

Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта

На правах рукописи

Черныш Наталья Юрьевна

УДК 656.225.073.437

**ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛОВ ГРУЗОПОТОКОВ
ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МАРШРУТНЫХ СПОСОБОВ
ПЕРЕВОЗКИ МАССОВЫХ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ
ТРАНСПОРТОМ**

05.22.20 - Эксплуатация и ремонт средств транспорта

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Особис
засвідчую
Завідуючий і-иччелярією
Хар да зг

В.И. О'

Васильев
Авгоренко Т.В

Научный руководитель
Доктор технических наук,
Профессор
Нагорный Евгений Васильевич

Харьков - 2001

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ 1 СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В РЫНОЧНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СРЕДЕ	11
1.1. Формирование рыночной среды на транспорте в условиях конкуренции его различных видов	11
1.2. Анализ математических моделей, описывающих функционирование транспортного рынка	22
1.3. Постановка цели и задач исследования	34
Выводы по разделу 1	37
РАЗДЕЛ 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ, ОПИСЫВАЮЩИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ ГРУЗОПОТОКОВ	39
2.1. Разработка производственно-транспортной цепи перевозки грузов маршрутами	39
2.2. Обоснование интегрального показателя.....	46
2.3. Вероятностная модель выбора ресурсов транспортного рынка	91
2.4. ды по разделу 2	98
РАЗДЕЛ 3 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КАНАЛОВ ГРУЗОПОТОКОВ ПЕРЕВОЗКИ МАССОВЫХ ГРУЗОВ МАРШРУТАМИ	100
3.1. Математическая постановка задачи	100
3.2. Математическая модель функционирования производственно- транспортной цепи	106
3.3. Обоснование универсальности интегрального показателя	116
Выводы по разделу 3	122

ВВЕДЕНИЕ

В связи с переходом на прямые договорные условия доставки грузов со стороны поставщиков и потребителей изменяются требования к условиям доставки, их количественным и временным параметрам, что вызывает необходимость совершенствования системы организации вагонопотоков. Одним из важнейших направлений совершенствования системы организации вагонопотоков является отправительская маршрутизация, которая обеспечивает ускорение доставки грузов потребителям, более эффективное использование маневровых средств, сокращение простоев вагонов на технических станциях, в пути следования.

Поскольку в сфере транспорта и производства задействованы большие людские и материальные ресурсы и в том числе подвижной состав, погрузочно-разгрузочные машины, складские сооружения со значительными капиталовложениями, возникает необходимость повышения эффективности использования оснащения производственно-транспортных систем с целью снижения суммарных затрат на обработку вагонопотоков.

Актуальность темы. С усложнением связей между участниками рыночного процесса повышаются требования к производительности и качеству работы железнодорожного транспорта. В условиях транспортного рынка со стороны грузопользователей критериями оценки качества работы железнодорожного транспорта выступают доставка груза "точно в срок" и с минимальными затратами. Организационные формы и экономические методы комплексного управления грузопотоком призваны максимально сократить совокупные затраты на всех стадиях хранения и передвижения груза.

Большое значение имеет высвобождение производственных запасов сырья при доставке груза "точно в срок" оптимальными партиями. Для получения оптимальных параметров каналов грузопотоков и снижения затрат на обработку грузопотоков необходимы новые подходы к построению и анализу моделей, описывающих функционирование производственно-транспортных комплексов. Существующие модели не учитывают в полной мере интересы каждого участника произ-

РАЗДЕЛ 4 МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТРАНСПОРТНОЙ ЦЕПИ	124
4.1. Анализ результатов моделирования функционирования производственно-транспортной цепи перевозки массовых грузов	124
4.2. Оценка параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами и их эффективность	130
4.3. Рекомендации по разработке единого технологического процесса функционирования всей производственно- транспортной цепи	138
Выводы по разделу 4.....	142
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	144
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	148
ПРИЛОЖЕНИЕ А СТАВКИ ПЛАТЫ ЗА ПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУЗОВЫМИ ВАГОНАМИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ.....	156
ПРИЛОЖЕНИЕ Б ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДИРЕКЦИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК ЮЖНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ПОУЧАСТКОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ СЕБЕСТОИМОСТИ	158
ПРИЛОЖЕНИЕ В ИССЛЕДОВАНИЕ СПРОСА НА ПОРОЖНИЕ ВАГОНЫ ...	164
ПРИЛОЖЕНИЕ Г ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О НОРМАЛЬНОМ ЗАКОНЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СПРОСА НА ПОРОЖНИЕ ВАГОНЫ НА СТАНЦИИ 3..	166
ПРИЛОЖЕНИЕ Д ПРИМЕР РАБОТЫ ПРОГРАММЫ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛОВ ГРУЗОПОТОКОВ ПЕРЕВОЗКИ МАССОВЫХ ГРУЗОВ	168
ПРИЛОЖЕНИЕ Е РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО- ТРАНСПОРТНОЙ ЦЕПИ ПЕРЕВОЗКИ МАССОВЫХ ГРУЗОВ	173

водственно-транспортной цепи движения грузопотоков. Поэтому важной проблемой становится совершенствование маршрутных способов перевозки массовых грузов путем выбора оптимальных параметров каналов грузопотоков, что обуславливает необходимость разработки новых моделей.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Диссертационная работа выполнялась на основании Концепции и Программы реструктуризации на железнодорожном транспорте Украины [1] и Стратегии коммерциализации Укрзализныци [2], а также связана с выполнением научно-исследовательских тем на кафедре "Станции, узлы, грузовая и коммерческая работа" ХарГАЖТ по научным направлениям Министерства транспорта Украины: заказ Укрзализныци на выполнение методических рекомендаций по определению договорных (свободных) тарифов на грузовые перевозки, работы и услуги, которые выполняются железными дорогами Украины (Укрзализныцей); госбюджетная тема "Разработка рыночно-ориентированной системы фирменного транспортного обслуживания для железных дорог Украины" под № госрегистрации 0198U005210.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является выбор рациональных параметров каналов грузопотоков при совершенствовании маршрутных способов перевозки массовых грузов железнодорожным транспортом для достижения экономического эффекта субъектов производственно-транспортной цепи. Поставленная цель определила такие основные задачи исследований:

1. Разработать принципы формирования моделей процессов функционирования производственно-транспортных систем.
2. Разработать производственно-транспортную цепь перевозки массовых грузов маршрутами.
3. Сформировать математическую модель функционирования каналов грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами.
4. Провести моделирование функционирования производственно-транспортной цепи и выполнить анализ результатов.

5. Разработать практические рекомендации по созданию единого технологического процесса функционирования всей производственно-транспортной цепи (ПТЦ), оптимизации эксплуатационной работы транспортных систем при неустойчивом характере работы производственных и транспортных комплексов.

Объект исследования. Каналы грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами.

Предмет исследования. Параметры каналов грузопотоков при маршрутном способе перевозки массовых грузов.

Методы исследования. Теоретические исследования при разработке принципов формирования моделей производственно-транспортных систем базируются на основах системного анализа. При решении поставленных задач использованы методы: решения задач нелинейного программирования для поиска экстремума целевой функции, математической статистики при исследовании спроса на порожние вагоны, исследования операций и теория управления запасами при разработке математических моделей звеньев ПТЦ

При выборе методов исследования в условиях достаточно высокой универсальности рассматриваемых задач учитывались технологические и транспортные особенности двух основных производственных систем: горнообогатительного комбината и металлургических комбинатов, имеющие различные производственные мощности и различные связи с производственными цехами и транспортом общего пользования. Применяемый системный подход позволяет повысить надежность транспортного обслуживания при уменьшении величины транспортных затрат.

Для разработки практических рекомендаций по созданию единого технологического процесса функционирования всей ПТЦ, а также оптимизации эксплуатационной работы транспортных систем используются достижения современной транспортной науки, технология основного производства, адекватные математические методы и возможности современных информационно-вычислительных систем.

Научная новизна полученных результатов:

- разработана концепция выбора рациональных параметров функционирования производственно-транспортных систем, заключающиеся в описании процессов взаимодействия производства, транспортировки и потребления, базирующиеся на основах системного анализа, логистики и методов исследования операций с учетом изменения производственно-экономических отношений и применением в качестве критерия оптимизации суммарных экономических затрат;
- впервые предложены критерии по установлению дифференцированных железнодорожных грузовых тарифов с учетом особенностей отдельных поездо-участков и показателей использования подвижного состава, основанные на интеграции и четкой взаимоувязке интересов производителей и потребителей перевозимой продукции;
- предложены усовершенствованные комплексные подходы относительно системы организации вагонопотоков от поставщика к потребителю из расчета на использование их непосредственно грузовладельцами или магистральным транспортом;
- впервые разработана общая математическая модель функционирования производственно-транспортной цепи перевозки массовых грузов по критерию затрат работы ее отдельных звеньев, учитывающие технические и технологические возможности и ограничения, а также состояние транспортных средств и особенности функционирования.

Обоснованность и достоверность научных результатов, выводов и рекомендаций. Достоверность научных результатов диссертации подтверждается сравнением теоретических расчетов и результатов, полученных при внедрении на Южной и Донецкой железных дорогах. Достоверность положений обусловлена применением фундаментальных положений математической статистики, использованием реальных исходных данных в предложенной модели. Уровень достоверности полученных результатов 91,9%.

Научное значение. Полученные результаты направлены на развитие теории взаимодействия производителей, перевозчиков и потребителей с точки зрения сокращения суммарных экономических затрат.

Практическое значение полученных результатов. Разработанная модель выбора рациональных параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами может быть применена для решения актуальных проблем совместного функционирования транспортных систем и основного производства на разных этапах, а также вопросов оптимизации взаимодействия разных участков и звеньев производственно-транспортных систем.

Разработанная методика установления дифференцированных железнодорожных грузовых тарифов может быть положена в основу формирования тарифной политики на железнодорожном транспорте.

Разработанные математические модели оптимизации затрат по участкам ПТЦ предназначены для решения широкого круга задач поставщиков или потребителей при самостоятельном выборе вариантов доставки грузов, а именно: выбор маршрута следования; размера оптимальной партии отправки; параметров подвижного состава и погрузочно-разгрузочного оборудования, их количественных показателей; технологических параметров на участках ПТЦ.

Получены оптимальные параметры (уровень резервного запаса порожних вагонов, величина транспортной партии груза, продолжительность производственного цикла предприятия) и предложен ряд мероприятий по разработке единого технологического процесса функционирования всей ПТЦ, что приведет к сокращению продолжительности и оптимизации производственного цикла, повышению производительности во всех звеньях ПТЦ, гармоничного их развития, особенно при хранении, складировании, транспортировании.

Общие принципы и методы создания моделей выбора рациональных параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов могут быть рекомендованы при проектировании и усовершенствовании производственно-транспортных комплексов аналогичных предприятий непрерывного и непрерывно-

дискретного типов различных отраслей промышленности, в частности, угледобывающей, нефтеперерабатывающей, химической и др.

