группе	Суточная производитель- ность шахт, т	Тонно-часы накопления	Время накопления, ч
I	2	3	4
2	4000	6665	6,05
	3000	8873	8,07
2	4000	6655	6,05
	2000	13310	12,10
2	4000	6655	6,05
	1000	26620	24,20
2	4000	6655	6,05
	500	53240	48,40
2	3000	8873	8,07
	2000	13310	12,10
2	3000	8873	8,07
	1000	22620	24,20
2	3000	8873	8,07
	500	53240	48,40
2	2000	13310	12,10
	1000	26620	24,20
2	2000	13310	12,10
	500	53240	48,40
2	1000	26620	24,20
	500	53240	48,40

Продолжение табл.16

I	2	3	4
3	4000	2950	4,03
	3000	3933	5,36
	2000	5899	8,07
3	4000	2950	4,03
	3000	3933	5,36
	1000	11798	16,13
3	4000	2950	4,03
	1000	11798	16,13
	500	23596	32,20
3	3000	3933	5,36
	2000	5899	8,07
	1000	11798	16,13
3	3000	3933	5,36
	1000	11798	16,13
	500	23596	32,20
3	2000	5899	8,07
	1000	11798	16,13
	500	23596	32,20
4	4000	1664	3,02
	3000	2218	4,03
	2000	3327	6,05
	1000	6655	12,10
5	4000	1065	2,50
	3000	1420	3,30
	2000	2130	4,95
	1000	4259	9,90
	500	8518	19,80

Зависимости тонно-часов накопления (1)  
и затраты времени (2) на погрузку маршрута  
одной шахтой



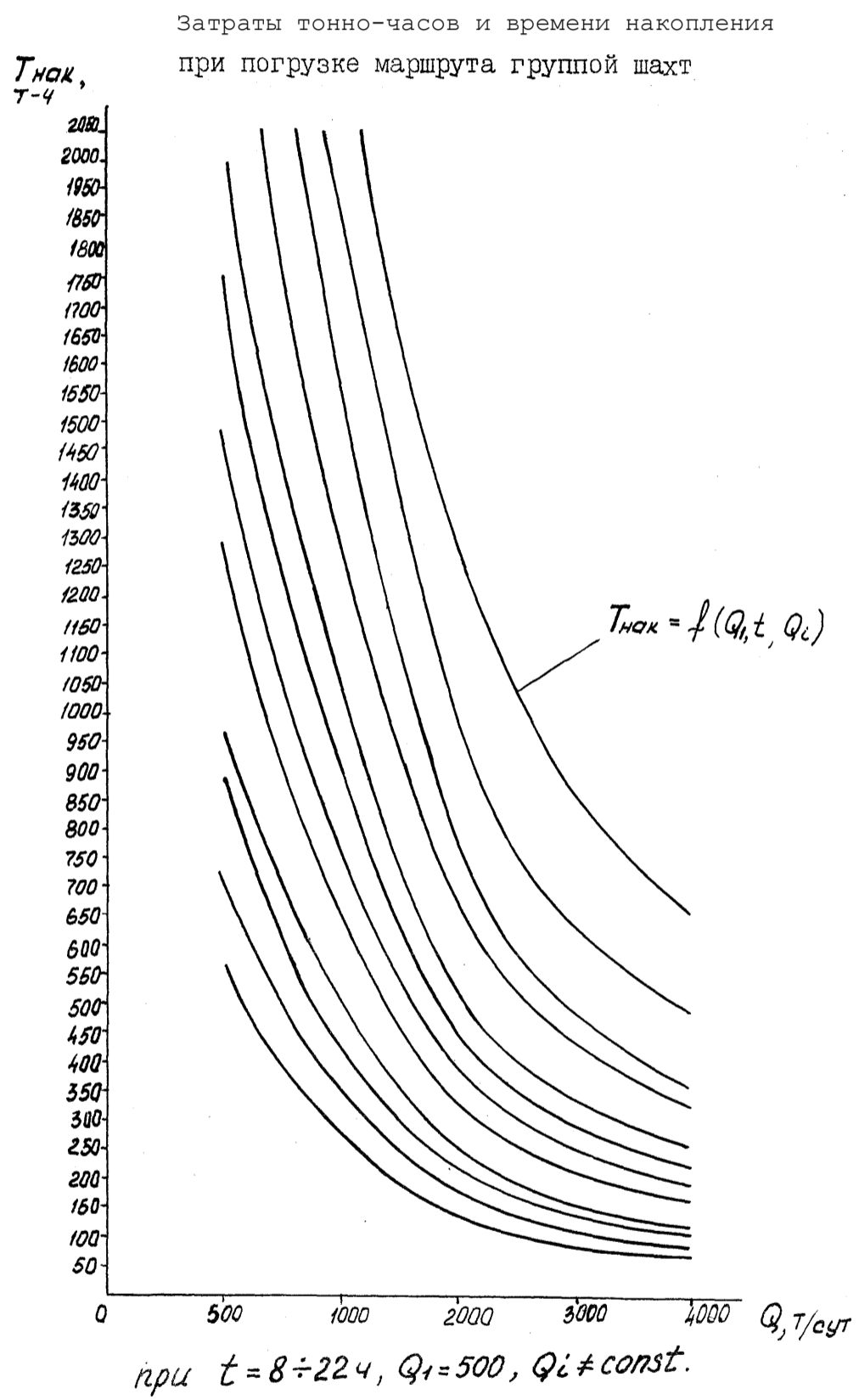
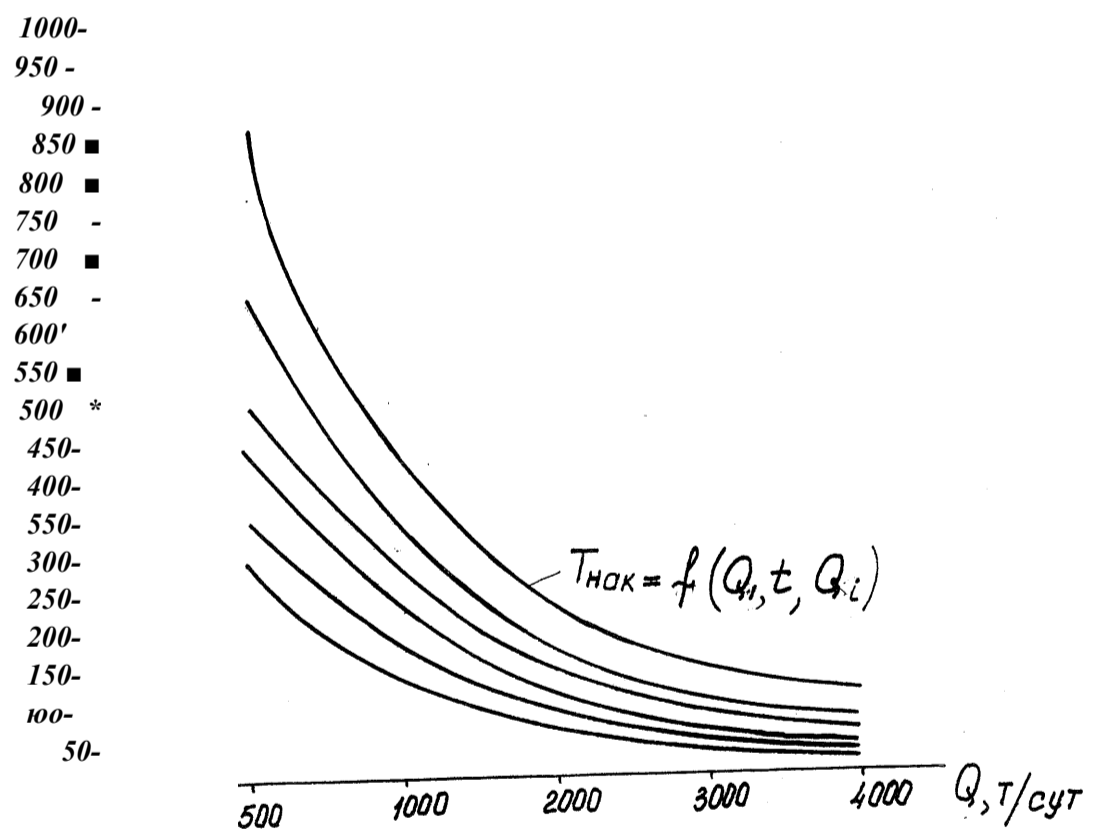


Рис. 29

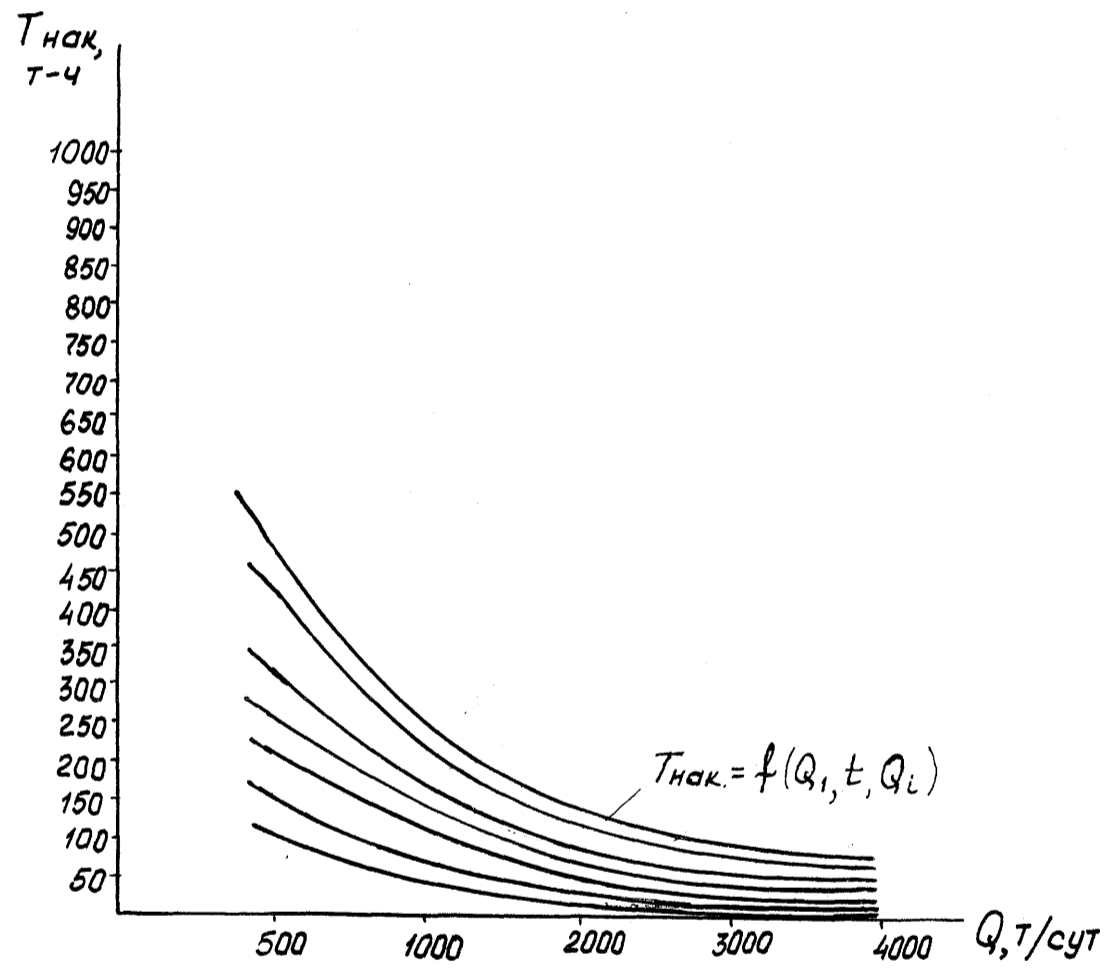
Затраты тонно-часов и времени накопления  
при погрузке маршрута группой шахт

$T_{нах}$ ,  
Т-Ч



$пре/1 = \wedge^{224}, Q/ = w, Q_i \wedge^{const}$

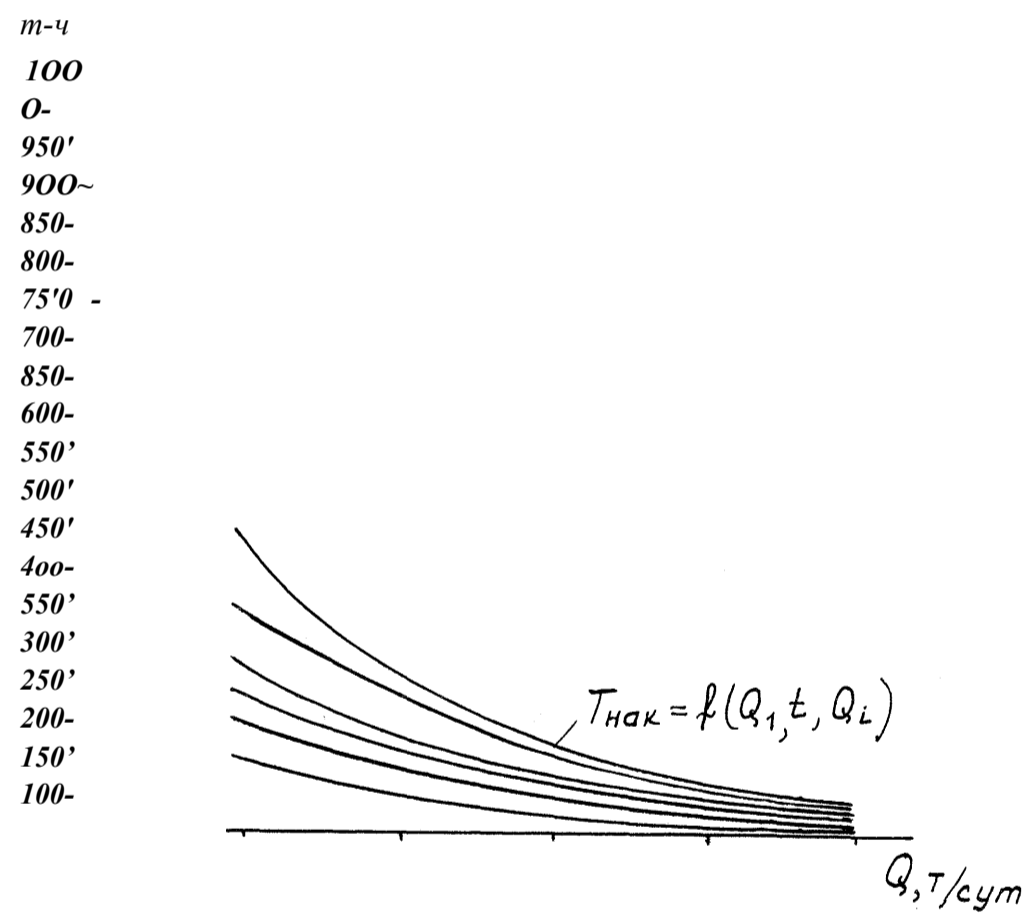
Затраты тонно-часов и времени накопления  
при погрузке маршрута группой шахт



при  $t=2\sim 22v$ ,  $Q/*2W0$ ,  $Q_i*const$

Рис, 3I

Затраты тонно-часов и времени накопления  
при погрузке маршрута группой шахт



при  $t = \text{№}2 \text{ Ч}$ ,  $\& = \text{МИ}$ ,  $q_i^* \text{ const}$

Рис. 32

Затраты тонно-часов и времени накопления  
при погрузке маршрута группой шахт

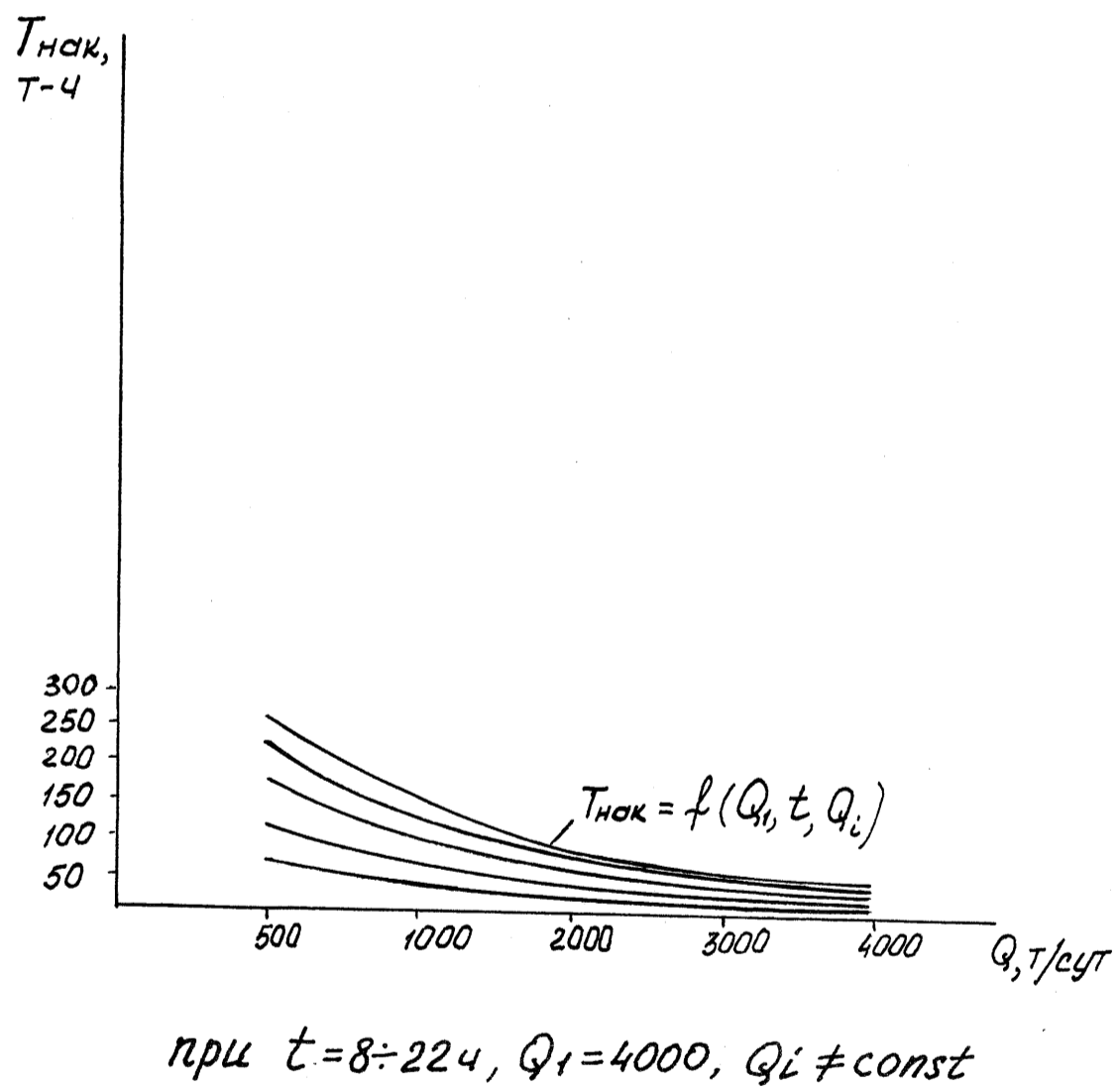


Рис. 33

причем продолжительность непрерывной работы шахты по добыче угля изменяется от 8 до 24 ч/сут, затем шаг по производительности растет через 500 т и так до 4000 т/сут, и с учетом вариантов продолжительности работы шахт 8, 12, 18, 24 ч/сут.