Основные результаты, полученные в диссертационной работе, использованы и внедрены на Донецкой и Южной железных дорогах, а также в учебном процессе обучения магистров транспорта и при повышении квалификации кадров работников Укрзалізници (в институте переподготовки и повышения квалификации кадров ХарГАЖТ).

Практическое внедрение результатов работы подтверждается соответствующими документами, которые приведены в приложении к работе.

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке концепции оптимизации параметров каналов грузопотоков, основанной на системном анализе и принципах логистики;
- разработке методики формирования дифференцированных железнодорожных грузовых тарифов, отражающей системный подход;
- построении математической модели оптимизации параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов железнодорожным транспортом;
- обосновании универсальности интегрального показателя оптимизации суммарных экономических затрат;
- разработке практических рекомендаций по созданию единого технологического процесса функционирования всей ПТЦ.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты диссертационной работы сообщены, обсуждены и одобрены на: международной научной конференции "Совершенствование эксплуатационной работы железных дорог в современных условиях" (г. Санкт-Петербург, 1999 г.); научно-практической конференции "Промышленный транспорт: наука, производство, кадры" (г. Луганск, 1999 г.); международной научно-технической конференции "Проблемы развития транспортных коммуникаций" (г. Гомель, 2000 г.); научно-технических конференциях Харьковской государственной академии железнодорожного транспорта (1998-2000 гг.).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 5 печатных работ в специализированных изданиях.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 разделов, выводов, и 6 приложений. Полный объем работы составляет 177 страниц, из них объем основного текста 136 страниц; приложений, списка использованных источников, рисунков и таблиц 41 страница. Работа иллюстрирована 26 рисунками, приведено 20 таблиц. Список использованных источников состоит из 100 наименований.

В первом разделе произведен анализ существующего состояния вопроса, дан краткий обзор предшествующих работ в данной области, изложены проблемы и трудности формализации процессов, протекающих в рыночной транспортной среде, и перспективные направления решения этих проблем.

Во втором разделе рассмотрены вопросы исследования и разработки подходов к формированию моделей функционирования каналов грузопотоков, изложен системный подход к их описанию. Предложены критерии по формированию дифференцированных железнодорожных грузовых тарифов.

В третьем разделе выполнены исследования и разработаны модели функционирования отдельных звеньев ПТЦ, а также решены задачи выбора их рациональных параметров по критерию затрат в зависимости от количественных и временных параметров грузопотока. Разработана общая математическая модель оптимизации параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов на примере железной руды. Проведен анализ особенностей, характерных для конкретных родов грузов и обоснована универсальность интегрального показателя.

В четвертом разделе выполнено моделирование функционирования производственно-транспортной цепи. Проанализировано влияние параметров каналов грузопотоков на их работоспособность и экономическую эффективность. Даны практические рекомендации по сокращению суммарных экономических затрат.

В приложениях работы приведены расчеты определения себестоимости перевозки грузов для участков полигона Южной железной дороги и обработка статистических данных, результаты моделирования функционирования ПТЦ и документы, подтверждающие внедрение результатов полученных в диссертации.

РАЗДЕЛ 1

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В РЫНОЧНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СРЕДЕ

1.1. Формирование рыночной среды на транспорте в условиях конкуренции его различных видов

Законы рыночной экономики основаны на конкуренции субъектов, предлагающих однородную в смысле потребления продукцию. Эти законы действуют и на транспортном рынке, продукцией которого являются перевозки грузов.

В условиях создания транспортного рынка в связи с конкуренцией между различными видами транспорта железные дороги стремятся сохранить свое положение и занять соответствующее место на транспортном рынке страны. Для этого необходимо изучить состояние потенциальных конкурентов и потребителей транспортной продукции и, учитывая конъюнктуру рынка, разработать и осуществить рыночную стратегию поведения железных дорог и грузовладельцев.

Транспорт является необходимым условием работы рыночного механизма, поскольку с усложнением связей между участниками рыночного процесса повышаются требования к производительности и качеству работы транспортной системы. Хорошее развитие транспорта способствует эффективному функционированию всего рыночного хозяйства, а неудовлетворительный уровень транспортного обслуживания препятствует осуществлению товарообменного процесса, тормозит развитие внутреннего рынка и участие страны в международном разделении труда.

Таким образом, транспорт играет особую роль в росте общественного благосостояния. Во-первых, научно-технический прогресс развивается неравномерно в разных странах и регионах и увеличивающие общественное благосостояние новые производственные технологии не могут быть сразу повсеместно внедрены.

Широкое распространение продукции наиболее эффективных производств осуществляется благодаря транспорту, что, в свою очередь, заставляет местных производителей приводить эффективность производства и качество выпускаемых товаров в соответствие с мировым уровнем. Во-вторых, каждый регион имеет объективные преимущества в производстве определенных товаров, обусловленные природными условиями или многолетними производственными традициями. Товарообмен, осуществляемый при посредстве транспорта, дает возможность сосредоточить ресурсы каждого региона на выпуске тех товаров, которые позволяют обеспечить наивысшую эффективность и качество.

Важно отметить, что если на рынках товаров потребитель выбирает из множества произведенных и отделенных от производителя продуктов, то на транспортном рынке потребительский выбор предшествует производству транспортной продукции, т. е. здесь выбирается не готовый товар, а определенный производитель и определенная технология перевозки.

Между различными видами транспорта происходит не только ценовая, но и неценовая конкуренция. Если первая идет вокруг уровня тарифов, то вторая связана со скоростью, надежностью, комфортностью перемещения.

В условиях рынка повышение качества перевозок становится важнейшим. Основная цель, которую надо достигнуть, — это полное удовлетворение потребностей клиентов в перевозках, причем в приемлемые для них сроки и с минимальными потерями.

Наиболее жесткую конкуренцию железнодорожный транспорт испытывает со стороны автомобильного транспорта, что объясняется:

- универсальностью автомобильного транспорта;
- мобильностью;
- возможностью доставки грузов «от двери до двери» с высокой скоростью;
- возможностью перевозки относительно небольших партий грузов;
- наличием большого количества конкурирующих между собой автотранспортных предприятий, самостоятельно определяющих уровень тарифных плат;

- достаточно высокой степенью развития автомобильных дорог, особенно в промышленно развитых регионах Украины.

С другой стороны, существенному ухудшению позиций железнодорожного транспорта способствовал значительный спад объемов промышленного производства, обусловивший спад объемов перевозок. Особенностью железнодорожного транспорта является высокий удельный вес условно постоянных расходов в структуре затрат, что привело к резкому повышению себестоимости перевозок. Дополнительно снижению объемов перевозок железнодорожным транспортом содействует применение традиционного затратного способа построения тарифов. В результате резкое повышение уровня провозных плат при низком с точки зрения потребителя качестве железнодорожных грузовых перевозок привело к переходу части объемов перевозок грузов на конкурирующие виды транспорта, и в первую очередь на автомобильный.

Спад объемов производства и перевозок продолжается. Такое положение приводит к дальнейшему ухудшению экономического положения железнодорожного транспорта и снижению его конкурентоспособности.

Дополнительное негативное воздействие на конкурентоспособность железнодорожного транспорта оказывает старение подвижного состава и постоянных устройств, вызванное в заметной мере недостатками средств на осуществление крупных инвестиционных проектов. Надежным источником средств, необходимых для технического перевооружения железнодорожного транспорта, ввиду ограниченности бюджетного финансирования, может служить собственная прибыль от основной деятельности. Однако задача ее увеличения требует изменения тарифной политики железнодорожного транспорта, отказа от ряда ранее сложившихся стереотипов. Для успешной коммерческой деятельности железнодорожного транспорта, укрепления его конкурентоспособности железнодорожные тарифы должны, во-первых, устанавливаться железнодорожным транспортом самостоятельно, и, во-вторых, обеспечивать ему максимальную прибыль.

Максимизация прибыли необходима также потому, что исторически железнодорожное строительство преследовало не только коммерческие, но и стратеги-

ческие цели. Следствием этого явилось наличие большого количества участков и направлений, имеющих низкие объемы коммерческих перевозок и требующих финансовой поддержки. Надежным источником необходимых финансовых ресурсов для этих целей также является собственная прибыль железнодорожного транспорта. Для ее роста железнодорожному транспорту необходимо привлекать дополнительные перевозки.

В условиях отказа от жесткого централизованного планирования и перехода к саморегулируемой рыночной экономике выбор вида транспорта, которым перевозится тот или иной груз, осуществляется грузовладельцем. В свою очередь при выборе вида транспорта грузовладелец ориентируется на совокупные затраты и потери при перевозке груза «от двери до двери», которые включают провозные платы и дополнительные экономические издержки, обусловленные качеством перевозки груза.

Выбор вида транспорта в условиях плановой экономики диктовался, в основном, абстрактными расчетами транспортных расходов, без учета влияния параметров качества транспортно-экспедиционного обслуживания. В рыночных же условиях потребители свободны в пределах своих финансовых ресурсов покупать услуги транспорта в таком наборе, который они считают наиболее подходящим для удовлетворения своих потребностей.

В условиях жесткой рыночной конкуренции потребителю будет предложен широкий ряд уровней качества любой услуги и в любой момент, то есть будет наблюдаться дифференциация услуг. Это для потребителя означает ощутимые преимущества. Диапазон свободного выбора расширяется, а разнообразие и оттенки потребительских вкусов удовлетворяются более полно. Таким образом, дифференциация услуги приспособливает предложение к потребительскому спросу. В то же время увеличение ассортимента услуг может достигнуть такого уровня, когда потребитель начнет путаться, выбор станет трудным и покупки будут отнимать много времени. Таким образом, возникает не менее сложная проблема выбора услуг (производителя услуг).

Эта проблема с особой остротой встает на рынке смешанной междугородной и международной доставки товаров, где услуги, например, перевозчика или складского терминала, хотя и нужны покупателю, но сами по себе в отдельности не представляют ценности для потребителей. Транспортно-экспедиционные предприятия, объединив эти услуги, выставляют на продажу систему услуг, которая отражает потребности покупателя. Таким образом, экспедиторы по сути дела занимаются перепродажей услуг перевозчиков, складских терминалов и т. п. Поэтому проблему выбора производителя услуг можно рассматривать как проблему выбора рыночного партнера (перевозчика, терминала, страховой фирмы и т. п.). Данная проблема возникает, когда на рынке доставки товаров имеется достаточное количество вариантов выбора, то есть различных видов транспорта, терминалов и т. п., предполагающих к продаже одинаковые услуги.

Выбор партнеров на рынке транспортно-экспедиционного обеспечения физического распределения товаров предполагает:

- выбор транспортного предприятия;
- аренду транспортных, погрузочно-разгрузочных средств, средств пакетирования, контейнеров, складских и производственных площадей, мощностей;
- нахождение каналов материально-ресурсного обеспечения перевозок (обеспечение горюче-смазочными материалами, шинами, техническое обслуживание арендуемых средств и т. п.);
- подбор водителей.