### 3.6. Влияние числа шахт, участвующих в погрузке маршрута, на величину эксплуатационных расходов

0 целью сокращения затрат на маршрутообразование необходимо более рациональное объединение шахт в группы в зависимости от ряда признаков. В таком аспекте, на наш взгляд, в научной литературе как в отечественной, так и в зарубежной, вопрос группировки шахт выполняется в оперативном порядке штатом угольных объединений и железнодорожниками интуитивно, в результате чего реализуется, чаще всего, далеко не оптимальный вариант маршрутообразования.

В диссертации предлагается использовать модель решения ряда задач, возникающих при погрузке маршрута на нескольких шахтах, а именно:

оценка затрат тонно-часов по каждой шахте и общих по нескольким шахтам при разной доле участия в маршрутообразовании;

определение времени накопления груза при погрузке маршрута как на одной, так и на нескольких шахтах;

определение лимитирующей шахты по времени в зависимости от доли участия ее в погрузке маршрута;

определение целесообразной доли участия каждой шахты в погрузке маршрута при заданном времени накопления груза;

установление оптимального количества шахт в погрузке маршрута при заданном времени накопления груза на маршрут /41/.

Номограмма моделирования доли и количества шахт, участвующих в погрузке маршрута

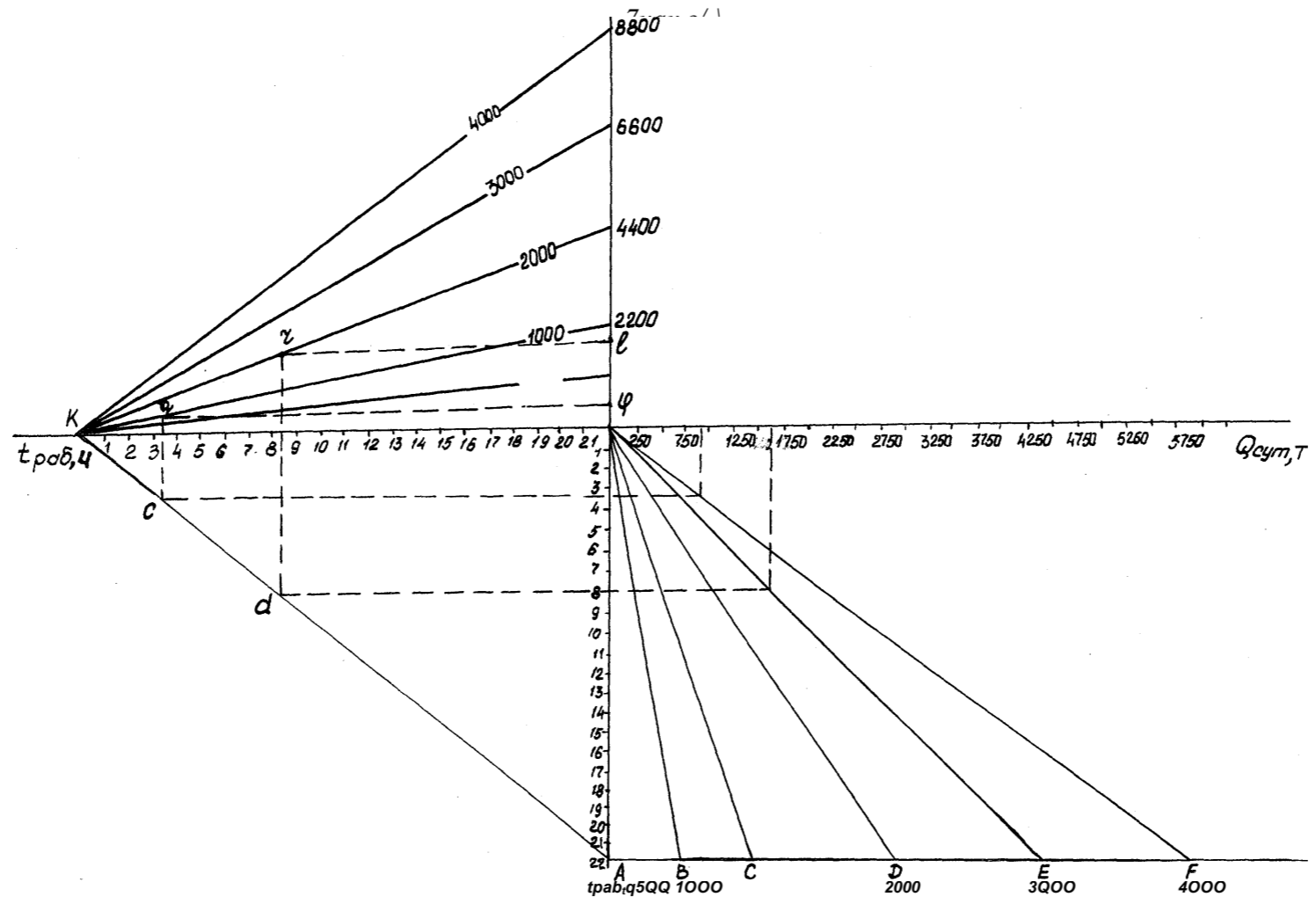


Рис. 34

Модель погрузки маршрута группой шахт, позволяющая решать все эти задачи, представлена в виде номограммы на рис.34.

На оси абсцисс – размер суточной погрузки шахты  $Q$ , от нуля влево и вниз продолжительность работы шахты в течение суток  $t_{\text{раб}}$  в третьем квадранте – лучи пропорциональности часовой и суточной производительности ( $OA, OB, \dots, OP$ ), слева сверху – зависимости затрат тонно-часов накопления груза от производительности шахты и времени ее работы.

Для решения первой задачи на оси  $OQ$  находим тонны угля, которые каждая из шахт обеспечивает для организации погрузки данного маршрута. Пересечения перпендикуляров, опущенных из этих точек на лучи "своих" шахт, дают точки "а" и "б", соответствующие требуемому времени работы каждой шахты, соответственно 3,5 и 8 ч. На оси  $O t_{\text{раб}}$  через промежуточные точки "с" и "d" проводим перпендикуляры вверх, пересекая ось  $OK$ , и находим на лучах, соответствующих  $Q$  шахт, точки "е" и "f", по которым на оси ординат  $OT$  в точках "g" и "г" определяем затраты тонно-часов по каждой шахте.

Решение второй задачи не вызывает трудностей, это сумма отметок "g" и "г".

Третья задача решена попутно на оси  $O t_{\text{раб}}$ .

Решение четвертой задачи таково: при заданном времени  $t_{\text{раб}}$  проводим вправо от точки  $I$  линию, параллельную оси абсцисс, и находим точки  $2^i, 3^i, 4^i, a^1$ . Если из этих точек на соответствующих лучах провести вертикальные линии перпендикулярно оси  $OQ$  до пересечения с ней, то получим доли производительности шахт для обеспечения погрузки маршрута.

Задача пятая решается аналогично первой и четвертой.

Данные моделирования и массовые расчеты на ЭВМ позволяют

рекомендовать следующее:

при объединении для погрузки маршрута не более двух шахт они должны выбираться с примерно равными производительностями. Основанием к этому является закономерность, при которой общие и непроизводительные затраты тонно-часов минимизируются при меньшей разности производительности шахт;

при объединении трех и более шахт производительность самой маломощной из них должна быть не менее половины производительности самой мощной шахты. Этим достигаются наименьшие общие и непроизводительные затраты тонно-часов;

в случае участия в погрузке маршрута нескольких шахт с разными производительностями для получения наименьших общих и непроизводительных затрат тонно-часов или соблюдения установленного срока накопления груза на маршрут, могут быть определены соответственно разные доли участия каждой шахты или время накопления.

Предложенная модель практически применима в любом погрузочном районе сети железных дорог, имеющем шахты с различной производительностью, и позволяет определять оптимальное количество шахт при организации маршрутной погрузки угля и других грузов.

Отправительские маршруты грузятся в вагоны, прибывающие по регулировочному заданию целыми составами или группами, подаваемыми по определенному расписанию или без него, по согласованию с представителями производственных объединений и "Погрузтранса".

Использование основных типов моделей составления составов позволяет работникам отделений, управлений дорог легче и с большей достоверностью планировать грузовую и поездную работу в

Еиньєпоеро чоонжєїгвн ієвшняоп рдоіон ` яонопвяАїтоп хин  
-ж0d0П ОВІієє ОННННВОЛОП ЧІВЯВІЗОО leASeiТО ХВНОЇVd ХННhOSAdjOII  
-eirnA a BirnA ojoіHQOff нїтваю я винеігавсіпвн еннєшісіои и мої Ао  
WBSOHdeU on ВІГПА HMSAdjOn НІООНЧІТИрВЮ ВИНєШНЗОН Elf# 1

18 вн - НїVdiBS енHaireiHodio Igg вн wentfedo  
Я ВОЛОІVtoVdMOO ИьНрОї ООЯОїОП 1 І Вн VloHovd ЄИ НlVdlBQ енн  
-ноііівівАїтпояє BirnA HNaAdnon гоHdeMАрсер иинесїгєня Hdn \*s

•BirnA HMeAdnon гоHdeHНАрсер  
виненєпоеро вITS' опомєвав^аоо `яонопвя VhdVn вовпва оаомєвжиноєн  
ИОІООСїП 10 НЯІНрА 1ЄВШНЯЄ(їП ^1 Вн VbdolOH `HoffOXOVd ХНННОЙІВ1  
-вАїгпояє и Нїo^odioАрo ХННhoeAdnon єинєжAdооо вн рнєжoїгя хнн  
-чісвііпвя оіимонояє оіАнчітєїиьвня ^єїпоівїг `ВІТЈА оаоннємвя  
оаAdjon

гондеHНАрсер HНJіBSHNBjdo Hdn и вненєпоеро чїнр і єжом вояєїтпмоя  
оноHhosAdjoneifjA винвяижАїсоро ononidonHbdi чоонжєївн ввмеАр  
-edi яонопвя хинжодоп вїїифеїг вїякїАою хвїяоїсоА а і

"deMНАр

я вІТЈА винєтїїАїооп вїжєї и KMeAdnon вїянАп иїоончітєїїгояїоскі  
йояоовн `яонопвя иьвїоп Алнєи и VdeHНАр винєштопвя инєпєло  
ло іиоиявя ^oMsAdnou Son яонопвя ^oіoodn `єїщєоовр woaiieHoff я  
ионяоноо вочїєвїтєв VbdoіoM `вїтпА ensAdnon ^ondeHНАр Hdn 'I

:№оянд

єЙПйАїєїГО 41VifeS0 ОНЖОМ ` ОПОНнєЖОїТЯнєШНЯ НИНВЯОНОО вн

•Eweda eeteioBVH a ієАарїАою HbdoіoH  
`HНП0ICOHXE1 оіийваиїгєжїоф мАяві чїєш ошїохроєн en^BdM `-dS  
и dOHOW `IIAOOV Hdn `dewnduBH `nosoaedєn HMBOoeTiodn BНHeiraBd  
-nA оноHНBaodHSHiVwoiaB хвїаоїтоА а оін `чіиїємю leASeiro

•aiconA гHННQWBM яви `BaAdn опонжва опояві яоаоа

OT

погрузки до 96% и обеспечивает ритмичную работу шахт на протяжении суток.

5. Составообразование маршрута представляет собой сложный динамический процесс, течение которого зависит от системы подвода порожних полувагонов, подачи их под погрузку с учетом распределения их по шахтам, накопления груза в погрузочных бункерах, интенсивности добычи, уборки погруженных и вывода их на углесборочную станцию.

6. В целях повышения надежности функционирования системы транспортировки каменного угля с 62% до 87%, предлагается использовать методику установления оптимальных сроков подачи вагонов под погрузку угля в зависимости от технической оснащенности грузовых фронтов, производительности и режимов работы шахт с учетом подбора их в оптимальные группы для ускоренного и экономичного маршрутообразования, что обеспечивает сокращение времени доставки угля к потребителям на 10%.

7. Разработанная модель погрузки маршрута группой шахт позволяет осуществить более рациональное их объединение в группы с целью сокращения затрат вагоно-часов и тонно-часов на маршрутообразование. При объединении не более двух шахт для погрузки маршрута, шахты должны выбираться с примерно равными производительностями.

8. При объединении трех и более шахт производительность самой маломощной из них должна быть не менее половины производительности самой мощной шахты. При участии в погрузке маршрута нескольких шахт с разными производительностями для получения наименьших затрат тонно-часов или времени накопления необходимо определять разные доли участия каждой шахты.

9. Повышение надежности перевозок каменного угля

ется за счет использования предложенных моделей составления, позволяющих работникам железных дорог и угольных объединений с большей точностью планировать грузовую и поездную работу в районах массовой погрузки.

#### 4. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОГРУЗКИ УГЛЯ ПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ

##### 4.1. Анализ сложившейся системы обеспечения полувагонами погрузки угля

В условиях создавшихся проблем в топливно-энергетическом комплексе Украины, при разрыве экономических связей с бывшими республиками Союза, на этапе создания ее независимой экономики особенно остро стоит вопрос перевозки каменного угля с мест добычи к потребителю.

Эксплуатация грузовых вагонов на дорогах Украины в последние годы характеризовалась: обращением их без приписки к определенным пунктам или дорогам, которые были бы ответственны за их техническое состояние, и высокой интенсивностью их использования, несколько снизившейся в данный момент.

Тем не менее обеспечение исправного технического состояния вагонного парка, с учетом указанных особенностей его эксплуатации, является одним из необходимых условий повышения эффективности использования перевозочных средств железнодорожного транспорта, повышения надежности перевозок, а также содействует ускорению доставки груза от отправителя к грузополучателям в рамках топливно-энергетического комплекса.

Полувагоны под погрузку каменного угля на Донецкую дорогу поступают со Львовской, Юго-Западной, Приднепровской, Южной, Одесской железных дорог Украины и ряда полигонов дорог СНГ. Дороги Украины, в свою очередь, используют порожние полувагоны для собственной погрузки других грузов. Поэтому в пути следования порожняковые маршруты претерпевают различные изменения.

Часть маршрутов просто снимается с рейса под погрузку, у части маршрутов происходит отцепка исправных, вместо которых ставят порожние полувагоны, непригодные под погрузку угля.

Вследствие этого прибывшие в пункт погрузки маршруты оказываются частично не отвечающими требованиям, предъявляемым техническими условиями, а на практике создаются большие затруднения в части обеспечения своевременной погрузки.

Установлено, что фактическое продвижение полувагонов во времени характеризуется отставанием по сравнению с графиком движения. Так, например, время нахождения в пути по графику в среднем составляет 3,9 ч, фактическое выполнение - 4,2 ч, т.е. завышение составляет в среднем 0,3 ч.

Вместе с тем, средняя величина указанного отставания не дает достаточного представления о характере продвижения каждого в отдельности порожнего маршрута полувагонов. В работе выполнен детальный анализ продвижения каждого маршрута, следующего под погрузку угля, и установлено, что большинство порожняковых поездов следовало со значительным отставанием по сравнению с графиком. Так, из 12 порожняковых поездов, подведенных 1.10.1992 г., девять проследовали с опозданием. Причем отставание колебалось в пределах от 23 до 49 мин. 2.10.1992 г. из 15 подведенных поездов проследовало с опозданием от 3 мин. до 1 ч 38 мин. одиннадцать, а 3.10.1992 г. из 20 прибывших порожних составов проследовало с опозданием от 5 мин до 2 ч 28 мин. также одиннадцать поездов. Всего за первые сутки поступило - 613, за вторые - 803, за третьи - 1097 порожних полувагонов.

Если учесть, что в составе порожнего поезда в среднем прибывает 55 ваг., становится очевидным отставание в поступлении большинства вагонов под погрузку /23/.

Как показывает анализ, одним из факторов, оказывающих влияние на замедление продвижения порожняковых маршрутов, является их несвоевременный подвод к стыковым пунктам Донецкой дороги. Это, в свою очередь, сказывается на использовании ниток графика по участкам дороги и вызывает простои составов и локомотивов на технических станциях в ожидании отправления.

Обращает на себя внимание и стуженный подвод порожних поездов в отдельные периоды суток, что естественно, влечет за собой неравномерность в погрузке и не соблюдение ее возможных периодов. Особенно это характерно для конца отчетных суток, когда 5-6 поездов подводятся практически с интервалом 5 мин. Так, 1.10.1992 г. в период с 17 ч 30 мин. до 18 ч прибыло шесть поездов, за этот же период 2.10.1992 г. - семь, а 3.10.1992 г. - пять поездов. Подобный подвод поездов является характерным для большинства анализируемых суток.

Поступление порожних полувагонов на Донецкую дорогу характеризуется как прибытием организованных маршрутов с Южной, Юго-Западной и Львовской дорог, так и значительным немаршрутизированным потоком.

Среднемесячное поступление порожних вагонов на Донецкую дорогу со стыков Букино и Тропа Южной дороги за 1992 г. приведено в табл.17, со стыка Сватово - в табл.18, а характеристика состояния порожних полувагонов, поступающих под погрузку, по декадам приведена на рис.35 и 36.

Таблица 17

Среднемесячное поступление порожних полувагонов  
на Донецкую дорогу со стыков Букине и Тропа Южной  
дороги за 1992 г.

меся- ца	Число поездов		Количество порожних полувагонов			
	марш- рутов	разбо- рок	всего	в марш- рутах	из них непригодных под погрузку	в %
I	2	3	4	5	6	7
1	11	10	582	509	168	29
2	12	12	770	634	200	26
3	20	9	1307	1089	326	25
4	16	10	1125	915	326	29
5	11	10	763	567	236	31
6	12	9	894	658	295	33
7	19	16	1298	1011	467	36
8	13	12	922	686	368	40
9	14	7	839	705	260	31
10	10	7	786	533	277	29
за I декад	<b>J</b> 143	105	9576	7580	2968	31
11	15	13	1194	811	226	19
12	19	8	1105	959	232	21
13	13	17	1085	702	358	33
14	21	14	1612	1139	338	21
15	20	13	1250	1055	350	28
16	15	13	994	773	268	27
17	12	13	838	580	301	36

Продолжение табл. I?

I	2	3	4	5	6	7
18	19	18	1208	996	253	21
19	17	20	1269	941	482	38
20	17	19	1224	879	379	31
за II декаду	167	148	11782	8835	3181	27
21	17	29	1286	894	167	13
22	15	32	1361	773	244	18
23	20	18	1287	1066	334	26
24	15	24	1204	947	216	18
25	17	21	1251	861	387	31
26	25	18	1567	1288	517	33
27	19	20	1272	992	457	36
28	19	16	1139	961	421	37
29	22	18	1555	1229	279	18
30	14	19	1021	778	193	19
за III декаду	199	229	14003	10655	3780	27
в среднем за декаду	509	482	35361	27070	9901	28
в среднем за сутки	16	15	1140	873	319	28

Таблица 18

Среднемесячное поступление порожних полувагонов  
на Донецкую дорогу по стыку Сватово с Южной дороги  
в 1992 г.

Декада месяца	Число поездов		Количество порожних полувагонов			
	маршру- тов	разбо- рок	Всего	в мар- шрутах	из них непригодных под погрузку	
					вагонов	%
I	4	29	258	213	98	38
II	2	17	176	НО	72	41
III	5	16	327	266	107	33
В сред- нем за месяц	11	52	761	589	281	37
В сред- нем за сутки	0,35	1,6	25	19	9	37

Как видно из табл. 17, поступающие полувагоны на станцию Красный Лиман Донецкой дороги в основном следуют в адрес Дебальцевского отделения ( 92%, или 24904 ваг/мес..), в том числе значительная их часть ( 9108 ваг.) в непригодном под погрузку состоянии.

Из табл. 18 видно, что поступающие полувагоны на станцию Попасная Донецкой дороги распределяются так: 58% ( 342 ваг/мес.) в адрес Дебальцевского отделения и 42% (247 ваг/мес.) Попаснянского отделения, из них соответственно 163 и 118 ваг. - в непригодном под погрузку состоянии.

Поступающие на Донецкую дорогу порожние полувагоны под

Характеристика состояния порожних полувагонов, поступающих под погрузку по декадам среднестатистического месяца со стыков Букино и Тропа

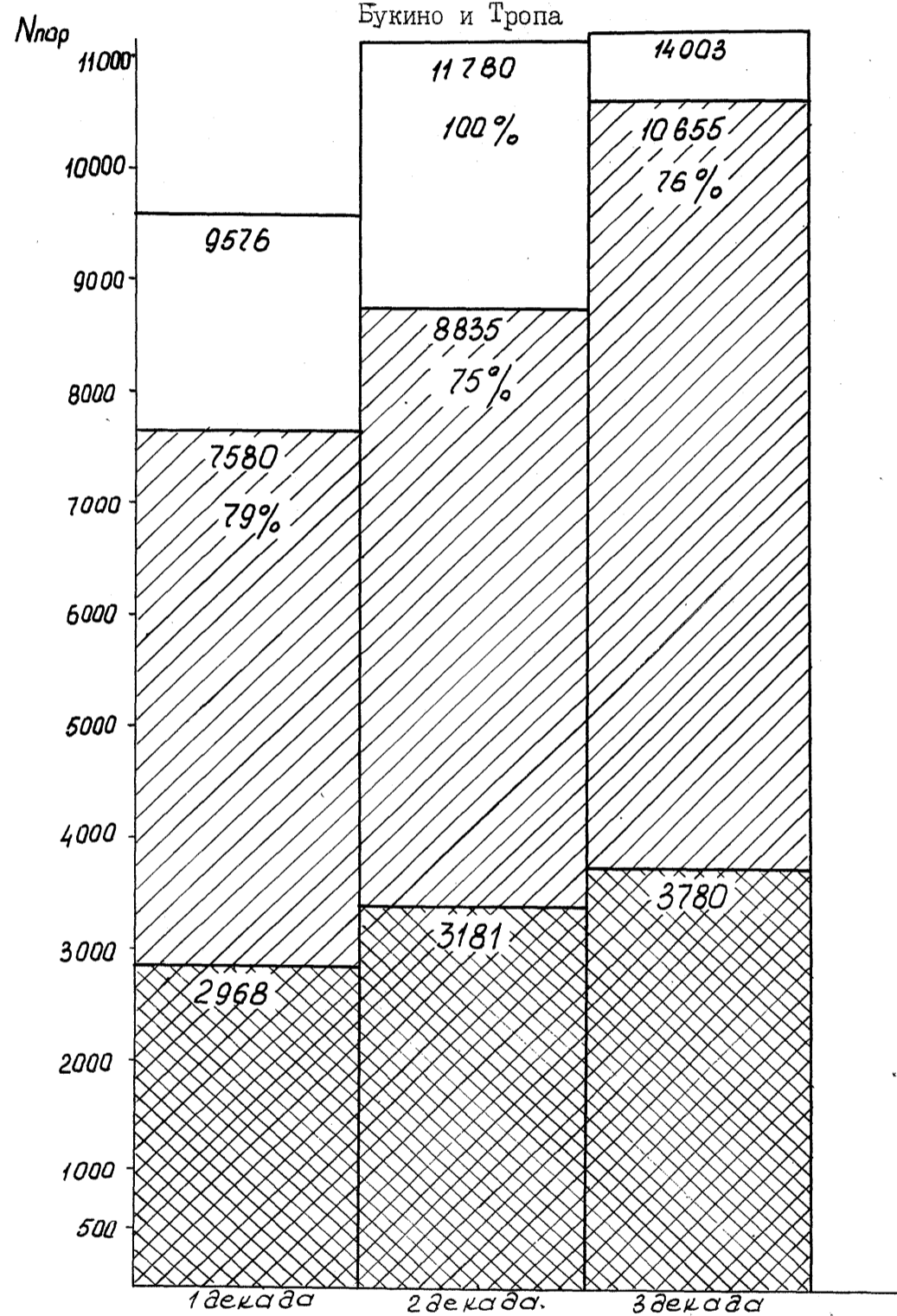
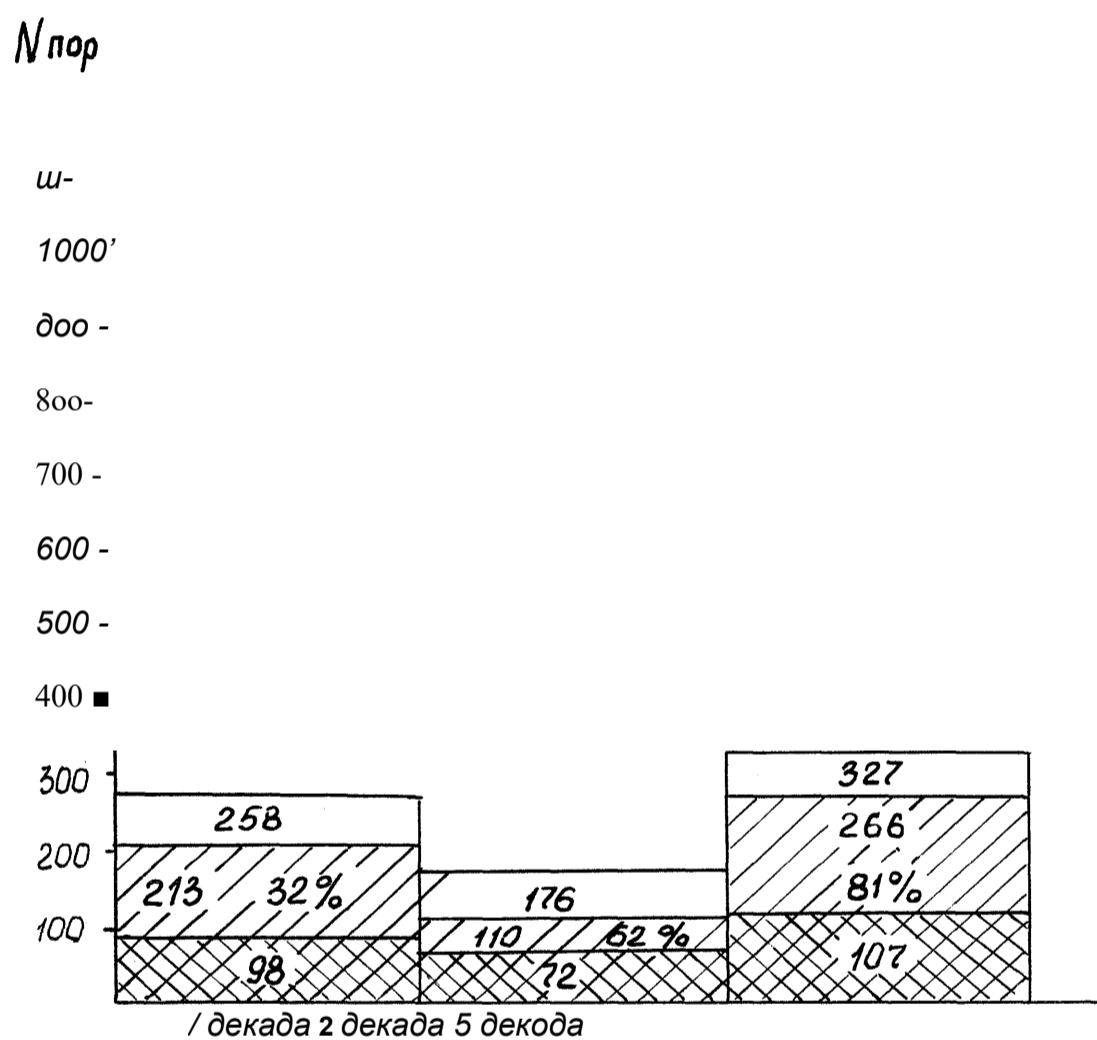


Рис. 35

Характеристика состояния порожних полувагонов поступающих под погрузку по декадам среднестатистического месяца со стыка Сватово



$I i$  - всего\*

$^^^^1$  - в том числе маршрутами;

Рис. 36

погрузку угля с направления Карпаты-Донбасс проходят через технические станции ряда дорог, в том числе Красный Лиман, Никитовка, Дебальцево-сорт, поступающие с Южной дороги - через стыковые пункты Букине, Тропа, Лозовая. На станцию Попасная полувагоны прибывают через стыковые пункты Сватово и Старобельск. В основном весь порожняк (до 80%), поступающий на Донецкую дорогу, направляется под погрузку угля на станции Дебальцевского отделения (Байрак, Антрацит, Штеровка, Должанская и др.).

В настоящей работе наибольшее внимание уделено Дебальцевскому отделению Донецкой дороги, которое выполняет около одной трети всей погрузки на дороге.

Анализ показал, что из числа поступающих полувагонов под погрузку на это отделение, в текущем оздоровлении или плановом ремонте нуждаются до 36%. Значительная часть полувагонов (до 70%), кроме этого, нуждается в очистке от остатков ранее перевозимых грузов, мусора и снега, особенно в зимний период.

В настоящее время Дебальцевское отделение имеет фактически на каждой углепогрузочной станции ремонтный пункт, который должен удовлетворять требованиям и техническим условиям ремонта. Несмотря на большие расходы, эти пункты практически готовят полувагоны только к очередному рейсу.

Динамика расходов на восстановление непригодных вагонов, прибывших под погрузку на Дебальцевское отделение (в % от общих), приведена в табл.19 и на рис.37, где I - расходы на безотцепочный ремонт;

2 - то же, на очистку;

3 - то же, на отцепочный ремонт;

4 - общие расходы на ремонт вагонов по регулировке;

5 - общие расходы на ремонт вагонов из-под собственной

Таблица 19

Расхода по Дебальцевскому отделению на  
восстановление порожних полувагонов  
(в % от общих)

Наименование затрат и их величина, %	Год							
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Вагоны, прибывшие по регулировочному заданию								
На безотцепочный								
ремонт	4,3	5,1	5,2	5,1	6,0	6,2	6,3	6,3
На очистку от								
остатков груза	8,7	10,1	8,2	12,3	10,2	15,6	18,3	15,1
На отцепочный								
ремонт	25,2	30,1	32,0	28,1	32,1	35,4	33,2	36,0
ИТОГО	38,2	45,3	45,4	45,5	48,3	57,2	57,8	57,4
Вагоны из-под собственной выгрузки								
На безотцепочный								
ремонт	1,2	1,6	1,3	2,1	1,8	1,9	2,4	1,9
На очистку от								
остатков груза	3,2	4,1	3,9	3,7	4,4	5,0	4,1	4,3
На отцепочный								
ремонт	17,2	19,2	19,3	18,1	17,2	18,3	18,6	19,0
ИТОГО	21,6	24,9	24,5	23,9	23,4	25,2	25,1	25,2
ВСЕГО	59,8	70,2	69,9	69,4	71,7	82,4	82,9	82,6

Динамика расходов по Дебальцевскому отделению на восстановление вагонов прибывших под погрузку, в % от общих

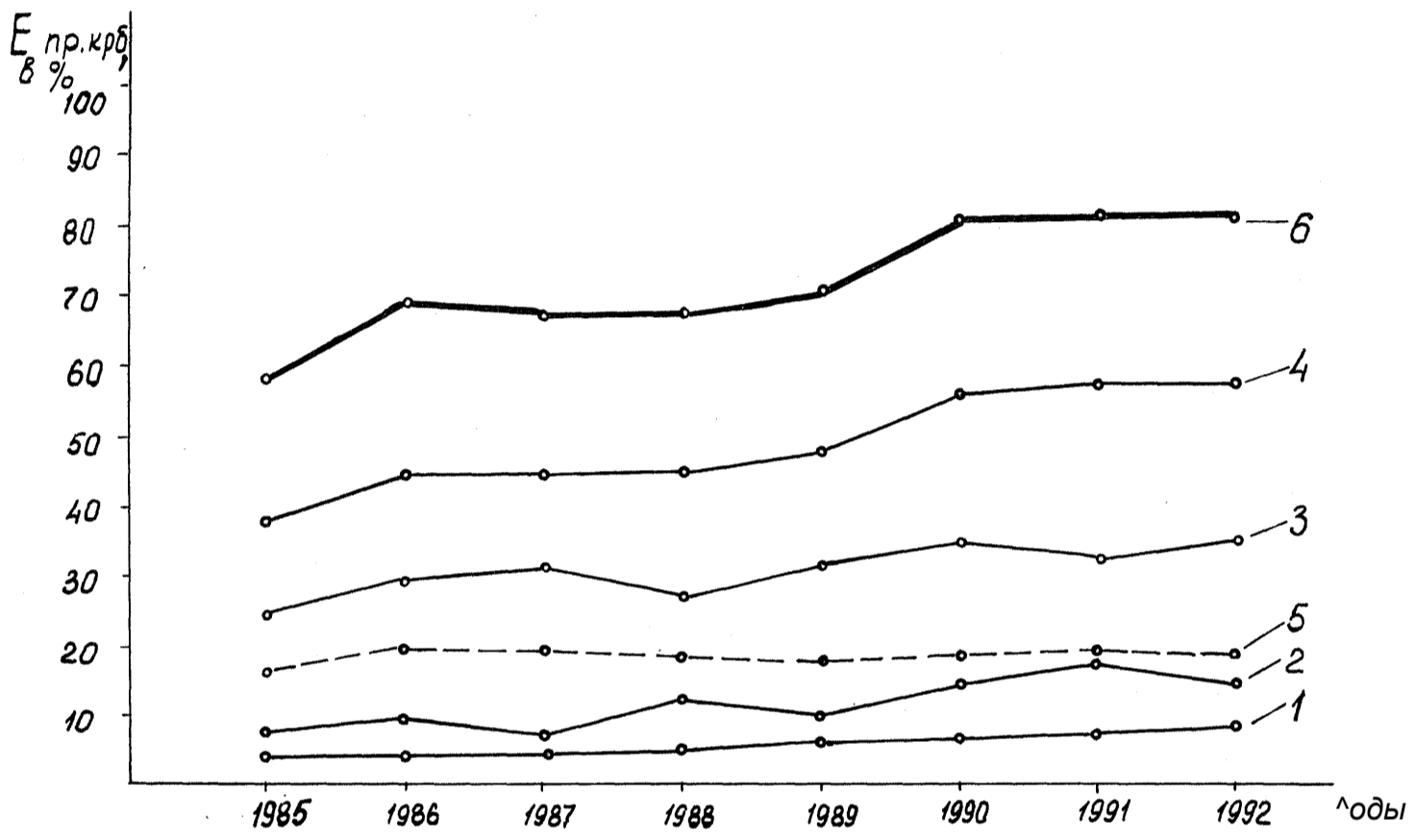


Рис. 37

выгрузки;

б - общие расхода по отделению в целом.