Выбор оптимального перевозчика осуществляется по двум основным параметрам заказа экспедитора на перевозку — его покупательной способности и требованиям по надежности перевозки. Параметру покупательной способности соответствуют тарифы и скидки с тарифа выбираемых перевозчиков. Надежность перевозки характеризуют время (сроки) перевозки, сохранность партии и потребительских свойств товаров при перевозке [9].

Для совершенствования системы организации вагонопотоков маршрутизация перевозок грузов, при которой вагоны организуют в поезда не на технических

станциях дорог, а непосредственно в пунктах погрузки, имеет важное значение. Оно определяется прежде всего тем влиянием, которое маршрутизация оказывает на ускорение продвижения вагонов, а следовательно, и на сокращение времени оборота вагонов. Важное значение в маршрутизации перевозок с мест погрузки не ограничивается улучшением эксплуатационных показателей и высвобождением за счет этого дополнительных вагонов для погрузки грузов. За счет повышения скорости продвижения грузов маршрутизации влияет на ускорение грузооборота. Кроме того, она позволяет обеспечить устойчивое снабжение крупных предприятий сырьем и топливом. Причем повышение эффективности перевозки грузов маршрутами можно достичь за счет сокращения времени на их организацию и продвижение.

Сложившийся в теории и на практике подход заключается в том, что одним из способов повышения уровня маршрутизации является сгущение погрузки в определенные периоды в адрес отдельных получателей. Однако при этом не учитывается, что сгущенное прибытие групп вагонов в пункты выгрузки может привести к непропорциональному росту дополнительного их простоя из-за загрузки маневровых средств и выгрузочных устройств. Повышения уровня маршрутизации можно добиться за счет сгущения погрузки по отдельным родам грузов, а не по назначениям вагонов. Причем объединение назначений должно обеспечивать наибольший эффект.

С этой целью необходимо переходить к системе автоматизированного управления маршрутной погрузкой путем выбора рациональных параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов. Для этого целесообразно вводить в ЭВМ исходные данные о планируемом вагонопотоке и осуществлять расчеты по организации отправительских маршрутов с учетом обусловленного договором срока доставки.

Одной из причин низкой конкурентоспособности товаров, произведенных в Украине и других странах СНГ, являются большие затраты на транспортно-экспедиционное обеспечение распределения товаров, величина которых в 2—3 раза превышает уровень развитых стран. Это объясняется недостатками как

транспорта, так и управления запасами, что в свою очередь, является трендом глубоко заложенных общих изъянов командной системы, в особенности отсутствия стимулов для экономии средств в условиях плановой экономики. Применительно к транспорту это находит отражение во многих факторах, в том числе во всей истории развития транспорта под государственным контролем; в отсутствии гибкости в деятельности предприятий; в подавлении развития и функционировании частного сектора; в огромных парках подвижного состава общего пользования и ведомственного, эксплуатируемых неэффективно; в неразвитой инфраструктуре; усложненной документации и задержках в пунктах взаимодействия разных видов транспорта; недостатках банковских операций и страхования грузов. Необходимость заключения контрактов на поставку из третьих стран во многих случаях диктуется значительной долей транспортных составляющих в сумме затрат на выполнение поставок (около 40%).

Причиной этого является неэффективная тарифная политика, проводимая на железнодорожном транспорте. Недостатки действующих железнодорожных тарифов заключаются в следующем. Во-первых, применение среднесетевой себестоимости грузовых перевозок по родам грузов в качестве тарифной базы. Учитывая значительные отклонения себестоимости перевозок на направлениях и участках железных дорог от среднесетевого уровня, такой подход к построению тарифов приводит к снижению прибыли железнодорожного транспорта либо в результате потери возможных доходов в тех случаях, когда себестоимость в конкретных условиях ниже среднесетевого уровня, либо вследствие излишних расходов в тех случаях, когда себестоимость в конкретных условиях выше среднесетевой.

Во-вторых, действующие тарифы строятся по затратному принципу и не учитывают спроса на перевозимые грузы.

В-третьих, при построении тарифов на перевозку каждого груза применяется принцип: тариф устанавливается без учета спроса на перевозку на таком уровне, чтобы доходы от перевозки груза полностью покрывали все расходы на его перевозку и приносили определенную прибыль. При этом доля условно-

постоянных расходов в себестоимости перевозки разных видов грузов различается незначительно. Это объясняется тем, что основная масса условно-постоянных расходов распределяется между перевозками разных видов грузов в основном пропорционально измерителям работы подвижного состава, учитывающим время занятости постоянных устройств тем или иным видом груза. В результате возникает ситуация, когда полные расходы на перевозку отдельных видов груза, рассчитанные подобным образом, превышают максимальную цену, которую может заплатить грузовладелец за перевозку груза. Такие ситуации характерны при перевозках относительно дешевых грузов. Следствием этого является либо резкий спад перевозок дешевых грузов, либо дотирование этих перевозок из бюджета. Как правило, возможности бюджета ограничены и поэтому преобладает спад перевозок.

Действующая система грузовых железнодорожных тарифов (введена в 1990 г.) разработана для условий централизованного планового хозяйства, и переход к рыночным отношениям вызывает необходимость проведения более гибкой тарифной политики: при проектировании тарифов целесообразен учет платежеспособности и различий в динамике перевозок грузов, влияющих на эластичность спроса и повышение конкурентоспособности железных дорог [16].

Отход в тарифообразовании от чисто затратного принципа вовсе не исключает необходимости расчета затрат железных дорог на различные виды перевозок, а, наоборот, повышает требования к его точности. Для тарифных целей надо определять: переменные затраты железных дорог, если они предназначаются для формирования тарифов на перевозки грузов по конкретным железнодорожным линиям; к расчету следует принимать не только расходы, традиционно относимые к зависящим от объема работы, но и затраты, возникающие в связи с необходимостью развития стационарных устройств. Исчисленные таким образом переменные затраты будут определять границу тарифа, ниже которой он не должен снижаться, даже если имеется возможность возмещать постоянные затраты за счет других видов перевозок или других видов деятельности; валовые (общие, полные) затраты, включающие как переменные, так и постоянные издержки железных дорог.

Их величина определяет нижний уровень тарифа, при котором лишь возмещаются все текущие издержки железных дорог; сумму валовых затрат и минимальной прибыли, необходимой для «нормальной» деятельности железных дорог (в зарубежной литературе такую сумму иногда называют «экономическими издержками»).

Прибыль в данном случае должна возмещать затраты на производство работ капитального характера (исключая работы, финансируемые за счет местных бюджетов и средств нетранспортных предприятий и объединений), содержание объектов социально-культурного назначения, возмещение убытков жилищно-коммунального хозяйства, состоящего на балансе транспортных предприятий, оплату процентов по ссудам, которые намечается получить для восполнения недостатка оборотных средств, приобретение основных фондов и нематериальных активов, налоговые отчисления при минимальной прибыли, другие платежи, не включаемые по действующему законодательству в состав себестоимости продукции (перевозок) [18].

В качестве базы тарифов должна использоваться себестоимость перевозок грузов на конкретных направлениях и участках.

В свою очередь, дифференциация тарифов по направлениям потребует и изменения правил определения расстояния для исчисления тарифной платы. Сейчас тарифная плата с отправителя взимается по тарифному расстоянию от станции отправления до станции назначения. При введении дифференцированных нормативов продвижения, специализированных технологий перевозки и дифференцированных тарифов очевидно, что если грузовая отправка в плановом порядке должна следовать по определенному маршруту, обусловленному клиентом или согласованному с ним, то и тарифная плата должна исчисляться исходя из тарифов, установленных для транспортных коридоров, входящих именно в этот, а не в кратчайший маршрут. Но в каждом таком коридоре — своя себестоимость перевозок, и если клиент будет заинтересован в перевозке по транспортному коридору с более высокой себестоимостью, то тарифная плата должна покрывать издержки транспорта [20].

Таким образом, все более усиливающаяся конкуренция со стороны других видов транспорта, в первую очередь автомобильного, а также между дорогами, вызывает необходимость проведения более гибкой тарифной политики. Стало все больше уделяться внимания изучению железнодорожных издержек, связанных с конкретными перевозками, для установления предела снижения тарифов на те или иные перевозки в целях сохранения грузооборота. В настоящее время на железных дорогах почти всех стран при построении тарифов в той или иной степени учитывается себестоимость перевозок грузов. Однако это не означает отказа от учета цены груза (его платежеспособности), особенно там, где позволяют условия конкуренции и действующее законодательство [18].

Как известно, себестоимость перевозок по отдельным железным дорогам колеблется в широком диапазоне. Даже на одной дороге или отделении дороги затраты на перевозки на отдельных участках могут значительно отличаться от среднedorожных и среднеотделенческих. При решении технико-экономических, транспортных и транспортно-производственных задач необходима максимально возможная дифференциация транспортных затрат с использованием данных отделений дорог и дорог с соответствующей корректировкой по участкам и направлениям.

Величина себестоимости зависит от многих факторов. К первой группе относятся факторы, зависящие от объема и характера перевозок: густоты перевозок, соотношения грузовых и пассажирских перевозок, относительной величины перевозок по направлениям — груженому и порожнему, доли транзитных и местных перевозок; ко второй группе — от местоположения дороги или отделения: профиля пути, наличия большого количества искусственных сооружений, климатических условий, уровня заработной платы и цен на энергоресурсы и материалы; к третьей группе — от технического оснащения дорог: фондовооруженности, фондооснащенности, вида тяги, наличия двухпутных и многопутных линий, степени механизации и автоматизации производственных процессов; к четвертой группе — факторы, характеризующие качество работы железных дорог — в основном это показатели использования подвижного состава [17].

Если исследуются различия себестоимости между дорогами, то во внимание должно приниматься все множество указанных факторов. Если же рассматриваются поучастковые себестоимости внутри дороги и тем более внутри отделения дороги, то можно ограничиться преимущественно четвертой группой факторов, так как первые три на большинстве дорог и отделений дорог, как правило, одинаковы или очень близки [12].

Таким образом, на себестоимость отдельных направлений и участков более существенно оказывают влияние объем перевозок, производительность труда, техническое вооружение железных дорог, уровень применяемых технологий, качественные показатели использования подвижного состава и других технических средств, территориальные различия перевозок. Территориальные различия объясняются осуществлением перевозок в разных районах страны, по разным направлениям и участкам железных дорог. Величина этих различий определяется уровнем заработной платы, неодинаковыми ценами на топливо и электроэнергию, различными профилями, территориальными и другими условиями.

Развивающийся транспортный рынок ставит много разнообразных и сложных проблем, связанных с возникающими рыночными ситуациями, перед его субъектами, транспортной системой и потребителями транспортной продукции. К ним относятся в первую очередь прогнозирование рыночных ситуаций и выбор оптимальной стратегии с учетом возможного поведения потребителей транспортной продукции в условиях конкурентной рыночной среды. Значительную помощь в разработке рыночной стратегии поведения железных дорог может оказать построение и анализ моделей, описывающих состояние транспортного рынка. Однако построить математические модели, которые бы адекватно описывали сложные динамические рыночные процессы, практически невозможно.

При всех различиях математических моделей, описывающих рыночные процессы, по экономическому содержанию, структуре, постановке задач и методическим подходам их объединяет одна общая цель — определить наилучшую стратегию поведения субъекта (как перевозчика, так и клиента) на рынке сбыта транспортной продукции. Это позволяет строить транспортную политику с уче-

том интересов владельцев грузов и пассажиров и, в конечном итоге, увеличивать объемы перевозок и улучшать экономическое положение железных дорог.

Поскольку рыночные ситуации не всегда поддаются адекватному математическому описанию, то при выборе математического аппарата необходимо учитывать следующие критерии [48]:

- простота и доступность применяемого математического аппарата, и его соответствие графическим изображениям;
- соответствие предлагаемых математических зависимостей описываемым экономическим процессам, происходящим на транспортном рынке.

Для построения моделей транспортного рынка используются современные методы математического программирования и исследования операций.

Методами исследования операций являются линейное и динамическое программирование, теории игр, массового обслуживания и принятия решений [7].

1.2. Анализ математических моделей, описывающих функционирование транспортного рынка

В литературе широко рассматриваются вопросы развития логистики как нового научного направления, в то же время существуют различные мнения при исследовании такой острой проблемы как формализация процессов, протекающих в рыночной транспортной среде.

Профессор Смехов А. А. рассмотрел ряд важных проблем, связанных с моделированием процессов транспортного рынка [8]: транспортного сервиса, идентификации торговых зон, оптимизации функционирования производственно-транспортных цепей, а также моделирования поведенческой стратегии субъектов транспортного рынка.

Особое место в наборе эвристических методов занимает получающая интенсивное развитие теория нечетких (расплывчатых) множеств (ТНМ), одним из создателей которой является видный американский ученый Л. А. Заде [10]. Однако применение нечетких множеств для формирования торговых зон (торговых сегментов) не дает ответа на вопрос, каким образом распределить входящие материальные потоки (грузопотоки) между районными распределительными центрами (грузовыми станциями), чтобы минимизировать затраты, связанные с доставкой грузов. Поэтому в силу неопределенности первой части задачи — определения границ торговых сегментов — рекомендуется этот процесс описывать с помощью теории нечетких множеств, а вторую часть задачи — распределение потоков — решать с помощью классической транспортной задачи линейного программирования.

Вследствие того, что потребители стремятся приобрести товары с высоким уровнем качества по минимальной стоимости, выбор эффективного перевозчика оказывает все более усиливающееся воздействие на результаты деятельности торговых фирм.

Профессор Смахов А. А. для построения интегральных показателей, обобщающих частные показатели различной физической природы (время и надежность доставки, универсальность, доступность, частота отправления груза, уровень тарифов и др.), предложил матричную модель [8], где оценки каждого вида транспорта и качественных показателей представляются в виде матриц.

Следует отметить, что рейтинг сопоставимых видов транспорта по каждому качественному показателю присваивается экспертным путем, а следовательно зависит от субъективного мнения эксперта. Рейтинг качественных показателей относительно друг друга не будет отражать объективно предпочтения клиентов, поскольку для каждого из них различные качественные показатели имеют разный приоритет. Следовательно, данная методика может быть использована для первоначального прогнозирования приоритетов потребителя при выборе вида транспорта.

На втором этапе с учетом результатов первого этапа предлагается построение собственно модели конкурентной среды в терминах теории игр, в которой соперники выступают как некие участники игры с целью вовлечения в сферу своего действия наибольшего количества груза и получения максимального экономического эффекта.

Эти модели ориентированы на детерминированность процессов, протекающих в конкурентной среде. В действительности же эти процессы часто носят случайный характер и поэтому модели должны строиться с использованием вероятностных подходов. Кроме того, предложенные модели отражают стратегию транспорта в сложившейся рыночной ситуации, не учитывая предпочтения потенциальных клиентов. Но тем не менее предложенные методы свидетельствуют о возможности математического описания и оптимизации сложных процессов, протекающих в области конкурентной борьбы различных видов транспорта с целью привлечения объемов перевозок.

На основании изучения зарубежного опыта, профессор Миротин Л. Б. предлагает модель элиминирования по параметрам [9], где вместо одновременного рассмотрения всех параметров перевозчика для оценки перевозчика, потребитель проводит поиск параметров последовательным образом, исходя из тех параметров, которые считаются самыми значимыми, по отношению к менее значимым.

При выборе перевозчика выделены следующие этапы:

- задание относительных весов параметров;
- вычисление весов параметров по отношению к целевой функции;
- оценивание перевозчиков по каждому параметру, т. е. определение степени соответствия перевозчиков рассматриваемым параметрам;
- вычисление предпочтений перевозчиков относительно целевой функции;
- анализ результатов выбора перевозчика. Анализ сводится к получению предпочтений перевозчиков по отношению к каждому параметру.

При этом анализ последствий возможных результатов доставки практически невозможно провести без компьютерного моделирования.

Данная модель выбора перевозчика адекватно отражает субъективные мнения потенциальных клиентов, однако ее недостатком является сложность формализации.

При плановом хозяйстве задача рациональной организации вагонопотоков заключалась в выборе такого способа организации вагонопотоков при котором общие затраты локомотиво-часов и вагоно-часов от момента начала погрузки вагонов до момента окончания их выгрузки, включая время нахождения на станциях и в пути следования, являлись минимальными [32]. Такой подход к решению задачи рациональной организации вагонопотоков, учитывающий исключительно затраты отрасли, является чисто транспортным и не учитывает интересов отправителей и получателей грузов. В сложившихся рыночных условиях первостепенное значение приобретают затраты грузовладельцев.

Профессор Смехов А. А. предложил модель производственно-транспортной цепи при транзитной форме снабжения [8], учитывающую затраты всех участников производственно-транспортного процесса: производителя, транспорта и потребителя. Однако предложенная модель не учитывает затраты грузоотправителя на содержание погрузочно-разгрузочных машин, затраты на простой вагонов в ожидании подачи под погрузку и затраты на работу маневрового локомотива. При этом отдельные оставляющие затрат не раскрыты и соответственно не могут быть применены для описания реального технологического процесса доставки груза от поставщика к потребителю. Необходимо разработать аналитические выражения всех рассматриваемых затрат, адекватно описывающих анализируемый процесс. Затраты на транспортировку оказывают существенное влияние на себестоимость перевозимой продукции. Соответственно от этого зависит спрос на перевозки, ожидаемая прибыль для грузовладельца и транспорта.

В связи с этим рядом исследователей обсуждается проблема формирования отечественных транспортных тарифов в условиях рыночной экономики.

Теоретиками-экономистами был сформулирован принцип формирования грузовых тарифов, получивший название «ad valorem», т. е. «сообразно ценности» (или «принцип платежеспособности»). Суть его заключается в том, что железно-

дорожные компании имеют возможность устанавливать плату за перевозку грузов на таком максимальном уровне, который данный груз способен «выдержать», т. е. превышение которого повлечет за собой сокращение объема перевозок. Чем выше цена, тем больше платежеспособность, тем больше может быть тариф.

Итак, построение грузовых тарифов исходя из принципа платежеспособности грузов подразумевает установление уровня тарифа с учетом цены перевозимого груза. Однако конкретные методы такого построения тарифов могут быть различными. Одним из способов учета цены груза при формировании тарифов является распределение пропорционально стоимости грузов намечаемой суммы прибыли [11].

Средний уровень платы за перевозку конкретного рода груза в этом случае выражается формулой

$$T_z = C_z + \frac{P}{\sum P_i} C_z, \quad (11)$$

где C_z — издержки железных дорог на перевозку 1 т груза (себестоимость) на среднее расстояние, грн.;

P — намечаемая (прогнозируемая) прибыль от грузовых перевозок, грн;

P_i — намечаемый объем перевозок i -го груза, т;

C_i — цена 1 т i -го груза, грн;

C_z — цена 1 т конкретного груза, грн.

Дифференциация провозных плат по расстояниям перевозки (7)) при этом производится следующим образом:

$$T_z = C + C I + C_z l m, \quad (1-$$

$c_{\text{м}}$ — себестоимость соответственно 1т по начально-конечным операциям и 1ткм по движущей операции, грн;

Z — расстояние перевозки или среднее расстояние в тарифном поясе, км;

$m_{\text{зр}}$ — прибыль на 1грн-км, определяется как

(13)

i

li — средняя дальность перевозок z -го груза, км.

Принцип платежеспособности грузов, заложенный в основу данной методики, имеет практическую ценность при формировании уровней тарифов. Но весь вопрос в том, какие издержки должны быть заложены в основу этих тарифов: полные (условно-постоянные плюс зависящие от объема работы) или исключительно зависящие от объема работы. Возникает необходимость определения нижней и верхней границ уровня тарифов, которые достигаются при изменении величины издержек, включаемых в основу тарифов.

К. э. н. Кожевников Ю. Н. рассмотрел это с позиций грузовладельца [13].

При выборе вида транспорта грузовладелец ориентируется на совокупные затраты $Z_{\text{зр}}$ и потери при перевозке груза «от двери до двери» $Z_{\text{дон}}$, которые включают провозные платы и дополнительные экономические издержки, обусловленные качеством перевозки груза.

$$Z_{\text{зр}} \sim Z_{\text{тр}} + T_{\text{нк0}} + T_{\text{де}}(C) + Z_{\text{дон}} \quad (1-4)$$

где $Z_{\text{пер}}$ — затраты грузовладельца на перегрузку груза с одного вида транспорта на другой, грн;

$T_{\text{нк0}}$ — тариф по начально-конечной операции, грн;

$T_{дв}$ — тариф в части движущей операции, зависящий от себестоимости C , заложенной в его основу, грн.

Традиционно в основу провозной платы за железнодорожную перевозку включена как зависящая, так и не зависящая от объема работы себестоимость с учетом норматива рентабельности, что представляет собой верхний уровень тарифа.

Для привлечения дополнительных перевозок на железнодорожный транспорт необходимо снижение совокупных затрат грузовладельца на перевозку груза при его использовании. Это можно обеспечить путем снижения уровня тарифа на перевозку груза. Возможны два варианта определения нижнего уровня тарифов:

- по зависящей от объема работы себестоимости грузовых перевозок;

- по зависящей от объема работы себестоимости грузовых перевозок с учетом норматива рентабельности.

Таким образом, данная модель путем установления верхней и нижней границ уровней тарифов позволяет спрогнозировать стратегию поведения грузовладельца в условиях конкуренции между различными видами транспорта, а также оценить объем перевозок, предполагаемый при заданном уровне тарифа.

В тоже время она обладает рядом недостатков.