Следует отметить, что большинство (до 75%) порожних вагонов поступает на Донецкую дорогу в организованных маршрутах.

Известно, что порожние полувагоны, следующие под погрузку угля с других дорог, должны быть технически исправными, очищенными от остатков перевозимых грузов и годными к дальнейшей эксплуатации. Однако на Донецкую с других дорог поступает значительное количество порожних полувагонов, которые требуют или ремонта, или предварительной подготовки, прежде чем последние будут поданы под погрузку угля. Это отрицательно сказывается на многих показателях работы дороги, в том числе и на экономических.

Так, за среднестатистический месяц (табл.17 и 18) только на Дебальцевское отделение поступает 9271 непригодных под погрузку порожних вагонов, или 309 ваг/сут. Причем, как показал анализ, поступление неисправных вагонов изменяется по периодам суток в пределах до 10%.

Следует также отметить, что особенно в зимний период количество "больных" вагонов на дороге увеличивается примерно на 10% за счет небрежного отношения к полувагонам при выгрузке на своих же подъездных путях.

Система подвода порожних полувагонов характеризуется следующими особенностями:

поток из порожних полувагонов на Донбасс является нестабильным и подвергается многократным изменениям в пути следования;

значительный поток порожних полувагонов на Донецкую дорогу зарождается на Львовской дороге, что вызывает нерациональное

использование подвижного состава;

продвижение маршрутов из порожних полувагонов на рассматриваемом полигоне характеризуется нерегулярностью по периодам суток;

скорость продвижения порожних маршрутов значительно колеблется в зависимости от периода суток. Особенно это заметно в сдаточный период суток от 16 до 18 ч;

неравномерное продвижение порожних полувагонов приводит к неравномерной подаче их на крупные углепогрузочные станции Донецкой дороги;

значительный разброс по дороге пунктов погрузки затрудняет нормальное и своевременное снабжение их порожними полувагонами;

дорога, в силу большого поступления "больных" вагонов (3980 ваг/сут), вынуждена выполнять значительный объем ремонтных работ с порожними полувагонами.

Из 34 пунктов подготовки полувагонов (ППВ), расположенных в основном на углепогрузочных станциях Дебальцевского отделения, только семь выполняют текущий отцепочный ремонт, а остальные пункты приспособлены для мелкого ремонта и очистки. Ремонт вагонов на большинстве ППВ выполняется на открытом воздухе, что учитывая климатические условия, также отражается на качестве подготовки вагонов и производительности труда ремонтников.

Низка и техническая оснащенность ППВ на отделении, что также сказывается на объемах и качестве подготовки вагонов, приводит к их длительному простоям. Следует отметить, что из-за некачественной подготовки вагонов к перевозкам увеличиваются потери мелких фракций угля при перевозке. При этом из-за дополнительного загрязнения балластной призмы возрастают объемы ре-

монта пути, уменьшаются межремонтные периоды.

Порядок организации подготовки к перевозкам полувагонов на Дебальцевском отделении следующий. Все порожние вагоны перед очередной погрузкой подлежат обязательному техническому контролю и подготовке к перевозкам. Вагоны, прибывающие по регулировочному заданию, такой контроль проходят на станциях погрузки. Вагоны с неисправными кузовами, требующими укрупненного ремонта, вместе с исправными следуют на углепогрузочные станции, где осуществляется большой объем маневровой работы по отцепке неисправных вагонов, что приводит к задержке подачи исправного подвижного состава на фронты погрузки и длительным простоям вагонов, ожидающих ремонта.

После простоя на погрузочных станциях отделения вагоны направляются в ремонтные пункты, удаленные от мест погрузки на значительные расстояния. Как следствие, на отделении накапливается большое число непригодных под погрузку угля вагонов, замедляется их оборот, увеличиваются потери погрузочных ресурсов. Поскольку Дебальцевское отделение представляет полигон сети с массовой погрузкой угля, а количество неисправных вагонов в порожних составах достигает 30...40%, то это вызывает большие расходы на их ремонт /25/.

Такой порядок отбора полувагонов, требующий отцепочного ремонта не приемлем из-за длительных простоев в ожидании подачи на пункты подготовки к перевозкам, составляющих по самым скромным подсчетам около 17200 ваг.ч в сутки. В целом, на основании проведенных исследований, можно отметить, что существующая база и организация работ по подготовке полувагонов к перевозке на рассматриваемом отделении имеет ряд недостатков:

содержание малопроизводительных разрозненных ППВ;

большой контингент работников, которые заняты лишь устранением неисправностей, угрожающих безопасности движения;

недостаточное техническое оснащение пунктов и, как следствие, значительная доля ручного труда при текущем ремонте вагонов;

сверхнормативные простои вагонов при технической подготовке и очистке;

отсутствие централизованного отбора неисправных вагонов;

значительные расходы на восстановление вагонов, прибывших под погрузку.

С учетом возрастающих требований к добыче и транспортировке каменного угля становится очевидной необходимость концентрации и специализации работ по подготовке вагонов под погрузку за счет создания крупных механизированных ППВ, каждый из которых будет обслуживать ряд углепогрузочных станций.

#### 4.2. Выбор рациональной схемы специализированной станции углепогрузочного района

Наиболее совершенную форму организации технического обслуживания при подготовке вагонов к перевозкам на отделении представляет система централизованного отбора неисправных вагонов на одном опорном пункте и организованного направления их в ремонт на механизированные пункты. Следовательно, на погрузочные станции отделения будут поступать только годные вагоны и не потребуются нести расходы, связанные с выполнением маневровой работы по отцепке неисправных вагонов, сократятся неоправданные простои как полувагонов следующих под погрузку, так и требующих отцепочного ремонта.

Централизованный отбор неисправных вагонов из порожних вагонопотоков производится на узловой станции отделения.

Порожние составы, прибывшие в парк приема узловой станции, осматривают и отмечают вагоны, требующие текущего отцепочного ремонта. Исправные вагоны на месте проходят техническое обслуживание ходовых частей и мелкую подготовку кузовов к перевозке грузов. Затем прибывшие вагоны сортируются одним из известных способов. Неисправные вагоны, в соответствии с разметкой, направляются на выделенные пути парка формирования, а после накопления до полного состава, предварительно пройдя очистку от остатков перевозимых грузов на специально выделенных для этой цели путях – на механизированные пункты. Исправные вагоны, сформированные в составы, направляются непосредственно в районы погрузки. Для осуществления приведенных мероприятий требуется иметь хотя бы одну специализированную станцию на отделении.

Схемы таких станций, предложенные учеными Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта (рис.38), имеют, на наш взгляд, ряд недостатков:

отсутствует поточность выполнения ремонтных операций, а следовательно возрастают как денежные, так и временные затраты из-за выполнения дополнительных маневровых передвижений во время ремонта;

очистные сооружения предлагаются в нескольких местах, что связано с засорением дополнительных площадей и сложностью выполнения погрузки и вывоза очищенного мусора;

вагоны, вышедшие из ремонта, переставляются в парк отправления, который расположен параллельно ремонтным устройствам, что также вызывает дополнительные затраты на маневровую работу;

отсутствие устройств разделки негодных вагонов для даль-

Варианты возможных технологических схем специализированной станции .и расположение технических средств на пунктах подготовки

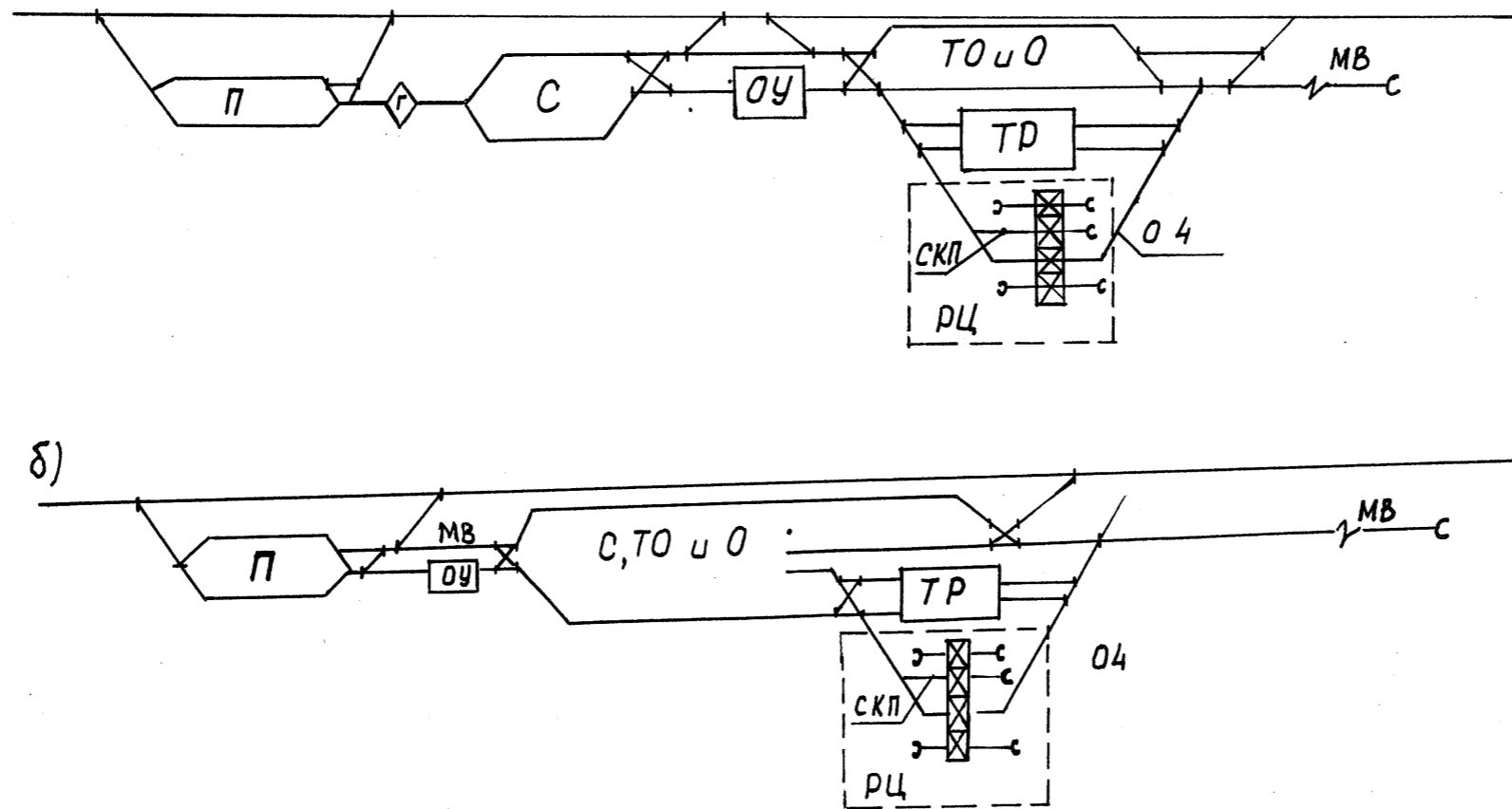


Рис. 38

нейшей эксплуатации;

необходимость иметь длинные пути сортировочного парка.

В Харьковской государственной академии железнодорожного транспорта (ранее ХИИТ) автором, под руководством профессора Е. В. Нагорного, разработана и предложена схема специализированной станции для обработки маршрутов и групп из порожних полувагонов (рис.39) /45/.

Составы и группы из порожних вагонов, прибывающие по регулярному заданию или с ближайшей технической станции, попадают в парк приема (I), где проходят технический и коммерческий осмотр, размечаются по признакам пригодности к перевозкам, а затем распускаются в сортировочный парк;

годные вагоны под погрузку - на верхние пути сортировочного парка (СП) (4), откуда маневровым порядком по обводному пути (6) переставляются в парк отправления (9), где накапливаются на состав и отправляются на углепогрузочную станцию;

вагоны, требующие укрупненного или среднего отцепочного ремонта, - на средние пути СП, откуда маневровым порядком подаются в ремонтные цеха механизированного пункта подготовки вагонов - МППВ (5), а после выполнения ремонта переставляются в парк отправления;

вагоны, требующие текущего безотцепочного ремонта, - на нижние пути СП, которые оборудованы устройствами, необходимыми для его выполнения, а после устранения неисправностей также по обводному пути направляются маневровым порядком в парк отправления;

вагоны, требующие очистки, - на нижние пути СП, откуда маневровым порядком подаются на площадку очистки (7), оборудованную соответствующими устройствами, а после очистки подаются

Схема специализированной станции для обработки маршрутов из  
порожних полувагонов

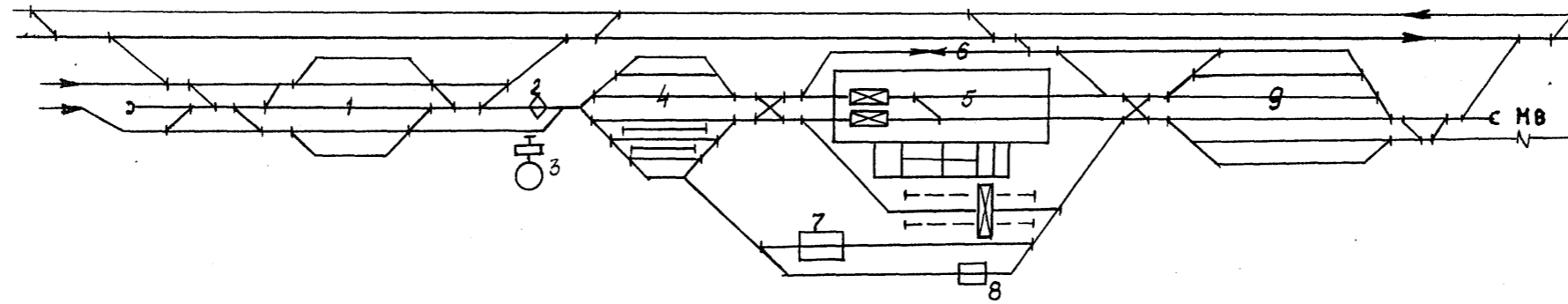


Рис. 39

либо в парк отправления, либо в ремонтные цеха для устранения неисправностей;

вагоны, пришедшие в негодность к дальнейшей эксплуатации, попадают также на нижние пути СП, откуда маневровым порядком подаются на специальную площадку (8) и, после списания, разделяются на металлолом.

В связи с отсутствием необходимости накапливать составы в сортировочном парке до полной длины, пути СП проектируют короткими - до 500 м.

Те же самые требования предъявляются и к путям отправочного парка, поскольку накапливать состав можно групповым методом на двух путях, а затем, после соединения на маневровой вытяжке или обводном пути, отправлять по назначению.

Таким образом, как показывают расчеты, предложенная схема специализированной станции, в сравнении со схемами других авторов, позволяет:

за счет сокращения количества и продолжительности маневровых передвижений сократить время нахождения вагона в непроизводительном состоянии на 2,3 ч/сут;

уменьшить капитальные вложения при строительстве станции за счет уменьшения полезной длины путей сортировочного и отправочного парков до 500 м;

высвободить 0,5 единицы необходимых маневровых средств.