1. В основу тарифа закладывается норматив рентабельности, который не ориентирован на стоимость конкретного груза.
2. При определении себестоимости перевозки не учтены особенности конкретных поездо-участков дороги.
3. Не определено условие установления окончательного уровня тарифа для конкретной перевозки, предполагающее максимизацию прибыли железной дороги.
4. Для возможности применения требует большого объема маркетинговых исследований.

В целом предложенная модель в большинстве случаев может использоваться лишь для теоретического обоснования необходимости снижения тарифов в условиях конкуренции.

Для установления уровня тарифа, позволяющего максимизировать доход железной дороги проф. Смеховым А. А. предложена целевая функция [8]:

$$L = \max_x \sum_i q_i(x_i)x_i$$

$$x_i > 0;$$

(1.5)

$$\forall i \quad \lambda_i$$

или (когда для каждой тарифной позиции установлен свой норматив рентабельности)

$$x_i - c_i \leq \Gamma_i.$$

где x_i — определяемый тариф, который устанавливается при реализации предлагаемой тарифной системы для z -й тарифной позиции;

q_i — средний объем перевозок грузов, отнесенный к z -й тарифной позиции;

ϵ — допускаемый уровень рентабельности тарифной системы;

C_i — себестоимость перевозок для грузов, отнесенных к z -й тарифной позиции.

Данная модель позволяет определить тариф, который устанавливается при реализации предлагаемой тарифной системы для z -й тарифной позиции, предусматривающий максимизацию дохода железной дороги. Однако необходимо отметить следующие недостатки:

1. Зависимость q_i должна учитывать действие рыночного регулятора в

спрос на грузы, перевозимые различными видами транспорта. Поэтому наиболее адекватно отражающие рыночную ситуацию зависимости объема перевозок от уровня тарифов можно получить на основе обработки динамических рядов, а не на основе построения непосредственно «зависимости» объема перевозок от уровня тарифов с помощью имеющихся статистических данных, как это предложено.

2. Кривая спроса должна быть увязана с кривой предложения и определена их точка равновесия. При этом величина оптимального тарифа должна устанавливаться с учетом равновесной точки.
3. В предложенной модели применен норматив рентабельности, не отражающий принцип платежеспособности груза и, соответственно, искажающий величину оптимального тарифа.
4. Не определено какая себестоимость должна быть заложена в основу тарифа.
5. Не учтены интересы грузовладельца.

В целом предложенная модель не достаточно адекватно отражает рыночные условия и не может быть положена в основу формирования транспортной политики. В тоже время подход к решению данной проблемы заслуживает внимания.

Методика, предложенная к. э. н. Кожевниковым Ю. Н., предполагает определение оптимального уровня тарифа исходя из равенства кривых спроса $S(Q)$ и предложения $D(Q)$ [14]:

$$S(Q_{it}) + T_{,,} = D(Q_{,,}) - T^{IXQ^{\wedge} - S^{\wedge}}.$$

Целевая функция при оптимизации тарифов имеет вид

$$Y_{\text{тах}} = \text{тах} \frac{m n}{m n} \quad (1-7)$$

где m — количество пунктов производства;

n — количество пунктов потребления;

T_{ij} — железнодорожный грузовой тариф на перевозку единицы груза по корреспонденции $i-j$;

Q_{z-u} — объем перевозок по корреспонденции $z-u$;

v_{z-j} — зависящие от объема работы расходы на перевозку единицы груза по корреспонденции $z-j$;

$E_{y,n}$ — условно-постоянные расходы, отнесенные на перевозку данного груза.

Данная модель позволяет достаточно адекватно оценить прибыль железнодорожного транспорта при действующих тарифах. При этом величина оптимального тарифа устанавливается с учетом равновесной точки кривых спроса и предложения, что предусматривает интересы как железнодорожного транспорта так и грузовладельца.

Использование предлагаемой модели оптимизации грузовых тарифов позволит существенно улучшить экономическое положение железнодорожного транспорта, укрепить его позиции в конкурентной борьбе.

Представляет интерес совершенствование данной методики с целью отражения логистического подхода при формировании транспортной политики в условиях конкурентной борьбы.

Анализ исследований отечественных и зарубежных ученых показывает, что при оптимизации тарифов в рыночных условиях значение показателя «себестоимости перевозок» и требования к точности его расчета возрастают. Особенно это относится к расчету себестоимости в части зависящих от объема работы расходов. При определении себестоимости должны быть учтены особенности конкретных поездо-участков.

Существуют следующие способы определения себестоимости перевозок и расходов на отдельных участках и направлениях железных дорог [15]:

- расчет по элементам затрат;
- непосредственный расчет расходов по главнейшим статьям;

- распределение по участкам расходов отделений;
- расчет по способу единичных расходных ставок;
- упрощенный расчет с применением формул или поправочных коэффициентов;
- расчет с применением «нормативной калькуляции».

Из детального анализа существующих способов определения себестоимости перевозок различных родов грузов на участках железных дорог следует, что целесообразно эксплуатационные расходы и себестоимость определять по методу расходных ставок, используя технико-экономические характеристики конкретных поездо-участков. При этом расходы следует распределять по операциям перевозочного процесса.

К. э. н. С. А. Быкадоров предложил способ определения поучастковых расходов на передвижение грузовых поездов в целях установления дифференцированных тарифов [12]. Поучастковые себестоимости определяются путем умножения уровня себестоимости по подразделению железнодорожного транспорта на соответствующий участку коэффициент себестоимости.

$$C_{ткмi} = C_{ткм} \cdot K_{o(3)i}$$

где $C_{ткмi}$ — поучастковые себестоимости на участке i ;

$C_{ткм}$ — тоже в среднем по отделению или дороге;

$K_{o(3)i}$ — коэффициент полной (зависящей) себестоимости на участке i .

Для тарифных целей себестоимость в части операции передвижения конкретной перевозки можно определить путем умножения среднеотделенческой себестоимости по передвижению на величину K_o , взвешенную по расстояниям участков перевозки

$$K_o = \frac{\sum_{i=0}^m K_{oi} l_i}{\sum_{i=0}^m l_i}$$

При (примерно) пропорциональном изменении объема перевозок на всех участках рассматриваемого полигона дорог полученные коэффициенты K_o и K_3 довольно устойчивы во времени. Для перспективных расчетов они позволяют значительно упростить определение поучастковых себестоимостей. Таким образом, с помощью участковых коэффициентов себестоимости может быть определена себестоимость перевозки с учетом особенностей каждого конкретного участка [12].

Однако данная модель не предусматривает определение себестоимости по отдельным родам грузов, что затрудняет ее применение при дифференциации грузовых тарифов и, следовательно, требует дальнейшего исследования.

Аналитический обзор работ показал, что исследование вопросов организации работы производственно-транспортных комплексов и оптимизация их параметров нашли отражение в работах ученых: Смехова А. А., Миротина Л. Б., Гриневича Г. П., Брагина Б. Ф., Нечаева Г. И.; организации работы транспорта — Акулиничева В. М., Осипова В. Т., Иловайского Н. Д., Кожевникова Ю. Н., Данько Н. И.; вопросов управления процессами грузовой работы — Дерибаса А. Т., Повороженко В. В., Феропонтова Г. В., Котенко А. Н. и др.

Однако существующие методы в наибольшей мере предназначены для планового хозяйства и в большинстве случаев не учитывают особенностей рыночных отношений, которые требуют учет интересов каждого участника технологического процесса по перемещению груза.

В большинстве работ [28, 29, 32, 38] основное внимание уделяется разработке мероприятий по сокращению вагоно-часов простоя и не принимается во внимание необходимый уровень запасов — его оптимальное значение, а также наличное и оптимально необходимое число складских площадей в увязке с инте-

ресами как железнодорожного транспорта, так и потребителя транспортных услуг.

1.3. Постановка цели и задач исследования

Одним из важнейших направлений совершенствования системы организации вагонопотоков является отправительская маршрутизация, которая обеспечивает ускорение доставки грузов потребителям, более эффективное использование маневровых средств, сокращение простоев вагонов на технических станциях, в пути следования. В связи с этим эффективность маршрутизации определяется превышением получаемой экономии в пути следования в сравнении с действующим планом формирования грузовых поездов над возможными дополнительными затратами в пунктах погрузки и выгрузки маршрутов в сравнении с немаршрутной погрузкой.

Существующая система обоснования маршрутизации и классификация маршрутов не учитывают в полной мере особенностей грузообразования в пунктах погрузки, в том числе оснащенность погрузочных фронтов, объемы складских помещений, продолжительность выполнения грузовых операций и другие факторы, обуславливающие дополнительные затраты на станциях погрузки.

Учет перечисленных факторов будет способствовать обоснованному определению уровня возможного охвата перевозок грузов отправительскими маршрутами.

В связи с переходом на прямые договорные условия доставки грузов со стороны поставщиков и потребителей, изменяются требования к условиям доставки, ее количественным и временным параметрам. Это приводит к тому, что для ритмичной работы предприятия возникает необходимость увеличения мощности

технического оснащения либо уже существующее оснащение используется с незначительной эффективностью.

Поэтому, учитывая изменения в производственно-экономических отношениях поставщиков и потребителей материалов, их статуса и форм собственности, возникает проблема разработки новой концепции функционирования производственно-транспортных комплексов с целью оптимизации их параметров и снижения суммарных затрат на обработку грузопотоков.

В условиях развития рыночных отношений при построении и анализе моделей необходимо учитывать прежде всего факторы, затрагивающие экономические интересы потребителя транспорта. К ним в первую очередь относятся затраты на хранение запасов, содержание и техническое оснащение погрузочно-разгрузочных фронтов, формирование заказов, информацию и документирование, транспортировку грузов.

Однако достаточно адекватно оценить прибыль грузовладельца в условиях конкурентной рыночной среды невозможно без создания более гибкой тарифной политики на железнодорожном транспорте.

Одним из наиболее существенных положений при формировании железнодорожных грузовых тарифов является реализация принципа системного подхода, который проявляется в первую очередь в интеграции и четкой взаимоувязке интересов производителей и потребителей перевозимой продукции с учетом усиливающейся конкуренции со стороны других видов транспорта, а также с целью получения максимальной прибыли железными дорогами.

Формализация механизма установления уровня тарифов определяет круг задач:

- выбор и совершенствование методик расчета себестоимости грузовых перевозок;
- разработка информационной базы для быстрого получения данных, необходимых для определения себестоимости;

- установление закономерности изменения объема перевозок в зависимости от тарифов, связанной с прогнозированием динамики транспортного рынка;
- разработка экономико-математической модели, алгоритма и компьютерной программы по идентификации уровней тарифов;
- моделирование стратегий выбора оптимального уровня тарифа.

В целом при разработке математических моделей, описывающих состояние транспортного рынка, необходим логистический подход, который основывается на четком взаимодействии спроса, снабжения, производства, транспорта и распределения продукции с целью получения наибольшего эффекта [48].

Определение оптимального соотношения транспортных складских операций при создании единой межотраслевой технологии перевозки груза относится к задачам оптимизационного типа. Поэтому при разработке аналитических и имитационных моделей для всей ПТЦ и отдельных ее элементов принципиально важно:

- выбрать совокупность переменных, которые должны быть определены в результате моделирования;
- формализовать все исходные предпосылки, которые следует учесть при нахождении оптимального решения;
- сформировать критерий оптимальности решения.

Анализ эффективности функционирования разработанных математических моделей целесообразно провести с помощью компьютерного моделирования с целью выявления недоработок на этапе разработки и успешного применения при формировании стратегии поведения железнодорожного транспорта.

Целью данных исследований является выбор рациональных параметров производственно-транспортной цепи перевозки массовых грузов маршрутами и разработка мероприятий по их достижению.

Поставленная цель определила круг задач решаемых в работе:

- разработка производственно-транспортной цепи перевозки массовых грузов маршрутами;

- формирование математической модели функционирования каналов грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами;
- моделирование функционирования производственно-транспортной цепи и анализ результатов;
- разработка рекомендаций по созданию единого технологического процесса функционирования всей ПТЦ.

Выводы по разделу 1

1. Выбор способа доставки сырья (продукции) в условиях плановой экономики диктовался, в основном, абстрактными расчетами транспортных расходов, без учета влияния параметров качества транспортно-экспедиционного обслуживания. В рыночных же условиях потребители свободны в пределах своих финансовых ресурсов покупать услуги транспорта в наиболее подходящем для удовлетворения своих потребностей наборе. В связи с этим возникает проблема выбора производителя услуг (перевозчика, терминала и др.).
2. Построение и анализ моделей, описывающих состояние транспортного рынка, способствует разработке рыночной стратегии поведения железных дорог. Сформированы критерии выбора математического аппарата для описания рыночных ситуаций.
3. Действующая система грузовых железнодорожных тарифов разработана для условий централизованного планового хозяйства и переход к рыночным отношениям вызывает необходимость проведения более четкой тарифной политики.
4. Существующие модели функционирования транспортного рынка не учитывают особенностей рыночных отношений, которые требуют интеграции и четкой взаимоувязки интересов каждого участника производственно-транспортной цепи движения грузопотоков.

5. Системный подход не нашел достаточного отражения и в теоретических исследованиях при разработке сбалансированной тарифной политики на железнодорожном транспорте.
6. Одним из важнейших направлений совершенствования системы организации вагонопотоков является отправительская маршрутизация. Существующая система обоснования маршрутизации и классификация маршрутов не учитывают в полной мере особенностей грузообразования в пунктах погрузки в том числе оснащенность погрузочных фронтов, объемы складских помещений, продолжительность выполнения грузовых операций и другие факторы, обуславливающие дополнительные затраты на станциях погрузки.
7. Учитывая изменения в производственно-экономических отношениях поставщиков и потребителей материалов, их статуса и форм собственности, возникает проблема разработки новой концепции функционирования производственно-транспортных комплексов с целью оптимизации их параметров и снижения суммарных затрат на обработку грузопотоков.
8. Проведенные ранее исследования не рассматривали взаимовлияния производства и транспортного комплекса с применением экономических критериев.
9. При построении моделей, описывающих функционирование транспортного рынка, необходимо учитывать не только народнохозяйственный эффект, но и экономические интересы потребителя транспортной продукции.

РАЗДЕЛ 2

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ, ОПИСЫВАЮЩИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ ГРУЗОПОТОКОВ

Канал грузопотоков представляет собой сложную производственно-транспортную торговую цепь, включающую в себя десятки элементов: производственные фирмы, сооружения для хранения запасов, магистральный транспорт, транспортные узлы, торговые предприятия и потребителей-покупателей[8].

Для того, чтобы реализовать основное требование при доставке продукции получателю (доставка грузов «точно в срок»), добиться высокой эффективности системы, должен быть разработан и осуществлен единый технологический процесс всей производственно-транспортной системы на основе интеграции производства, транспорта и потребления. Однако это не тот единый технологический процесс, который замыкается на подъездных путях и станциях примыкания УЗ или, в лучшем случае, в транспортных узлах,— это комплексная технология, в рамках которой, руководствуясь системным подходом, осуществляется четкое взаимодействие всех элементов ПТЦ.

2.1. Разработка производственно-транспортной цепи перевозки грузов маршрутами

Украина располагает достаточными потенциальными возможностями для развития логистики. В настоящее время более 70% объема перевозок составляют грузы рудно-металлургического цикла, энергоносители, минеральные строительные материалы и нефтепродукты, отличающиеся высоким уровнем концентрации производства и стабильностью материальных потоков. ПТЦ с высокой скоростью

движения материальных потоков можно разработать в первую очередь для железорудного сырья и энергоносителей.

В зависимости от структуры производственно-транспортных систем, рода грузов, вида транспорта, характера технологических процессов промышленных предприятий ПТЦ имеют свои топологические, структурные, технологические особенности при распределении и перевозке однородных массовых грузов или многономенклатурной продукции.

Наиболее эффективно и относительно просто проблемы логистики решаются при перевозках массовых грузов: железной руды, каменного угля, нефтепродуктов и т.д. — в условиях, когда сформировались стабильные и мощные грузопотоки между отправителями и получателями.

Единая межотраслевая технология устойчивых перевозок однородных массовых грузов должна объединять график движения поездов, работу станций, предприятий-отправителей и получателей грузов по организации продвижения технологических маршрутов, а также включать перемещение порожних маршрутов от станций выгрузки к станциям погрузки. При этом продолжительность выполнения грузовых операций в пунктах погрузки и выгрузки должна устанавливаться с учетом технологического процесса предприятий.

Так, снабжение домен высококачественным сырьем точно по графику предъявляет высокие требования к надежности и экономичности функционирования ПТЦ и четкому взаимодействию между источниками сырья, транспортом и предприятием.

Существующая логистическая система снабжения металлургических комбинатов железорудным сырьем представлена на рис. 2.1. Мощность материального потока достигает 6,29 млн. т в год.

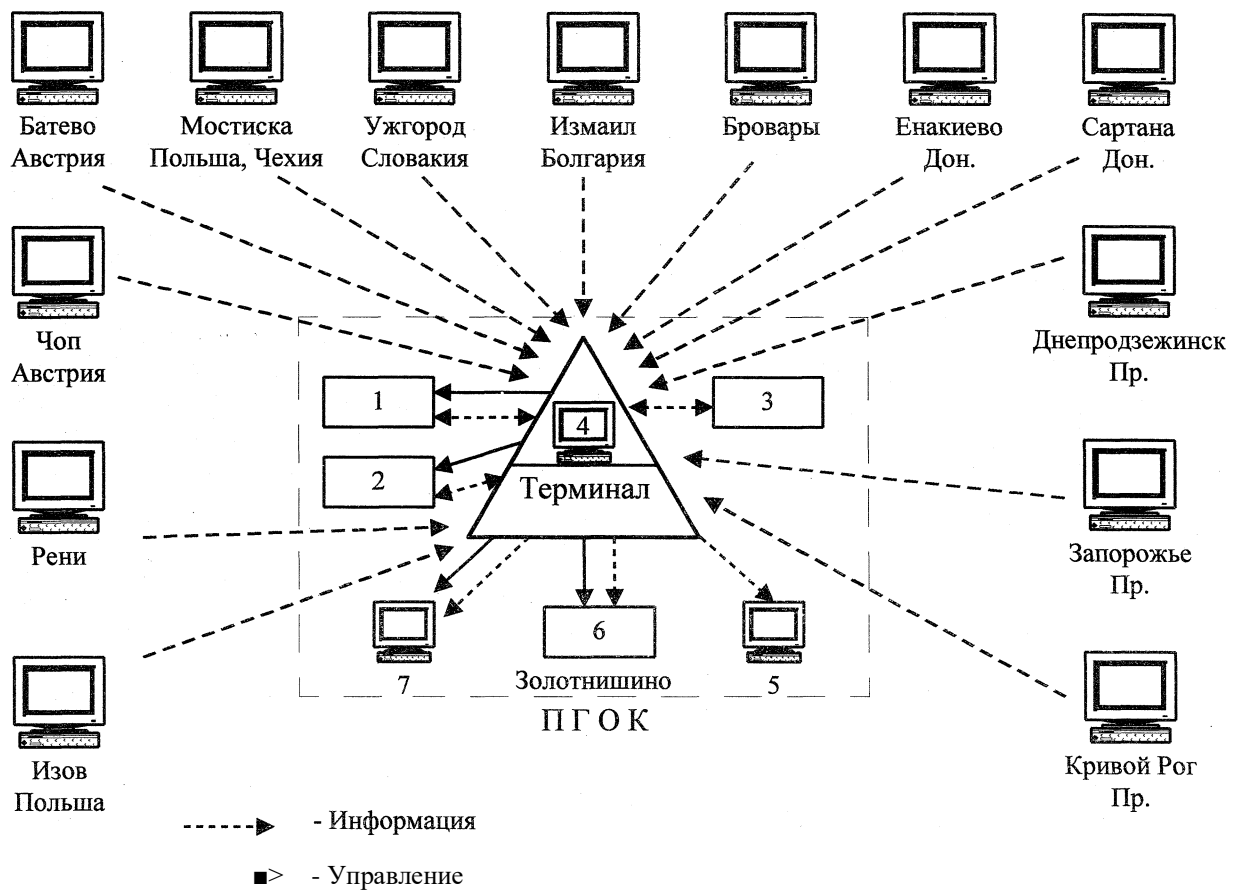


Рис. 2.1. Схема логистической системы поставки железнорудного сырья:

- 1 - планирование работы ГОКа;
- 2 - планирование грузопотока;
- 3 - архив;
- 4 - центральная ЭВМ;
- 5 - подготовка сырья;
- 6 - планирование работы транспорта;
- 7 - управление транспортом.

Целевое назначение системы — непрерывное слежение за движением потока сырья от источника поступления на транспорт (ст. Золотнишино) до предприятий-получателей. На маршруте движения железнорудного сырья для его информационного отслеживания установлены терминалы, которые размещаются в узловых пунктах и передают информацию в центральный банк данных, созданный в Золотнишино. Доступ к этому банку данных имеют все пользователи информационной системы.

В связи с наличием существующих межнациональных особенностей движения материальных потоков, в работе рассматривается ПТЦ внутренних перевозок.

Концентрация мощных и стабильных материальных потоков является прогрессивным мероприятием в технологии перевозок. Накопление грузов и вагонов, которое сопутствует концентрации, увеличивает время доставки, уровень запасов и уменьшает эффективность от сокращения времени продвижения грузов по железной дороге. Концентрация в этом случае снижает доступность транспорта для его пользователя. Поэтому при определении эффективности концентрации материальных потоков необходимо рассматривать всю ПТЦ в совокупности от источника материального потока, предприятия, изготавливающего продукцию или добывающего сырье, до непосредственного потребителя продукции [26].

Наиболее развитая структурная схема распределения материальных потоков типа «добыча — топливно-энергетический комплекс» с двумя распределительными центрами показана на рис. 2.2.