#### 4.3. Выбор рационального места расположения специализированной станции в погрузочном районе

Предложенную схему специализированной станции рекомендует-

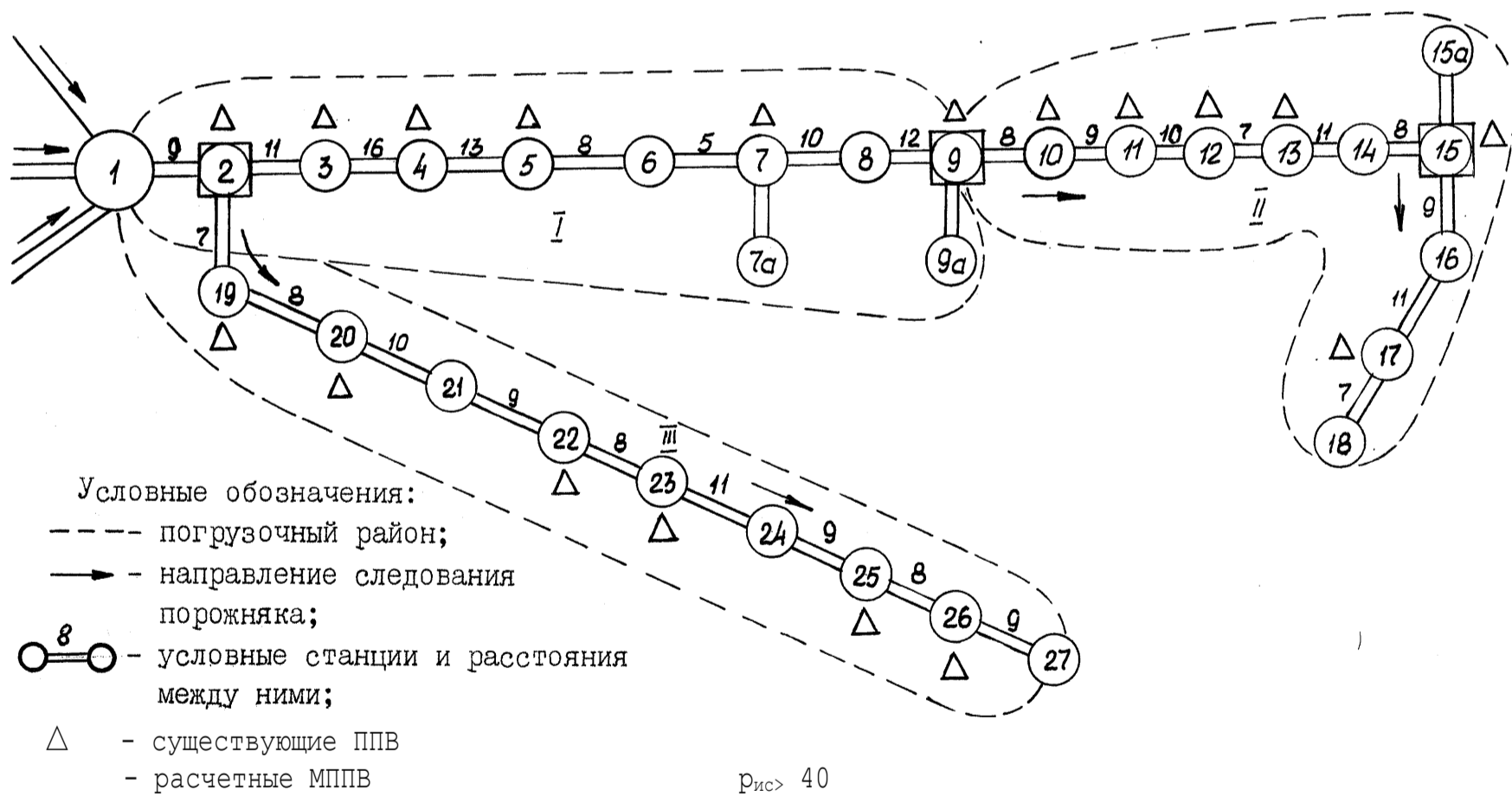
ся располагать вблизи главного хода, что позволяет принимать и отправлять порожние составы, избегая лишние пробеги, и экономить время нахождения вагона в непроизводительном состоянии.

Необходимо также учитывать, что расположение станции необходимо осуществлять в местах слияния регулировочного потока порожних полувагонов, а также основного направления его следования. Согласно методике д.т.н. В.И.Гридюшко /19/, /20/, /33/, исходными данными являются: схема полигона, перечень станций, на которых расположены существующие пункты подготовки вагонов, среднесуточная программа этих пунктов за год, схема направлений движения и мощность порожних вагонопотоков, перечень станций, на которых предусмотрено предъявление вагонов к перевозкам, сведения о погрузке и выгрузке на станциях полигона, количество вагонов, требующих подготовки к перевозкам для обеспечения плана погрузки, стоимость основных фондов по каждому действующему пункту при существующем варианте развития их ремонтной базы, средние фактические затраты труда на выполнение ремонтных работ.

Используя методику /20/, для полигона Дебальцевского отделения (рис.40) выполнены расчеты, которые показывают, что рациональным местом расположения специализированной станции на исследуемом полигоне являются станции 2, 15 и 23, поскольку удельные приведенные затраты при этом минимальные, а среднесуточные программы подготовки порожних полувагонов (550 ваг/сут) удовлетворяют потребность для обеспечения погрузки угля на полигоне.

Как показывают зависимости удельных приведенных затрат от суточной программы МППВ при выполнении восстановительных работ (рис.41), чем больше суточная программа ремонтных работ,

Схема полигона для размещения механизированных пунктов подготовки полувагонов к перевозкам (МППВ)



Зависимость удельных приведенных затрат  
от суточной программы МППВ при выполнении  
восстановительных работ по видам ремонта

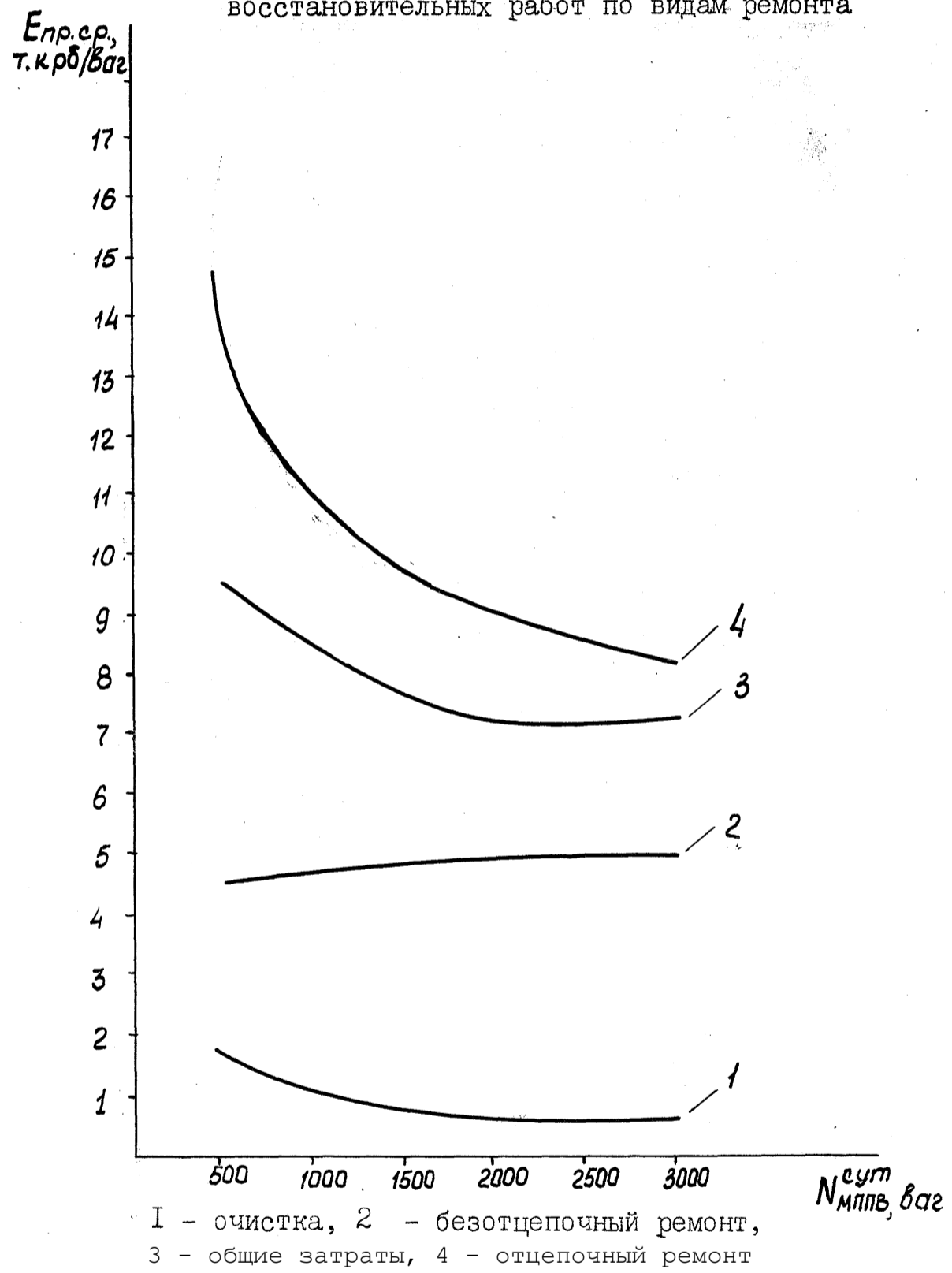


Рис. 41

тем меньше удельные приведенные затраты: по очистке (1), по безотцепочному ремонту (2), по отцепочному ремонту (4) и общие (3).

Внедрение системы централизованного отбора неисправных вагонов из порожних вагонопотоков на выбранных для этой цели станциях позволяет в среднем за сутки высвобождать до 180 вагонов, три маневровых локомотива. Вместо 34 существующих малопроизводительных пунктов достаточно иметь три механизированных МППВ. За счет повышения качества текущего ремонта работоспособность вагонов возрастает в среднем на 32%, следовательно, сокращается поступление во внеплановый (текущий) ремонт до 40 тыс. полувагонов в год. Это позволяет получить экономию приведенных затрат до 54260 тыс. крб/год (по состоянию на I января 1992 г.).

#### 4-4. Выбор рационального размещения механизированных пунктов подготовки вагонов в углепогрузочном районе и установление их потребной мощности

Анализ порожних вагонопотоков, поступающих на Донецкую дорогу в наиболее напряженные периоды, показал, что почти 30% полувагонов направляется на Дебальцевское отделение (табл.20).

Порожние полувагоны поступают как организованными маршрутами, так и в составах разборочных поездов отдельными группами. Данные по трем декадам трех среднестатистических месяцев за 1990 и 1992 гг. приведены в табл.21.

Как видно из табл.21, для приема и переработки среднесуточного поступления порожних полувагонов на этой станции требуется иметь достаточное число путей как в сортировочном, так и

Таблица 20

Распределение порожних полувагонов по отделениям  
Донецкой дороги в октябре 1989 г.

месяца	Наименование отделений дороги											
	Ясиноват.		Кр- Лиман.		. Дебальцев.		Луганское		Попаснянское		Иловайское	
	ваг	%	ваг	%	ваг	%	ваг	%	ваг	%	ваг	%
'I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2390	17,9	1782	13,0	3764	27,4	2097	15,9	2807	20,9	127	3,2
2	2420	18,1	1704	12,8	3900	30,6	2060	15,5	2890	21,8	127	3,2
3	2380	17,8	1706	12,8	3804	28,0	2077	15,7	2864	21,7	121	3,0
4	2382	17,8	1762	12,9	3798	27,9	2085	15,8	2864	21,7	122	3,0
5	2400	18,0	1772	12,9	3810	28,0	2090	15,9	2712	20,6	127	3,1
6	2418	18,1	1741	12,6	3840	28,2	2100	16,0	2860	21,7	129	3,2
7	2406	18,0	1790	13,1	3764	27,7	2100	16,0	2910	22,1	113	2,8
8	2404	18,0	1801	13,6	3762	27,7	2043	15,6	2920	22,1	110	2,7
9	2390	17,9	1774	12,9	3777	27,8	2091	15,9	2930	22,2	111	2,7

ел

Продолжение табл.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	2401	18,0	1787	13,1	3780	27,8	2099	15 ,9	2900	22,0	113	2,8
В сред- нем	"240 0	18,0	1780	13,0	3800	28,0	2100	16 ,0	2900	22,0	120	3,0
11	2390	17,9	1780	13,0	3758	27,2	2090	15 ,6	2808	20,8	127	3,1
12	2410	18,2	1706	12,8	3898	30,4	2099	15 ,9	2891	21 ,8	126	3,1
13	2378	17,8	1706	12,8	3804	28,0	2098	15 ,9	2893	21 ,8	121	3,0
14	2384	17,8	1764	12,9	3799	27,9	2091	15 ,6	2864	21,7	120	3,0
15	2390	17,9	1769	12,9	3804	28,0	2100	16 ,0	2712	20,6	120	3,0
16	2416	18,1	1742	12,6	3840	28,2	2100	16 ,0	2910	22,1	121	3,1
17	2404	18,0	1792	13,1	3764	27,7	2077	15 л	2921	22,1	125	3,2
18	2406	18,0	1804	13,6	3769	27,7	2062	15 ,5	2929	22,2	124	3,2
19	2392	17,9	1775	12,9	3777	27,8	2060	15 ,5	2900	22,0	121	3,1
20	2401	18,0	1780	13,0	3799	27,9	2104	16 ,1	2900	22,0	120	3,0
В сред- нем	"240 2	18,1	1782	13,2	3792	27,9	2098	15 ,9	2865	21 ,7	122	3,1

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
21	2404	18,0	1790	13,1	3762	27,7	2062	15,5	2891	21,8	121	3,0
22	2405	18,0	1792	13,1	3840	28,2	2062	15,5	2892	21,8	120	3,0
23	2392	17,9	1706	12,8	3841	28,2	2100	16,0	2889	21,7	120	3,0
24	2384	17,8	1692	12,4	3840	28,2	2100	16,0	2890	21,7	121	3,1
25	2383	17,8	1687	12,2	3838	28,2	2098	15,9	2891	21,8	121	3,1
26	2411	18,2	1765	12,9	3764	27,7	2092	15,8	2889	21,7	120	3,0
27	2393	17,9	1765	12,9	3762	27,7	2090	15,6	2712	20,6	124	3,2
28	2390	17,8	1707	12,8	3776	27,8	2091	15,6	2713	20,6	124	3,2
29	2385	17,3	1695	12,4	3837	28,2	2081	14,8	2860	21,6	124	3,2
30	2376	17,4	1696	12,4	3831	28,1	2061	14,2	2861	21,6	121	3,1
в сред- нем	2385	17,8	1704	12,8	3832	28,1	2098	15,8	2840	21,4	121	3,1

Таблица 21

Поступление порожних полувагонов на станцию Дебальцево-Оортиривочное

Период	Всего поступило		В том числе				Ореднесут.		Из них	
			маршрутов		разборок		поступление		неисправ	
Октябрь 1991										
	поезд,	вагон,	поезд,	вагон,	поезд,	вагон,	поезд,	вагон,	вагон.	
I декада	763	37923	436	22306	327	15617	76	3792	321	
II декада	782	38360	510	25500	272	12860	78	3830	319	
III декада	771	38612	464	23241	308	14413	77	3831	385	
В среднем за декаду	772	38612	464	23241	308	14413	77	3831	342	

в отправочном парках. Более того, до 42% вагонов от общего поступления прибывают в неисправном состоянии, что вызывает дополнительные пробеги порожних полувагонов, увеличение объема маневровой работы и маневровых средств, ухудшение количественных и качественных показателей работы отделения дороги.

Для восстановления работоспособности вагонов в процессе эксплуатации необходимо найти расчетную потребность в механизированных пунктах подготовки вагонов под погрузку. Статистические исследования поступающего порожнего вагонопотока на Дебальцевское отделение показали, что из общего числа неисправных вагонов 2/3 требуют отцепочного ремонта.

В настоящее время действующие пункты подготовки на отделении расположены на станциях Штеровка, Должанская, Рассыпная, Кумшацкий, Карахаш, Вальяновский, Дарьевка, Лобовские Копи, Красный Луч и др.

Такое размещение пунктов подготовки вагонов не позволяет осуществить их механизацию, на 33% увеличивает пробеги порожних вагонов, завьшает потребность в трудовых ресурсах и требует значительного количества маневровых средств.

В исследованиях, проведенных ХИИТом с участием автора настоящей работы, предложено создать специализированную станцию, на которой должна быть сосредоточена подготовка вагонов под погрузку для основных углепогрузочных станций погрузочного района отделения.

Для выбора специализированной станции, которая могла бы обслужить максимальное число погрузочных пунктов данного региона с минимальными затратами, проведен детальный анализ поступления и распределения вагонов под погрузку по станциям района (табл.22).

Таблица 22

Распределение порожних вагонов по станциям  
Дебальцевского отделения

Наименование станций	Среднесуточная		Число неисправных вагонов	
	погрузка, ваг	выгрузка, ваг	из-под выгрузки	поступающих по регулиров.
I	2	3	4	5
Байрак	18		—	8
Углегорск	15	—		—
Булавин	—	5		—
Дебальцево	2	7		100
Боржиковка		13	—	
Депрерадовка		17	7	—
Чернухино	232	6	2	98
Фашевка	—	7	—	
Комендантский	25	9	7	—
Петровеньки	22	7	2	5
Штеровка	176	7	—	74
Красный Луч	16	8	2	—
Колпаково	12	6	I	—
Щетово	81	15	14	7
Карахаш	12	6	I	—
Антрацит	II	6	—	—
Лобовские Копи	8	6	I	—
Карпушино	18	13	2	4
Лескино	12	—	—	—
Ровеньки	22	8	4	105

Продолжение табл.22

I	2	3	4	5
Дарьевка	19	10	8	—
Вальяновский	7	2	—	—
Должанская Нов.	224	9	5	105
Должанская	168	7	4	78
Никитино	8	8	—	
Красная Могила	12	10	—	
Редаодуб	II	9	2	2
Кумшацкий	4	4	2	—
Рассыпная	74	37	24	47
Торез	120	21	15	26
Дроново	33	14	2	7
Мочалинский	27	27	4	22
Софьино Бродская	19	18	2	3
Бесчинская	3	—	—	2
ИТОГО	1542	322	III	693

Пользуясь методикой /33/, размещение МППВ в зависимости от объема поступления порожних вагонов под погрузку рассматриваемый дорожный полигон условно разбит на два погрузочных подрайона, прикрепляемых к основным пунктам подготовки вагонов.

В первом подрайоне таким пунктом выбрана станция Чернухино, во втором - станции Штеровка и Должанская. Возможное число вариантов размещения МППВ на станциях выбранных подрайонов оценивается числом сочетаний

$$C = \frac{m!}{p!(m-n)!} \quad (43)$$

где  $m$  - число основных станций, на которых возможно размещение МППВ;

$p$  - число погрузочных станций, группируемых в каждое соединение при выборе оптимального их сочетания по варьирующим признакам.

Возможные варианты сочетаний представлены в табл.23, в которой обозначены знаком "X" - неприемлемые варианты, а знаком "+" - конкурентноспособные варианты.

Варианты 1, 2, 5, 6, 7 не могут считаться приемлемыми, так как при размещении МППВ по указанным вариантам необходимо организовать пересылку неисправных вагонов, которые отцеплены на последующих станциях рассматриваемого подрайона против основного потока порожних вагонов.

Таблица 23

## Варианты возможных сочетаний МППВ

Наименование станции, где расположено МППВ	Варианты сочетаний МППВ					
	12	3	4	5	6	7
	по одному МППВ			по два МППВ		
Чернухино				X	+	X
Штеровка	X		+		X	X
Должанская	X	+		X	X	X

Таким образом, для расчетов оставлены варианты 3, 4, 6. В настоящем исследовании выбор рационального варианта размещения вновь создаваемых МППВ производился по критерию минимизации приведенных затрат на подготовку вагонов, которые зависят от среднесуточной программы этих пунктов,

где  $N_6$  - среднесуточное число вагонов, требующих безотцепочного ремонта, равное

$$N_6 = N - N_{\text{псдво}} - N_{\text{отцепочного}}; \quad (45)$$

б п сдво'

$N_{\text{псдво}}$  ~ среднесуточный план погрузки на станции размещения МППВ;

$N_{\text{отцепочного}}$  ~ число вагонов, проходящих сдвоенные операции;

$N_0$  " среднесуточное число вагонов, требующих отцепочного ремонта;

$N_6$  - средняя трудоемкость безотцепочного ремонта вагонов (0.73 чел-ч);

$N_Q$  - средняя трудоемкость текущего отцепочного ремонта (8,7 чел-ч);

$N_{\text{---}}$  - средневзвешенная трудоемкость подготовки вагонов к перевозкам, равная

$$\frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot a_i}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

$a_0$  - число вагонов, требующих текущего отцепочного ремонта от суммарной программы подготовки вагонов к перевозкам, равное

$$N_0 = \sum_{i=1}^n N_i \cdot a_i \quad (47)$$

$$= N - N_1 \quad (48)$$

Результаты расчетов суточных программ работы пунктов для конкурентноспособных вариантов размещения МППВ приведены в табл .24.

Таблица 24

Расчет программ пунктов для конкурентноспособных вариантов размещения МППВ

Станция	$N$ , ваг/сут	$N_{\text{МППВ}}^{\text{иттто}}$ , ваг/сут
Чернухино	200	680
Штеровка	78	372
Должанская	100	402

Удельные приведенные затраты на подготовку одного полувагона к перевозке рассчитываются для каждого намечаемого МППВ

$$E = C + E_n \left( \frac{k}{365 N_{уд}} \right) + x, \quad (49)$$

где  $C$  - себестоимость подготовки вагона;

$E_n$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  $= 0,12$ ;

$\frac{k}{365 N_{уд}}$  - величина удельных капитальных вложений в развитие МППВ;

$\Gamma_{уд}$  - " удельные транспортные расходы на пересылку неисправных вагонов в МППВ. Так как вагонопотоки, следующие на оздоровление, совпадают с направлением следования порожних вагонопотоков, то величина  $\Gamma_{уд}$  отсутствует.

Общие результаты расчета приведенных затрат на подготовку полувагонов в зависимости от программы МППВ показывают, что по станции Чернухино они составляют 20390 крб/ваг в год, по станции Штеровка - 20890 крб/ваг в год, по станции Должанская - 20760 крб/ваг в год.

Экономическая эффективность от внедрения предлагаемых основных мероприятий непосредственно в транспортном производстве составляет:

1. От внедрения централизованного отбора неисправных вагонов из поступающих порожних маршрутов на специализированных станциях позволяет высвободить 180 ваг/сут., что дает экономический эффект

$$180 \times 2,52 \times 24 \times 365 \times 180 = 715 \text{ млн.} 203 \text{ тыс.крб.},$$

где 180 - коэффициент повышения цен на 01.03.94 г.;

2,52 - единичная стоимость вагоно-часа на 01.01.92 г.

2. От высвобождения в углепогрузочном районе 3 маневровых локомотивов

$$3 \times 263,0 \times 24 \times 365 \times 180 = 1 \text{ млрд.}244 \text{ млн.}095 \text{ тыс.крб.}$$

где 263,0 - стоимость одного локомотиво-часа.

3. От упразднения 31 малопроизводительного пункта по ремонту вагонов экономия эксплуатационных средств только по фонду заработной платы в год составит

$$31 \times 8 \times 12 \times 1000000 = 2 \text{ млрд.}976 \text{ млн.}260 \text{ тыс.крб.},$$

где 8 - среднее число работающих на ППВ;

1000000 - средний заработок одного работника в месяц.

Общий экономический эффект от внедрения указанных основных мероприятий в год составит 4 млрд.935 млн.588 тыс.крб.

Результаты расчетов показывают, что наиболее приемлемым является вариант размещения МППВ на станции Чернухино, которая должна быть реконструирована в специализированную станцию, выполняющую подборку и ремонт порожних полувагонов, направляемых на углепогрузочные станции данного региона.

Вагоны, требующие безотцепочного ремонта, предлагается направлять на МППВ станций Штеровка и Должанская, расчетные программы которых должны полностью охватывать заданный объем поступления неисправного вагонопотока. С учетом рекомендаций произведен выбор места расположения МППВ на специализированной станции Чернухино (протокол заседания техсовета Дебальцевского отделения Донецкой дороги от 23 марта 1989 г.), где также предложены другие возможные варианты размещения МППВ на отделении и этапы переустройства этой станции (приложение 4).

Разработки, направленные на повышение надежности обеспечения погрузки угля подвижным составом, показывают, что:

1. Погрузочные ресурсы в адрес углепогрузочной дороги зарождаются и перемещаются на значительные расстояния, вследствие чего составы порожняковых маршрутов в пути следования претерпевают различные изменения. Число полувагонов непригодных под погрузку угля возрастает, а это в свою очередь создает трудности в обеспечении своевременной погрузки.

2. Поток из порожних полувагонов на Донбасс является не стабильным и подвергается многократным изменениям в пути следования, что подтверждается нерегулярностью поступления по стыкам и резким колебанием скорости следования маршрутов по периодам суток.

3. Значительный разброс по дороге пунктов погрузки, затрудняет нормальное и своевременное снабжение их порожними полувагонами, а дорога в силу большого поступления "больных" вагонов (3980 ваг/сут), вынуждена выполнять значительный объем ремонтных работ.

4. Необходимо изменить существующую систему организации технического обслуживания при подготовке вагонов к перевозке путем централизованного отбора неисправных вагонов в одном опорном пункте и организованном направлении их в ремонт на механизированные пункты.

5. В районах массовой погрузки необходимо сооружать или развивать существующие станции в специализированные по предлагаемой в данной диссертации схеме для переработки и технического обслуживания поступающего потока порожних вагонов, что повысит работоспособность вагонов на 34% и сократит поступление их во внеплановый ремонт до 40 тыс. в год.

6. Размещение специализированных станций необходимо осуществлять на входе углепогрузочного района в местах слияния регулировочного потока, совпадающего с основным направлением следования порожняка, что позволяет экономить до 3 единиц маневровых локомотивов.

7. При значительном суточном поступлении порожних полувагонов в углепогрузочные районы под погрузку угля в непригодном состоянии специализированные станции размещаются на основании технико-экономических расчетов. Критерием места расположения является минимизация приведенных затрат на выполнение ремонтных работ на один вагон в год.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. В современных условиях развития экономики Украины большее значение приобретает совершенствование транспортного обслуживания предприятий топливно-энергетического комплекса путем повышения уровня эксплуатационной работы. В комплексе "производство-транспорт-потребление" особое внимание должно быть уделено вопросу своевременного и качественного обеспечения пунктов погрузки угля технически исправным подвижным составом.

Перевозка донецкого угля постоянно требует совершенствования существующих форм организации вагонопотоков и, в первую очередь, наиболее эффективной из них - маршрутизации с мест погрузки.

2. Исследование источников образования погрузочных ресурсов на дорогах выявило ряд особенностей, отрицательно сказывающихся на обеспечение погрузки твердого топлива, прежде всего из-за неритмичности подвода вагонов, отклонений от установленного плана, наличия в порожняковых составах до 37% полувагонов, непригодных под погрузку угля.

3. Для обеспечения стабильности погрузки по периодам суток и исключения направления в отвалы добытого угля в углепогрузочных районах следует создавать постоянный запас порожних полувагонов, который повышает надежность обеспечения погрузки до 96% и обеспечивает ритмичную работу шахт углепогрузочных станций и районов в целом.

4. Исследования факторов, влияющих на простой вагонов на углепогрузочных станциях при немаршрутной погрузке, позволяют определить, что наибольшие затраты вагоно-часов на углепогрузочной станции будут в том случае, когда погрузка вагонов осу-

ществляется из текущей добычи шахт. Во избежание этого следует подводить вагоны к станциям погрузки по расписанию через интервалы времени, необходимые для накопления угля в бункерах.

5. Вагоно-часы простоя порожних и груженых вагонов, возникающие в процессе погрузки при подаче и уборке вагонов той же группой оказываются равны между собой, а при уборке по частям затраты груженых вагоно-часов снижаются на 17% при тех же значениях вагоно-часов простоя порожних вагонов. Затраты локомотиво-часов увеличиваются пропорционально числу подач и уборок вагонов.

6. При организации немаршрутной погрузки и определении затрат вагоно-часов необходимо учитывать: ограничения в подаче полувагонов по емкости бункеров, установление начала погрузки для поданной группы вагонов, рациональное распределение порожних вагонов между шахтами при обслуживании станцией примыкания нескольких шахт, число загружаемых вагонов до нулевого остатка угля в бункере.

7. В целях повышения надежности функционирования системы транспортировки каменного угля с 62% до 87% следует использовать методику установления оптимальных сроков подачи вагонов под погрузку угля в зависимости от технической оснащенности грузовых фронтов, производительности и режимов работы шахт с учетом подбора их в оптимальные группы для ускоренного и экономичного маршрутообразования, а также с целью сокращения времени доставки угля потребителям на 10%.

8. Определяющими в комплексе подготовительных операций при маршрутообразовании являются тонно-часы накопления угля, зависящие от числа шахт, их производительности и доли участия в погрузке маршрута.

9. О целью достижения наименьших затрат тонно-часов накопления при наличии нескольких шахт целесообразно при равной доле участия в погрузке маршрута объединять их в группы не более двух и примерно равных по производительности. При неравной доле участия шахт и разных производительностях должны быть определены и разные доли их участия в погрузке маршрута, выбор варианта объединения которых следует осуществлять с помощью предлагаемой методики.

10. В условиях отсутствия дефицита порожних вагонов требуемая надежность транспортного обслуживания углепогрузочного комплекса может быть обеспечена и при организации безбункерной погрузки каменного угля, дающей значительную экономию капитальных вложений на сооружение погрузочных обустройств и эксплуатационных расходов, которая на 12% превышает убытки от простоя неснижаемого запаса парка вагонов.

11. Следует изменить существующую систему организации технического обслуживания при подготовке вагонов к перевозке путем централизованного отбора неисправных вагонов в одном опорном пункте и организованном направлении их в ремонт на механизированные пункты.

12. В районах массовой погрузки необходимо сооружать или развивать имеющиеся станции в специализированные по предлагаемой автором схеме для переработки и технического обслуживания поступающего потока порожних вагонов, что повышает работоспособность вагонов на 34% и сокращает поступление во внеплановый ремонт до 40 тыс. полувагонов в год.

13. Размещение специализированных станций необходимо осуществлять, как правило, на входе углепогрузочного района, что позволяет избежать излишних перепробегов порожних вагонов и

экономить до 3 маневровых локомотивов в каждом углепогрузочном районе.

14. Надежность транспортного обслуживания топливно-энергетического комплекса повышается при внедрении мер, обеспечивающих продвижение угольных маршрутов по расписанию на электростанции и к другим массовым потребителям в системе "производство-транспорт-потребление", возвращение порожних составов из районов массовой выгрузки к местам погрузки. Предложенные разработки в диссертации также могут быть использованы и в других добывающих отраслях Украины и стран СНГ.

## ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акулиничев В.М., Боровой Н.Е., Кирьянова О.С. и др. Эксплуатация железных дорог. - М.Транспорт, 1968. - 410 с.
2. Акулиничев В.М., Кирьянова О.О., Боровой Н.Е. Организация вагонопотоков и маршрутизация перевозок. - М.:Транспорт, 1970. - 318 с.
3. Акулиничев В.М., Кудрявцев В.А., Корешков А.Н. Математические методы в эксплуатации железных дорог. - М.Транспорт, 1981. - 223 с.
4. Акулиничев В.М., Кудрявцев В.А., Шульженко П.А. Применение математических методов и вычислительной техники в эксплуатации железных дорог. - М.Транспорт, 1973. - 207 с.
5. Альтерман С.Л., Сметанин А.И. Организация работы с местными вагонами. - М.:Трансжелдориздат, 1961. - 175 с.
6. Бернгард К.А. Техническая маршрутизация железнодорожных перевозок /Труды ЦНИИ МПС, вып.119. - М. Транспорт, 1977. - С. 11-24.
7. Боровой Н.Е. Маршрутизация перевозок грузов. - М.: Транспорт, 1978. - 215 с.
8. Боровой Н.Е. Теория и методы расчета маршрутизации грузовых перевозок /Труды МИИТа, вып.309. - М.Транспорт, 1969. - 150 с.
9. Боровой Н.Е. Исследование вопросов организации маршрутных баз в районах отправления массовых грузов /Труды МИИТа, вып.168. - М.Транспорт, 1963. - 0. 44-49.
10. . Боровой Н.Е. Маршрутные базы и их эффективность //Железнодорожный транспорт. - 1964. -МИ. - С. 9-14.
11. Боровой Н.Е. Теория и методы расчета маршрутизации грузовых перевозок/Труды МИИТа, вып.309. - М.Транспорт, 1969.-

С. 51-60.

12. Буянова В.К. Об эффективности сохранения кольцевых маршрутов //Промышленный транспорт. - 1975. - № 8. - С. 22-25.

13. Буянова В.К., Сметанин А.И., Архангельский Е.В. Система организации вагонопотоков. - М.Транспорт, 1988. - 223 с.

14. Васильев И.И. Графики и расчеты по организации железнодорожных перевозок. - М.:Трансжелдориздат, 1941. - 575 с.

15. Галабурда В.Г. Оптимальное планирование грузопотоков. - М.:Транспорт, 1985. - 255 с.

16. Галабурда В.Г., Царев Р.М. Опыт разработки нормальных направлений грузопотоков и их эффективность. - М.:ЦНИИТЭИ МПС, 1972. - 36 с.

17. Гордон И.П. Координация сбыта и перевозок промышленной продукции. - М.Экономика, 1978. - 78 с.

18. Гордон М.Д., Бусько Д.Н. Возможности отправительской маршрутизации //Железнодорожный транспорт. - 1961.- № 3. - С. 12-14.

19. Гридюшко В.И. Выбор рационального варианта подготовки вагонов к перевозкам на отделении дороги. - М.:ЦНИИТЭИ МПС, 1982. - 33 с.

20. Гридюшко В.И., Бузанова Е.С. и др. Инструктивно-методические указания по размещению и совершенствованию работы пунктов подготовки вагонов к перевозкам и пунктов технического обслуживания. - М.Транспорт, 1982. - 77 с.

21. Грунтов П.С., Захаров В.А., Ярошевич В.П. Законы распределения транспортных потоков на станциях и участках /Труды БелИИЖТа, вып.123. - Гомель:БелИИЖТ, 1982. - 108 с.

22. Данько Н.И., Лукьянов Ю.Е. Исследование факторов, влияющих на величину отдельных затрат при маршрутизации погруз-

ки угля: Рук., деп. в ГНТБ Украины, рег. № 493-УК-94 от 10.03.94. - 8 с.

23. Данько Н.И., Лукьянов Ю.Е. О реализации требуемых маршрутных скоростей движения грузовых поездов на направлениях после строительства вторых путей /Сборник трудов ХГАЖТ.- Л 25. - Харьков:ХГАЖТ, 1994. - С. 64-69.

24. Данько Н.И. О целесообразности безбункерной погрузки угля: Рук., деп. в ГНТБ Украины, рег. Л 494-УК-94 от 10.03.94.- 9 с.

25. Данько Н.И., Кривошей Б.А. Объект, цель и содержание местной работы: Рук., деп. в ЦНИИТЭИ МПС, рег. J^ 3480 от 25.09.86. - 8 с.

26. Дерибас А.Т., Повороженко В.В., Потапов В.П. Организация грузовой и коммерческой работы на железнодорожном транспорте. - М.Транспорт, 1970. - 452 с.

27. Ермольев Ю.М., Ляшко И.И. и др. Математические методы исследования операций. - Киев:Вища школа, 1979. - 310 с.

28. Железные дороги мира.- М.:ЦНИИТЭИ МПС, 1978. -13.- С. 28-32; 1980. - £ 8. - 0. 22-27; 1982. - JS 4. - С. 17-19; 1988. -II. - С. 44-47, 76-78.

29. Железнодорожный транспорт в СССР и за рубежом /Под ред. А.А.Аветикяна. - М.:ЦНИИТЭИ МПС, 1983. - 150 с.

30. Железнодорожный транспорт в СССР и за рубежом /Под ред. А.А.Аветикяна. - М.:ЦНИИТЭИ МПС, 1987. - 156 с.

31. Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах СССР. - М.Транспорт, 1984. - 255 с.

32. Инструкция по планированию, организации и учету перевозок грузов отправительскими и ступенчатыми маршрутами. МПС СССР. - М. Транспорт, 1976. - 30 с.