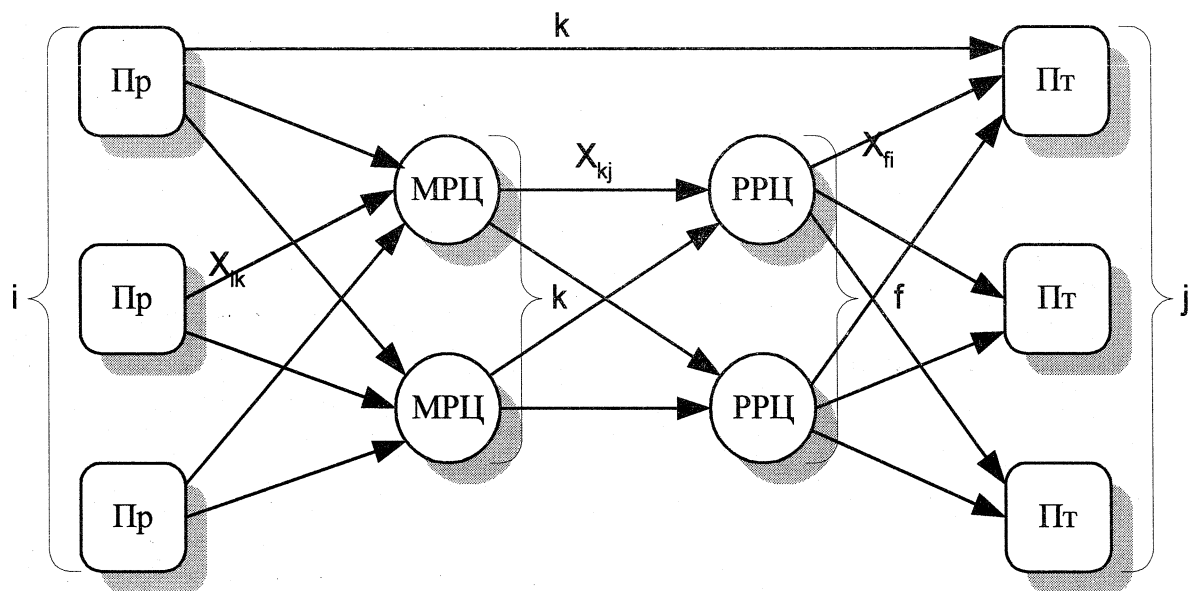


Рис. 2.2. Структурная схема распределения материальных потоков

Один из центров межотраслевой ($MRЦ$), другой — региональный ($PPЦ$). Существенной особенностью ПТЦ «добыча — топливно-энергетический комплекс» является то, что производство равно потреблению.

В рассматриваемой ПТЦ в качестве МРЦ может выступать станция примыкания к пунктам производства, в качестве РРЦ — сортировочные или грузовые станции равноудаленные от пунктов потребления.

Концентрация материальных потоков на РРЦ по направлениям и адресатам позволяет увеличить частоту отправок, сократить затраты, ускорить доставку грузов и повысить качество сервиса.

РРЦ являются одним из звеньев в перевозках между поставщиком и потребителем. Они также являются стыковыми пунктами, где грузопотоки концентрируются и распыляются.

Главная задача РРЦ — расширение ассортимента транспортных услуг и снижение их стоимости в результате концентрации. Это можно осуществить, если следовать закону «конечный результат более важен, чем сумма его составляющих».

Построим ПТЦ доставки железной руды из Золотнишино на металлургический комбинат Сартаны (рис. 2.3). Мощность материального потока достигает 0,598 млн. т в год.

При создании данной ПТЦ должна быть построена надежная информационная система, обеспечивающая слежение за движением материальных потоков на всем пути следования. Помимо пунктов отправления и назначения, средства передачи информации — персональные компьютеры — должны быть установлены в пунктах перехода груза с дороги на дорогу, в крупных транспортных узлах и грузовых станциях, на входных станциях Ясиноватского железнодорожного узла (ЕДЦУ Дон ж. д.).

Целью построения ПТЦ является определение оптимального соотношения между максимально необходимым и минимально возможным количеством транспортных, перегрузочных и складских операций при доставке сырья потребителю.

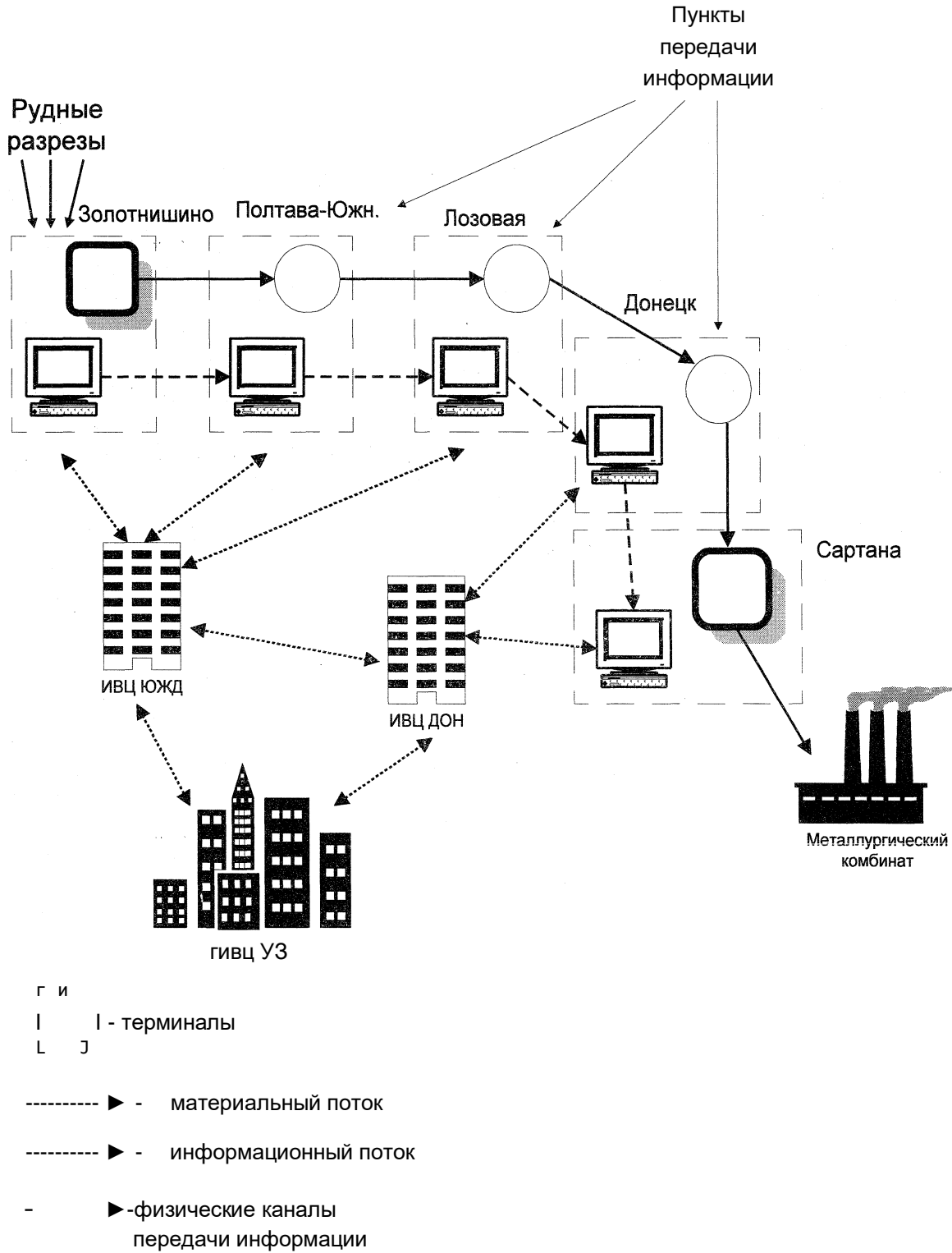


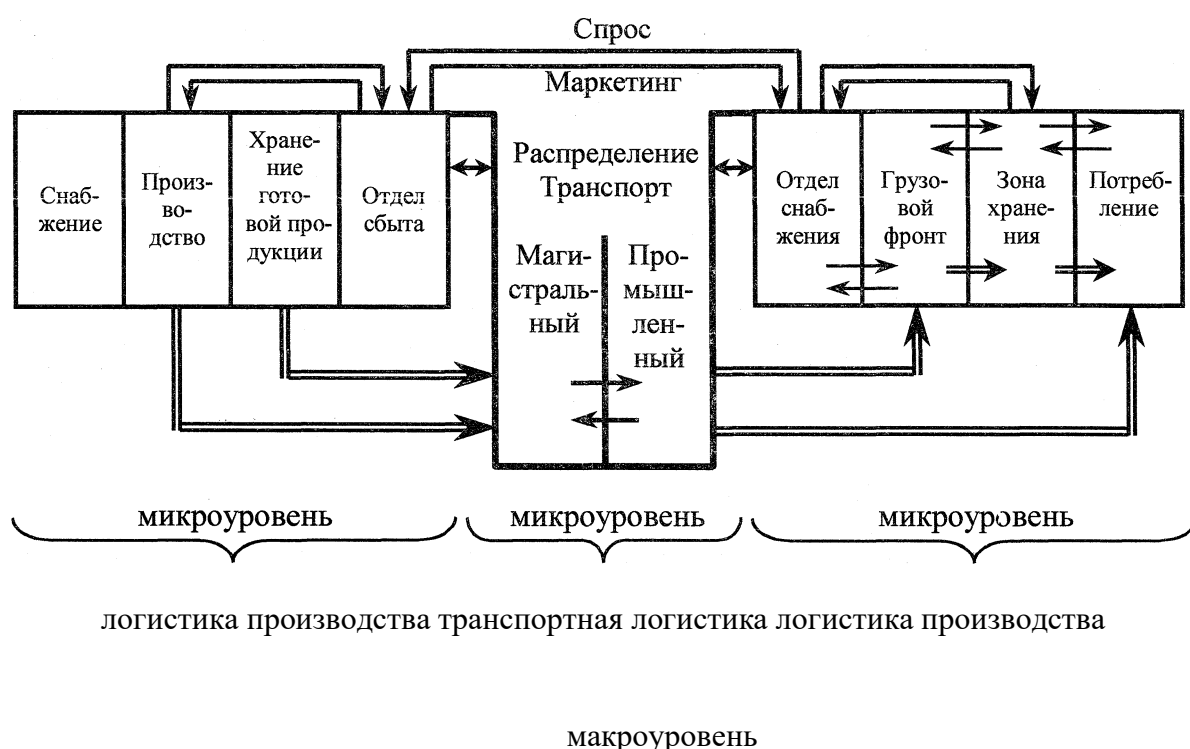
Рис. 2.3. Схема логистической транспортной цепи доставки железной руды из Золотнишино в Сартану

Характерной особенностью построения ПТЦ является однотипный подход, при котором для любой схемы грузопотоков общими являются: транспорт, марке-

тинг и распределение. Далее к базовому набору звеньев добавляются другие функциональные звенья (предприятия, службы), принимающие участие в материалообмене. Причем выделение подсистем и их детализация производится в зависимости от поставленных задач [46].