33. Инструктивные указания по учету нормативных требований научной организации труда при проектировании новых и реконструкции действующих предприятий железнодорожного транспорта, разработке технологических процессов и оборудования.

- М. Транспорт, 1982. - 215 с.

34. Интенсификация использования подвижного состава и перевозочной мощности железных дорог /Под ред. И.Г.Тихомирова.

- М.:Транспорт, 1977. - 295 с.

35. Кайро Л.П. Влияние различных факторов на простой вагонов под накоплением на заадресовочной базе //Вестник ЦНИИ МПС. - 1964. - > I. - С. 28-36.

36. Каяшев А.В. Технике-экономическая эффективность маршрутизации с мест погрузки //Вестник ЦНИИ МПС. - 1962. - > 8. - С. 17-21.

37. Кочнев Ф.П., Акулиничев В.М., Макарович А.М. Организация движения на железнодорожном транспорте. - М.Транспорт, 1979. - 567 с.

38. Кочнев Ф.П., Максимович Б.М., Тихонов К.К. и др. Организация движения на железнодорожном транспорте. - М.Транспорт, 1969. - 390 с.

39. Кукушкин И.И. Правильно сочетать отправительскую и техническую маршрутизацию //Железнодорожный транспорт. - 1961. - л 7. - С. 19-21.

40. Лещинский А.А. Эффективность маршрутизации перевозок с мест погрузки //Труды ХИИТа, выл.22. - Харьков:ХШТ, 1968.- С. 41-50.

41. Лукьянов Ю.Е., Данько Н.И. Оптимизация подачи вагонов под погрузку угля //Тезисы докладов на Всесоюзном научно-техническом совещании по совершенствованию организации местной ра-

боты на железных дорогах. - М. Транспорт, 1985. - 0. 44-45.

42. Межова Р.В. Эксплуатационные требования к организации вагонопотоков для освоения возрастающих перевозок //Вестник ВНИИЖТа. - М. Транспорт, 1975. - Л 2. - Г. 1-4.

43. Межова Р.В., Шулько В.П. Сравнительная эффективность отправительской и технической маршрутизации //Труды ЦНИИ МПС, вып.186. - 1969. - 0. 64-70.

44. Методические указания по определению экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений на железнодорожном транспорте. МПС СССР. - М.: Транспорт, 1980. - 144 с.

45. Нагорный Е.В., Данько Н.И. Совершенствование технологии и схем грузовых и сортировочных станций для повышения надежности эксплуатации вагонного парка //Тезисы докладов на XX общесетевой научно-технической конференции. - Москва:МИИТ, 1983. - С. 34-39.

46. Новая система маршрутизации перевозок грузов: Экономика и общетранспортные вопросы. - М.Транспорт, 1971. вып.156. - С. 50-35.

47. Обзор работы железных дорог США за 1988 год. - М.:ЩИТЭИ МПС, 1988. - 186 с.

48. Олейник О.А. Переработка местных вагонов в узлах //Железнодорожный транспорт. - 1985. -14. - 0. 39-40.

49. Осипов В.Т. Отправительская маршрутизация на железнодорожном транспорте. - М.:Трансжелдориздат, 1958. - 430 с.

50. Осипов В.Т. Маршрутизация перевозок и повышение ее эффективности. - М.:Наука, 1967. - 290 с.

51. Падня В.А. Применение теории массового обслуживания на транспорте. - М.Транспорт, 1968. - 208 с.

52. Петров А.П. Организация движения на железнодорожном транспорте. - М.:Трансжелдориздат, 1960. - 515 с.
53. Петров А.П. Пути совершенствования плана формирования поездов //Железнодорожный транспорт. - 1957. - > 8. - 0. 27-34.
54. Петер А.Стенбринк. Оптимизация транспортных сетей. Пер. с англ. - М.:Транспорт, 1981. - 320 с.
55. Пивенштейн Д.И. Номограммы для-анализа работы железных дорог. - М. Транспорт, 1968. - 152 с.
56. Повороженко В.В. Планирование маршрутизации перевозок и ее эффективность. - М.:Трансжелдориздат, 1952. - 415 с.
57. Повороженко В.В. Повышение производительности грузового вагона. - М.Транспорт, 1965. - 196 с.
58. Повороженко В.В. Организация грузовой работы на железнодорожном транспорте. - М.:Трансжелдориздат, 1947.- 475 с.
59. Попсуев А.В. Теоретические основы организации вагонопотоков с учетом стоимости перевозимых грузов: Автореф. дис. на соиск. учен. степ, д-ра техн.наук. - Харьков:ХИИТ, 1968. - 35 с.
60. Покавкин В.А. Расчет эффективности групповой и одногруппной маршрутизации перевозок //Труды ВНИИЖТ, вып.173. - 1983. - 93 с.
61. Рыжиков Ю.И. Управление запасами. - М.:Наука, 1969. - 344 с.
62. Угрюмов А.К. Неравномерность движения поездов. - М.: Транспорт, 1968. - 112 с.
63. Railway Track and Structurec, 1988, ^5, p. 52-53.
64. Railway Gazette International, 1985, 14, p. 262-263; 1987, № 6, p. 50-58; 1988, ^ 4, p. 43-48.
65. Railway and Elec, 1988, Л I, p. 33-39.
66. "Modern Transport" ^ 2325, 7.12.1991 r., p. 50-58.

Организация движения тяжеловесных поездов, груженых углем по кольцевым маршрутам на британских железных дорогах.

67. "Elect!\*. World", 1991, Л 19, p. 67-71.

Маршрутизация перевозок и создание специального подвижного состава.

68. "Reu Gen Ohemins de Fer", 1990, J^ 21, p. I3I-I35.

Тяжеловесные маршруты на железных дорогах США

ПРИЛОЖЕНИЯ

ri

S  
 о ю ф  
 н о X  
 Ci e ф  
 о о  
 H<sup>4</sup> я ю  
 в<sup>1</sup> O S  
 ф C 2  
 O C  
 O ,04^  
 W 05  
 м  
 5ч  
 O к lf 4  
 ф л  
 о S о  
 ф I о X X  
 ф e ф S  
 & K 1=  
 ь

со 1=  
 3  
 ф  
 3  
 ь

W 05  
 м  
 5ч  
 O

к lf 4  
 ф л  
 о S о  
 ф I о X X  
 ф e ф S  
 & K 1=  
 ь

SO II II  
 <J r^ <- /<sup>^</sup>  
 H N

S S S  
 M M M  
 P H P H P H

22 w  
 нее©  
 й й 1-й н

S S  
 н и м  
 P H P H P H

УЗ и и |—ч н |—4 н н н н гц н  
 й р н г р н р н р н с р н с р н г с н  
 С^ й й й ГЦ ГЦ й ГЦ ГЦ ГЦ ГЦ н й

\*\*\*\*\*  
 Прогноз производится.  
 \*\*\*\*\*  
 H N C O  
 ^ ^ ^ t  
 e » < y  
 И И И S  
 o  
 ..... X

о



Продолжение прилож, /

```

LPRINT "
LPRINT "
LPRINT "
FOR i = 1 TO K - 1
    LPRINT USING "I   ###           ###           +##.##           ##.##           II"; i; Y(i); A(i); B(i)
NEXT
LPRINT " и
LPRINT
LPRINT
LPRINT     Средние коэффициенты за исследуемый период
LPRINT
LPRINT           A ср           Вер
LPRINT USING           +##.##           ##.##           SrA; SrB
LPRINT
LPRINT
LPRINT
LPRINT     Прогнозируемые значения за исследуемый период"
LPRINT
LPRINT           X           Y II
LPRINT           h           1
FOR i = 1 TO K + 1
    Yl(i) = SrA * i + SrB
    LPRINT USING "           ###           ###           i; Yl(i)
NEXT
LPRINT "           U===           и
SLEEP
NEXT
END

```

*Продолжение прт/ЛойС. -i*

\*\*\*\*\*  
 \* \*  
 \*\*\* Расчет корреляционных коэффициентов \*\*\*  
 \*\*\* для уравнения  $Y=aX+b$  по прогнозу добычи \*\*\*  
 \*\*\* каменного угля \*\*\*

\*\*\* Для Донецкого бассейна в целом \*\*\*  
 Продолжительность исследуемого периода 9  
 Продолжительность прогнозируемого периода 5

Расчетные коэффициенты

X	Y	A	B
1	162	-7.00	169.00
2	155	+2.00	151.00
3	157	+0.00	157.00
4	157	-2.00	165.00
5	155	-2.00	165.00
6	153	-1.00	159.00
7	152	-1.00	159.00
8	151	-1.00	159.00

Средние коэффициенты за исследуемый период

A ср	B ср
-1.50	160.50

Прогнозируемые значения за исследуемый период

X	Y
1	159
2	158
3	156
4	155
5	153
6	152
7	150
8	149
9	147
10	146
11	144
12	143
13	141
14	140

## Продолжение проп. /

\*\*\* Расчет корреляционных коэффициентов \*\*\*  
 \*\*\* для уравнения  $Y=aX+b$  по прогнозу добычи \*\*\*  
 \*\*\* каменного угля \*\*\*

\*\*\* Для Донецкой области \*\*\*  
 Продолжительность исследуемого периода 9  
 Продолжительность прогнозируемого периода 5

Расчетные коэффициенты

X	Y	A	B
1	98	-3.00	101.00
2	95	4-2.00	91.00
3	97	-3.00	106.00
4	94	+ 1.00	90.00
5	95	-2.00	105.00
6	93	+2.00	81.00
7	95	-3.00	116.00
8	92	-1.00	100.00

Средние коэффициенты за исследуемый период

1	Аср	Вер
	-0.88	98.75

Прогнозируемые значения за исследуемый период

X	Y
1	98
2	97
3	96
4	95
5	94
6	94
7	93
8	92
9	91
10	90
	89
12	88
13	87
14	87

\*\*\* Расчет корреляционных коэффициентов \*\*\*  
 \*\*\* для уравнения  $Y=aX+b$  по прогнозу добычи \*\*\*  
 \*\*\* каменного угля \*\*\*

\*\*\* Для Луганской области \*\*\*  
 Продолжительность исследуемого периода 9  
 Продолжительность прогнозируемого периода 5

Расчетные коэффициенты

X	Y	A	B
1	64	-3.00	67.00
2	61	+0.00	61.00
3	61	+ 0.00	61.00
4	61	-2.00	69.00
5	59	+3.00	44.00
6	62	-2.00	74.00
7	60	+0.00	60.00
8	60	+ 0.00	60.00

Средние коэффициенты за исследуемый период

	A ср	Вер
1	-0.50	62.00

Прогнозируемые значения за исследуемый период

X	Y
1	62
2	61
3	61
4	60
5	60
6	59
7	59
8	58
9	58
10	57
11	57
12	56
13	56
14	55





*Продолжение прилож. 2*

```
st3 = st3 + t.3(i)
st4 = st4 + t4(i)
NEXT
REM *** Заполнение массивов ***
A(1..1) = 5
A(1, 2) = st
A(1, 3) = st2
A(2, 1) = st
A(2, 2) = st2
A(2, 3) = st3
A(3, 1) = st2
A(3, 2) = st3
A(3, 3) = st4
B(1) = su
B(2) = sut
B(3) = sut2
d$(1) = "январь"
d$(2) = "февраль"
d$(3) = "март"
d$(4) = "сентябрь"
d$(5) = "октябрь"
f$(1) = "погрузки"
f$(2) = "выгрузки"
f$(3) = "приема порожни"
ff$ = f$(f)
dd$ = d$(d)
REM *** Выполнение расчета ***
REM *****^
i = 2
FOR k = 1 TO 2
```





Продолжение пре лож. 2.

```

ICS*$Я«**$$*$$$Ж*Я«$$$*$>K#$$^
W*          GAUSS.BAS          ***
*** Программа прогнозирования ***
*** погрузочных ресурсов дороги ***

```

Прогнозирование выгрузки за январь месяц 1992 года

l	t	И	Ut	Ut <sup>1/2</sup>	t/2	t~3 I	t^4
1	18	0	0	0	324	5832	104976
	6	3635	21810	130860	36	216	1296
i	18	9717	174906	3148308	324	5832	104976

Коэффициенты A = +0.000244 B = +773.79 C = -27.99309

```

***
***          GAUSS.BAS          ***
*** Программа прогнозирования ***
*** погрузочных ресурсов дороги ***

```

Прогнозирование выгрузки за февраль месяц 1992 года

l	t	U	Ut	Ut <sup>1/2</sup>	t~2	t^3	t~4
1	18	0	0	0	324	5832	104976
	6	3673	220381	132228	36	216	1296
3	18	9968	179424	3229632	324	5832	104976

Коэффициенты A = +0.000244 B = +779.81 C = -27.93984

```

***
***          GAUSS.BAS          ***
*** Программа прогнозирования ***
*** погрузочных ресурсов дороги ***

```

Прогнозирование выгрузки за март месяц 1992 года

IN	t	U	Ut	Ut <sup>2</sup>	t <sup>3</sup>	t <sup>4</sup>
1	18	0	0	0	324	104976
	6	3613	21678	130068	36	1296
I 3	18	9661	173898	3130164	324	1,04976

Коэффициенты A = +0,000244 B = +769.07 C = -27,81717

Продолжение прилов. 2

\* \$ ф -К Ж :ф: \$ ^ \* \$ ^ Ж Ж Ж İ \$ Ж ^ I \$ \$ Я? \$ \$ ^ Ф \$ ^ Ж \* Ж \$ & \$ Ж  
 \*\*\* GAUSS.BAS \*\*\*

\*\*\* Ш Программа прогнозирования \*\*\*  
 \*\*\* погрузочных ресурсов дороги \*\*\*

Прогнозирование выгрузки за сентябрь месяц 1992 года

1	t	И	Ut.	Ut <sup>A2</sup>	t <sup>A3</sup>	t~4
1 1	18	0	0	0	324 I 5832	104976
	6	3123	18738	112428	36 216	12961
3	18	9195	165510	2979180	324 58321	1049761

Коэффициенты A = +0.000000 B = +653.04 C = -22.09031

\*\*\* GAUSS.BAS \*\*\*  
 \*\*\* Программа прогнозирования \*\*\*  
 Ш погрузочных ресурсов дороги \*\*\*

Прогнозирование выгрузки за октябрь месяц 1992 года

1 <sup>N</sup>	U	Ut	Ut <sup>^</sup>	t~2 I	t~3	t~4
1	18 I 0	0	0	324	5832	104976
i 2	6 3192	19152	114912	36	216	12961
1 3	18 9382	168876	3039768	324	5832	104976]

Коэффициенты A = +0.000244 B = +667.70 C = -22.61578



Продолжение прилож. 2

```

*****
***
* Ж Ж ж ж * * * * $ * * * * $ * * * * * * Ж Ж * Ж * * Ж Ж * Я * * * *
m          Программа          прогнозирования          жжж
*жж       погрузочных        ресурсов        дороги        ЖЖЖ
* * * * *
    
```

Прогнозирование приема порожних за сентябрь месяц 1992 года

N	t	и	Ut	иг'2	t~2	t~3	t'4 J
1	18	0	0	0	1 324	5832	104976
2	0	213	0	0	0	0	0
3	6	670	4020	24120	36	216	1296
4	12	1077	12924	155088	144	1728	20736
5	18	3423	61614	1109052	324	5832	104976

Коэффициенты A =+227.230591 B = +58.99 C = +1.28205

```

* * * * *
ЖЖЖ          GAUSS.BAS          ЖЖЖ
* * * * *
жж*   Программа прогнозирования жжж
жжж   погрузочных ресурсов дороги жжж
* * * * *
    
```

Прогнозирование приема порожних за октябрь месяц 1992 года

1	t	И	Ut	Ut^2	t~2	t~3	t~4
1	18	0	0	0	324	5832	104976
2	0	214	0	0	0	0	0
3	6	449	2694	16164	36	216	1296
4	12	801	9612	115344	144	1728	20736
5	18	2976	53568	964224	324	5832	104976

Коэффициенты A =+225.179443 B = +12.65 C = +3.17771









Продолжение ^рилож. 5

```

REM $ $ * $ Ж $ $ Ж $ $ t * Ж ^ Ж Ж & * Ms * $ Ms *
Ms Ms Ms
REM *** ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ MsM<Ms
7 qn4 = 1
71 IF qn4 = 1 THEN q4 = 500: GOTO 8
IF qn4 = 2 THEN q4 = 1000: GOTO 8
IF qn4 = 3 THEN q4 = 2000: GOTO 8
IF qn4 = 4 THEN q4 = 3000: GOTO 8
q4 = 4000
8 pro4 = pro2 * Ms * t2 / q2
IF k = 4 THEN pro = pro4; GOTO 111

REM MSMSMS Работа 5 шахты ***
DU st st
REM *** Время работы W*
tn5 = 1
81 IF tn5 = 1 THEN t5 = 8: GOTO 9
IF tn5 = 2 THEN t5 = 12: GOTO 9
IF tn5 = 3 THEN t5 = 18: GOTO 9
t5 = 24

REM *** Производительность *Ж*
9 qn5 = 1
91 IF qn5 = 1 THEN q5 = 500: GOTO 10
IF qn5 = 2 THEN q5 = 1000: GOTO 10
IF qn5 = 3 THEN q5 = 2000: GOTO 10
IF qn5 = 4 THEN q5 = 3000: GOTO 10
q5 = 4000
10 pro = pro4 * t5 / q5

111 tpro = (qm / k) ^ 2 * pro "вагоно-часы простоя под погрузкой

REM *** Печать результатов ***
PRINT #1, "t1 ="; t1; "q1 ="; q1; "t2 ="; t2; "q2 " q2;
PRINT #1, "t3 ="; t3; "q3 ="; q3; "t4 ="; t4; "q4 q4;
PRINT #1, "t5 ="; t5; "q5 ="; q5; "k ="; k; "tpro "; tpro
PRINT #1,

IF k > 2 THEN 25
24 IF qn2 < 5 THEN qn2 = qn2 + 1: GOTO 31
qn2 = 1
tn2 = tn2 + 1
IF tn2 < 5 THEN 21
tn2 = 1
qnl = qnl + 1
IF qnl < 6 THEN 11
qnl = 1
tnl = tnl + 1
IF tnl = 5 THEN 100

```









*Продолжение л рило ж. 5*

$t1 = 12$   $q1 = 1000$   $t2 = 8$   $q2 = 500$   $I3 : 0$   $q3 = 0$   $t1 = 0$   $q1 = 0$   $t5 = 0$   $q5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $tpro = 432$

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=8$   $q2=1000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
216

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=8$   $q2=2000$   $t3=0$   $q3=0$   $t1=0$   $q1=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
108

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=8$   $q2=3000$   $t3=0$   $q3=0$   $t1=0$   $q1=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
72

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=8$   $q2=4000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
54

$t1 = 12$   $q1 = 1000$   $t2 = 12$   $q2 = 500$   $t3 = 0$   $q3 = 0$   $t1 = 0$   $q1 = 0$   $t5 = 0$   $q5 = 0$   $\kappa =$   
2  $tpro = 648$

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=12$   $q2=1000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
324

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=12$   $q2=2000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
162

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=12$   $q2=3000$   $t3=0$   $q3=0$   $t1=0$   $q1=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
108

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=12$   $q2=4000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
81

$t1 = 12$   $q1 = 1000$   $t2 = 18$   $q2 = 500$   $t3 = 0$   $q3 = 0$   $t1 = 0$   $q1 = 0$   $t5 = 0$   $q5 = 0$   $\kappa =$   
2  $tpro = 072$

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=18$   $q2=1000$   $t3=0$   $q3=0$   $t1=0$   $q1=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
486

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=18$   $q2=2000$   $t3=0$   $q3=0$   $t1=0$   $q1=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
243

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2:18$   $q2=3000$   $t3=0$   $q3=0$   $t1=0$   $q1=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
162

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2:18$   $q2 :4000$   $t3=0$   $q3=0$   $t1=0$   $q1=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
121.5

$t1 = 12$   $q1 = 1000$   $t2 = 24$   $q2 = 500$   $t3 = 0$   $q3 = 0$   $t4 = 0$   $q4 = 0$   $t5 = 0$   $q5 = 0$   $\kappa =$   
2  $tpro = 1296$

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=24$   $q2=1000$   $t3=0$   $q3=0$   $t1=0$   $q1=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
648

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=24$   $q2=2000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
324

$t1 = 12$   $q1=1000$   $t2=24$   $q2=3000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
216

$t1 = 12$   $q1=1900$   $t2=24$   $q2=4000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=$  2  $tpro=$   
162



## Продолжение прилож. Ъ

$t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 8 q_2 = 500 t_3 = 0 q_3 = 9 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 8 \kappa = 2$   
 $t_{pro} = 1296$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 8 q_2 = 1000 t_3 = 9 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 9 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 647.9999$   
 $t_1 = 18 q_1 = 509 t_2 = 8 q_2 = 2000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 324$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 8 q_2 = 3000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 216$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 8 q_2 = 4000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 162$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 12 q_2 = 500 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2$   
 $t_{pro} = 1944$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 12 q_2 = 1000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 971.9999$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 12 q_2 = 2000 t_3 = 0 q_3 = 9 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 486$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 12 q_2 = 3000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 9 \kappa = 2 t_{pro} = 324$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 12 q_2 = 4000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 243$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 18 q_2 = 500 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2$   
 $t_{pro} = 2916$   
 $t_1 : 18 q_1 : 500 t_2 = 18 q_2 = 1000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 1458$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 18 q_2 = 2000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 729$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 18 q_2 = 3000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 486$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 18 q_2 = 4000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 9 \kappa = 2 t_{pro} = 364.5$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 24 q_2 = 500 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2$   
 $t_{pro} = 3888$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 24 q_2 = 1000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 1944$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 24 q_2 = 2000 t_3 = 0 q_3 = 9 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 971.9999$   
 $t_1 = 18 q_1 = 500 t_2 = 24 q_2 = 3000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 647.9999$   
 $t_1 = 18 q_1 = 509 t_2 = 24 q_2 = 4000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 486$   
 $t_1 = 18 q_1 = 1000 t_2 = 8 q_2 = 500 t_3 = 9 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 9 q_5 = 0 \kappa = 2$   
 $t_{pro} = 647.9999$   
 $t_1 = 18 q_1 : 1000 t_2 = 8 q_2 = 1000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 9 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 324$   
 $t_1 = 18 q_1 = 1000 t_2 = 8 q_2 = 2000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 162$   
 $t_1 = 18 q_1 = 1900 t_2 = 8 q_2 = 3000 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 108$   
 $t_1 : 18 q_1 = 1000 t_2 = 8 q_2 = 4009 t_3 = 0 q_3 : 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2 t_{pro} = 80.99999$   
 $t_1 = 18 q_1 = 1000 t_2 = 12 q_2 = 500 t_3 = 0 q_3 = 0 t_4 = 0 q_4 = 0 t_5 = 0 q_5 = 0 \kappa = 2$   
 $t_{pro} = 971.9999$

Продолжение прилож. 3

tl = 18 ql = 2900 t2 = 8 q2 = 500 t3 = 0 q3 = 0 t4 = 0 M = 0 t5 = 0 q5 = 0 κ = 2  
tpro = 324

tl = 18ql=2000t2=8 q2= 1000t3= 0q3=0t4= 0q4 =0t5 =0q5 =0 κ= 2  
tpro=162

tl = 18ql=2000t2=8 q2= 2000t3= 0q3=0t4= 0q4 =0t5 =0q5 =0 κ= 2  
tpro=80.0»

tl = 18ql=2000t2=8 q2= 3000t3= 0q3=0t4= 9q4 =0t5 =0q5 =0 κ= 2  
tpro=54

tl = 18ql=2000t2=8 q2= 4000t3= 0q3=0t4= 0q4 =0t5 =0q5 =0 κ= 2  
tpro=40.5

tl = 18 ql = 2000 t2 = 12 q2 = 599 t3 = 9 q3 = 0 t4 = 0 q4 = 0 t5 = 0 q5 = 0 κ = 2  
tpro = 486

tl = 18ql=2000t2=12q2= 1000t3= 0q3=0t4= 0q4 =0t5 =0q5=0κ = 2tpro  
=243

tl = 18ql=2000t2=12q2= 2000t3= 9q3=9t4= 9q4 =0t5 =0q5=0κ = 2  
tpro=121.5

tl = 18ql=2000t2=12q2= 3000t3= 0q3=0t4= 0q4 =0t5 =0q5=0κ = 2  
tpro=80.98999

tl = 18ql=2000t2=12q2= 4000W= 0q3=0t4= 0q4 =0t5 =0q5=0κ = 2  
tpro=60.75

tl = 18 ql = 2000 t2 = 18 q2 = 500 t3 = 0 q3 = 0 t4 = 0 q4 = 0 t5 = 0 q5 = 0 κ = 2  
tpro = 729

tl = 18ql=2000t2=18q2= 1000t3= 0q3=0t4= 0q4=0t5= 0q5=0κ= 2 tpro=  
364.5

tl = 18ql=2000t2=18q2= 2000t3= 0q3=9t4= 0q4=9t5= 0q5=0κ= 2 tpro  
=182.25

tl = 18ql=2000t2=18q2= 3000t3= 0q3=0t4= 0q4: 0t5= 0q5=0κ : 2 tpro  
=121.5

tl : 18ql=2000t2=18q2= 4000t3= 0q3=0t4= 0q4=0t5= 0q5=0κ= 2 tpro  
=91.125

tl = 18 ql = 2000 t2 = 24 q2 = 500 t3 = 0 q3 = 0 t4 = 0 q4 = 0 t5 = 0 q5 = 0 κ = 2  
tpro = 971.9999

tl = 18ql=2000t2=24q2= 1000t3= 0q3=0t4= 0q4=0t5= 0q5=0κ= 2 tpro=  
486

tl = 18ql=2000t2= 24q2=2000t3 =0q3=0t4 =0q4=0t5 =0q5=0κ = 2  
tpro=243

tl = 18ql=2000t2=24q2= 3000t3= 0q3=0t4= 0q4=0t5= 9q5=0κ= 2 tpro  
=162

tl = 18ql=2000t2=24q2= 4900t3= 0q3=0t4= 0q4=0t5= 0q5=0κ= 2 tpro  
=121.5

Продолжение прилож<sup>3</sup>

$t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 8$   $q_2 = 500$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 182$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 8$   $q_2 = 1000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   $t_{pro} = 80,09999$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 8$   $q_2 = 2000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   $t_{pro} = 40,5$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 8$   $q_2 = 3000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   $t_{pro} = 27$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 8$   $q_2 = 4000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   $t_{pro} = 20.25$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 12$   $q_2 = 500$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 243$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 12$   $q_2 = 1000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 121.5$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 12$   $q_2 = 2000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 60.75$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 12$   $q_2 = 3000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 40.5$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 12$   $q_2 = 4000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 30.375$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 18$   $q_2 = 500$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 364.5$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 18$   $q_2 = 1000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 182.25$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 18$   $q_2 = 2000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 91,125$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 18$   $q_2 = 3000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 60.75$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 18$   $q_2 = 4000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 45.5625$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 24$   $q_2 = 500$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 486$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 24$   $q_2 = 1000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 213$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 24$   $q_2 = 2000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 121.5$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 24$   $q_2 = 3000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 80.99999$   
 $t_1 = 18$   $q_1 = 4000$   $t_2 = 24$   $q_2 = 4000$   $t_3 = 0$   $q_3 = 0$   $t_4 = 0$   $q_4 = 0$   $t_5 = 0$   $q_5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $t_{pro} = 60.75$

Продолжение прилож. 3

$t1 = 24$   $q1 = 1000$   $t2 = 8$   $q2 = 500$   $t3 = 0$   $q3 = 0$   $t4 = 0$   $q4 = 0$   $t5 = 0$   $q5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $tpro = 864.0001$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=8$   $q2=1000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=9$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro= 432$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=8$   $q2=2000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro= 216$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=8$   $q2=3000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro= 144$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=8$   $q2=4000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro= 108$   
 $t1 = 24$   $q1 = 1000$   $t2 = 12$   $q2 = 500$   $t3 = 0$   $q3 = 0$   $t4 = 0$   $q4 = 0$   $t5 = 0$   $q5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $tpro = 1296$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=12$   $q2=1600$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =648$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=12$   $q2=2000$   $W=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5 : 0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
 $324$   
 $t1 = 24$   $q1:1000$   $t2=12$   $q2=3000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5 : 0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
 $216$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=12$   $q2=4000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
 $162$   
 $t1 = 24$   $q1 = 1000$   $t2 = 18$   $q2 = 500$   $t3 = 0$   $q3 = 0$   $t4 = 0$   $q4 = 0$   $t5 = 0$   $q5 = 0$   $\kappa =$   
 $2$   $tpro = 1944$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=18$   $q2=1000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =972$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=18$   $q2=2000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
 $486$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=18$   $q2=3000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
 $324$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=18$   $q2=4000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
 $243$   
 $t1 = 24$   $q1 = 1000$   $tZ = 24$   $q2 = 599$   $t3 = 0$   $q3 = 0$   $t4 = 9$   $q4 = 9$   $t5 = 9$   $q5 = 0$   $\kappa =$   
 $2$   $tpro = 2592$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=24$   $q2=1000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
 $1296$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=24$   $q2=2000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
 $648$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=24$   $q2=3000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
 $432$   
 $t1 = 24$   $q1=1000$   $t2=24$   $q2=4000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro =$   
 $324$   
 $t1 = 24$   $q1 = 2000$   $t2 = 8$   $q2 = 500$   $t3 = 0$   $q3 = 0$   $t4 = 0$   $q4 = 0$   $t5 = 0$   $q5 = 0$   $\kappa = 2$   
 $tpro = 432$   
 $t1 = 24$   $q1=2000$   $t2=8$   $q2=1000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro=216$   
 $t1 = 24$   $q1=2000$   $t2=8$   $q2=2000$   $t3=0$   $q3=0$   $t4=0$   $q4=0$   $t5=0$   $q5=0$   $\kappa=2$   $tpro= 108$   
 $t1 = 24$   $q1=2000$   $t2=8$   $q2=3000$   $t3 = 0$   $q3= 0$   $t4= 0$   $q4= 0$   $t5= 0$   $q5=0$   $\kappa= 2$   $tpro$   
 $= 72$



КОПИЯ

Приложение 4

Начальник Дебальцевского  
отделения Донецкой ж.д.

Н.И.Луханин

(Печать) (подпись)

апреля 1989 г.

## АКТ

О внедрении разработок, выполненных Харьковским  
институтом инженеров железнодорожного транспорта  
им.С.М.Кирова

На основании Договора по хозтеме 12/5 от 2 января 1988 г.  
между ХИИТом и Дебальцевским отделением Донецкой железной  
дороги комиссия в составе:

Главный инженер отделения Горбунов Ф.В.

Начальник техотдела отделения Резников В.Н.

Инженер по капстроительству Крижевицкий Н.М.

Доцент ХИИТа

Крячко В.И.

Ст.преп. ХИИТа

Данько Н.И.

на основании научно-технических разработок ученых Харьковского  
института инженеров железнодорожного транспорта и доклада

ст. преподавателя этого института Н.И.Данько комиссия устано-  
вила следующее:

1. Разработки выполнены в соответствии с утвержденной  
программой и приняты к внедрению. (Протокол заседания техсовета  
Дебальцевского отделения Донецкой ж.д. от 23 марта 1989 г.).

2. Реконструировать существующую станцию Чернухино в  
специализированную техническую станцию предназначенную для  
переработки поступающих порожних полувагонов под погрузку на  
углепогрузочные районы отделения и централизованного отбора  
непригодных под погрузку вагонов.

Продолжение прилож. 4

3. Создать на станциях Штеровка и Должанская механизированные пункты подготовки вагонов предназначенные для безотцепочного ремонта полувагонов, поступающих под погрузку угля в данные углепогрузочные районы и подачи их в исправном техническом и коммерческом состоянии.

4. Экономическая эффективность от внедрения предлагаемых основных мероприятий непосредственно на отделении:

4.1. От внедрения централизованного отбора неисправных вагонов из числа поступающих порожних маршрутов на специализированной станции и ускорение выполнения их ремонта позволяет высвободить до 180 ваг/сут.

4.2. Высвобождаются в углепогрузочных районах 3 маневровых локомотива.

4.3. Упраздняется 31 малопроизводительный пункт по ремонту вагонов с высвобождением 248 работников эксплуатационного штата.

4.4. Сокращается поступление порожних полувагонов во внеплановый ремонт и повышается работоспособность вагона на 34%.

5. Экономический эффект от внедрения предложенных разработок составляет 1976352 руб/год.

6. Предложенные разработки могут быть внедрены и в других углепогрузочных районах Донецкой ж.д.

7. Руководство ХИИТа к отчислению процентов от экономической эффективности требований предъявлять не будет.

Председатель комиссии,

главный инженер НОД-5

(подпись)

Ф.В.Горбунов

Члены комиссии:

Начальник техотдела НОД-5

(подпись)

В.Н.Резников

Инженер по кастроительству

(подпись)

Н.М.Крижевицкий

Доцент ХИИТа

(подпись)

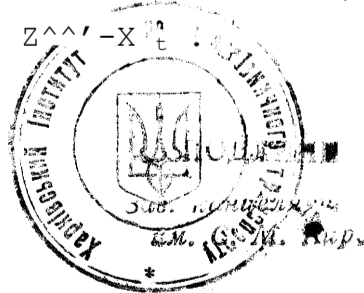
В.И.Крячко

Ст.преподаватель ХИИТа

(подпись)

Н.И.Данько

(печать) З^ -Х



КОПИЯ

Продолжение прилож. 4

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 4  
заседания техсовета Дебальцевского отделения  
Донецкой железной дороги  
от 23 марта 1989 г.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: Луханин Н.И., Фролов В.В., Момот Н.М.,  
Горбунов Ф.В., Резников В.Н.,  
Данько Н.И., Крячко В.И., Шиш В.А.,  
Шипулин А.П.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

1. Обсуждение научно-технического отчета выполненного Харьковским институтом инженеров железнодорожного транспорта им.О.М.Кирова "Разработка и внедрение централизованного отбора непригодных под погрузку порожних полувагонов на специализированной станции".

СЛУШАЛИ: доклад инженера Данько Н.И. о выполненном научно-техническом отчете.

По окончании доклада заданы вопросы тт.Луханиным Н.И., Момотом Н.М., Фроловым В.В., Горбуновым Ф.В.

ВЫСТУПИЛИ: Крячко В. И., Резников В.Н., Луханин Н.И.

ПОСТАНОВИЛИ:

2. Научно-технический отчет и разработки ученых Харьковского

Продолжение прилож. 4

института инженеров железнодорожного транспорта им.С.М.Кирова одобрить.

3. Рекомендовать руководству Дебальцевского отделения выйти о ходотайством в Управление Донецкой железной дороги о выделении финансирования для внедрения предложенных разработок.

4. Просить руководство ХИИТа осуществить авторский надзор за внедрением предложенных разработок.

Начальник НОД-5

(Печать)

г. Дебальцево

23 марта 1989 г.

(подпись)

Н.И.Луханин