Рассмотрим структуру логистических каналов товародвижения при транзитной форме снабжения и доставки железной руды, когда эта доставка осуществляется технологическими маршрутами.

ПТЦ снабжения предприятия, когда сырье от поставщика через магистральный и промышленный транспорт поступает в производство, приведена на рис. 2.4. Цель системы — формирование каналов грузопотоков, обеспечивающих ритмичную и бесперебойную работу предприятия и требующих минимум народнохозяйственных затрат.



- ■ — материальные потоки;
- > — информационные потоки

Рис. 2.4. Схема производственно-транспортной цепи

Таким образом, исходя из принятой концепции, в ПТЦ интегрированы четыре технологических элемента:

- складирование и подготовка железорудного сырья в Золотнишно (на местах добычи);
- операции по формированию поездов с железной рудой для участка Золотнишино — Сартана;
- движение железной руды из Золотнишино в Сартану;
- складирование страхового и оперативного запаса железной руды в Сартане.

2.2. Обоснование интегрального показателя

Предприятия по добыче металлургического сырья и обогатительные комплексы для их первичной обработки можно отнести к сложным производственным системам. Они характеризуются географической разобщенностью отдельных производственных объектов предприятия, которые связаны между собой транспортом.

Построим модель функционирования каналов грузопотоков доставки железной руды, когда эта доставка осуществляется технологическими маршрутами.

Исследуем структуру каналов грузопотоков, предусматривающих детерминированность технологических процессов, строгую синхронность работы транспорта и предприятия, отгружающего свою продукцию, четкие сроки поставки по времени и количеству продукции.

Так, при отгрузке полезного ископаемого в железнодорожные вагоны груз непрерывно поступает в вагоны в процессе текущей добычи, тем самым обеспечивается синхронный режим работы по выпуску продукции и ее погрузке в вагоны. Накопление груза на маршрут производится непосредственно в вагонах.

При плановом хозяйстве для анализа технологического процесса учитывались исключительно затраты отрасли. В странах с развитой экономикой — как затраты, так и ожидаемая прибыль. Проанализировав аналогичные проблемы и пути их решения для осуществления выбора рациональных параметров каналов грузопотоков предлагается сформировать интегральный показатель, выражающий суммарные расходы по изготовлению, хранению, транспортировке и потреблению готовой продукции при выполнении условия доставки груза "точно в срок" и учитывающий затраты всех участников технологического процесса: производства, транспорта и потребления.

Схема расчета интегрального показателя может быть представлена в виде целевой функции. За критерий оптимальности предлагается взять параметры, значения которых связаны со всеми составляющими целевой функции.

С учетом указанных особенностей построим целевую функцию $R(m, q_{no2p})$ путем последовательного рассмотрения отдельных составляющих затрат. Основные составляющие этих расходов:

- расходы на хранение грузов у отправителя при равномерном поступлении груза с пункта добычи полезного ископаемого/ТМ;
- затраты, связанные с использованием вагона при выполнении грузовых операций на пункте погрузки R^{TM} ;
- затраты, связанные с простоем вагонов, ожидающих подачи на грузовой фронт отправителя R_p^o ;
- затраты на подачу и уборку вагонов в пункте отправления R_y^o ;
- затраты на начально-конечные и информационные операции R_{HKJI} ;
- затраты на перемещение груза в пункт доставки R_{TP} ;
- затраты на подачу и уборку вагонов в пункте назначения R_y'' ;
- затраты, связанные с использованием вагонов при разгрузке состава маршрута в пункте назначения R_{lz}^{\wedge} ;

- затраты на хранение груза до момента поступления его в производство

$R_{\text{хл}}$ •

С учетом вышеперечисленных затрат выражение целевой функции может быть записано следующим образом:

$$R = R^{\wedge} + R^{\wedge}p + R_{np} + R_{ny} + R_{HKH} + R_{TP} + R_{ny} + R_{\text{быг}} + R_{\text{хл}} \sim \rightarrow \min \quad (2-1)$$

Следует отметить, что каждая из составляющих целевой функции (2.1) зависит в свою очередь от величины транспортной партии грузовой отправки m . При некотором значении $m = m_{opt}$ приведенные расходы, связанные с функционированием ПТЦ — минимальны R_{min} . Это значение партии отправки (массы технологического маршрута) является оптимальным.

Поскольку груз в процессе текущей добычи непрерывно поступает в вагоны, то затраты R^{0TM} в дальнейшем не рассматривается. Расходы на начально-конечные и информационные операции могут быть представлены в виде платы за доставку груза по договорным тарифам $R_{тар}$. Причем железной дорогой уровни тарифов должны устанавливаться таким образом, чтобы они были конкурентоспособными на транспортном рынке. В пункте назначения вагоны подаются получателю целым составом в установленное с транспортной организацией время, поэтому дополнительный простой вагонов в ожидании подачи не должен иметь место. Хранение груза до момента поступления его в производство осуществляется либо в вагонах, тогда затраты включаются в $R^{TM}_{лз}$, либо на складах предприятия, тогда эти затраты представляют собой постоянную величину.

С учетом этого целевая функция примет вид:

$$\mathcal{L} = R_{\dots} + R_{\dots} + R_{\dots} + R^{\wedge}n + \mathcal{L}_{\dots} + R_{\dots} \quad (2-2)$$

Проанализируем каждую составляющую целевой функции (2.2) с целью построения аналитических зависимостей, адекватно описывающих технологию работы производственно-транспортного комплекса.

На станции примыкания при формировании маршрута возможны следующие ситуации:

1. Маршрут формируется одним пунктом погрузки. В этом случае увеличиваются простои подвижного состава под накоплением в ожидании подачи и возможно увеличение простоя подвижного состава под погрузкой, т.к. техническое оснащение грузового фронта ограничено, а его увеличение требует дополнительных капитальных вложений;
2. Маршрут формируется из групп вагонов, погруженных в нескольких траншеях (разрезах):
 - обслуживание группы грузовых фронтов производится одним локомотивом. В этом случае неизбежен простой порожних вагонов в ожидании подачи под погрузку и, кроме того, возможен также простой груженых вагонов на пунктах погрузки после окончания погрузки;
 - если каждый пункт погрузки обслуживает отдельный локомотив, то время ожидания порожними вагонами от момента их готовности до подачи может быть полностью исключено [23, 24].

Предположим, что погрузка руды на карьерах производится в вагоны, находящиеся на балансе УЗ.

Поступающий под погрузку состав разбивают на отдельные группы вагонов, каждую из которых подают на тот или иной погрузочный участок разреза. Подача отдельных групп вагонов производится с учетом местных условий, определяемых развитием железнодорожных путей от распорядительной станции к погрузочным участкам карьера.

Время оборота состава лимитируется той группой, оборот вагонов которой больше времени оборота вагонов всех остальных групп.

Общее время нахождения вагонов на погрузочном пункте может быть определено [28]:

$$I_{гр} \hat{t}_{сорт} + \hat{t}_{под} + \hat{t}_{уст} + \hat{t}_{погр} \hat{t}_{тр} + \hat{t}_{взв} \quad \text{уб} \quad (2-3)$$

где $t_{сорт}$ — среднее время сортировки, которое находится путем суммирования времени на выполнение всех операций на сортировку вагонов по грузовым фронтам и делением на их количество;

$\hat{t}_{под}$ — суммарное время на подачу вагонов со станции примыкания на погрузочный участок;

$\hat{t}_{уст}$ — затраты времени на установку вагонов на путях погрузки под экскавацию;

— время погрузки лимитирующей группы вагонов;

$\hat{t}_{тр}$ — суммарное время, необходимое для трогания групп вагонов с пункта погрузки после окончания погрузки экскаватором;

$\hat{t}_{взв}$ — время на взвешивание;

$\hat{t}_{уб}$ — время на уборку вагонов с погрузочного участка и выставку их на станции примыкания.

Если элементы $\hat{t}_{под}, \hat{t}_{уст}, \hat{t}_{тр}, \hat{t}_{взв}, \hat{t}_{уб}$ для упрощения заменить на \hat{t}_{ny} $i=l$

то получим выражение:

$$\sum_{n=1}^n$$

где $t_{ny} i$ — время на производство всех операций по подаче-уборке;

n — порядковый номер группы порожних вагонов.

Практически подача вагонов под погрузку производится в несколько приемов, так как количество подач и число вагонов в каждой подаче зависит от суточ-

ной производительности пункта погрузки, его технического оснащения (количества ПРМ, их производительности), вместимости погрузочного фронта, наличия порожних вагонов и др. Поскольку количество вагонов в подаваемой группе может быть от 1 до m , и они имеют различную грузоподъемность, то время на погрузку одного и того же количества вагонов в каждой группе будет различным.

(2.5)

$$Y_{погр}$$

где $Y_{стат}$ — средняя статическая нагрузка вагона, т/ваг;

$Y_{погр}$ — часовая производительность пункта погрузки, т/ч.

При одновременной погрузке партии вагонов несколькими экскаваторами или кранами, когда каждый из них может производить грузовую операцию, не мешая другому, норму времени следует определять исходя из суммарной технической производительности всех механизмов, участвующих в погрузке.

$$t_{погр} = \frac{60 \cdot \sum_{i=1}^n q_{sk} \cdot k_n}{Y_{погр} \cdot Z} \quad (2.6)$$

где Z — количество экскаваторов на пункте погрузки;

q_{sk} — геометрическая емкость ковша, м³;

k_n — коэффициент наполнения ковша с учетом разрыхления;

$t_{цч}$ — продолжительность цикла черпания экскаватором, сек.

Время $t_{взв}$ зависит от количества вагонов, подлежащих взвешиванию и дозировке, числа перестановок на весы и с них, производительности устройств, применяемых при дозировке, и составит [27]

$$t_{взв} \sim k_{под} (t_{под} + t_{взв} + t_{пер}) + (k_{под} - 1) t_{заезд} \quad (2.7)$$

где $\kappa_{од}$ — количество подач по первому пункту погрузки;

$t_{под}^{взв}^{пер}$ — время затрачиваемое на подачу, взвешивание и перестановку, соответственно по первому пункту погрузки.

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

При разработке единого технологического процесса большое внимание уделяется также определению наиболее целесообразного числа пунктов погрузки маршрута. Его выбирают с таким расчетом, чтобы общий простой вагонов был минимальным. Этот простой будет тем меньше, чем меньше разность между временем на маневры по подаче и уборке вагонов и временем на погрузку.

Как было отмечено, общее время погрузки всего состава определится по лимитирующему пункту погрузки, где время погрузки поданной группы вагонов будет наибольшим. Это иллюстрируется схемой, приведенной на рис. 2.5, из которой видно, что прибывший на сборочную станцию порожний состав разбивается на три группы, с одинаковым количеством вагонов в каждой из них.

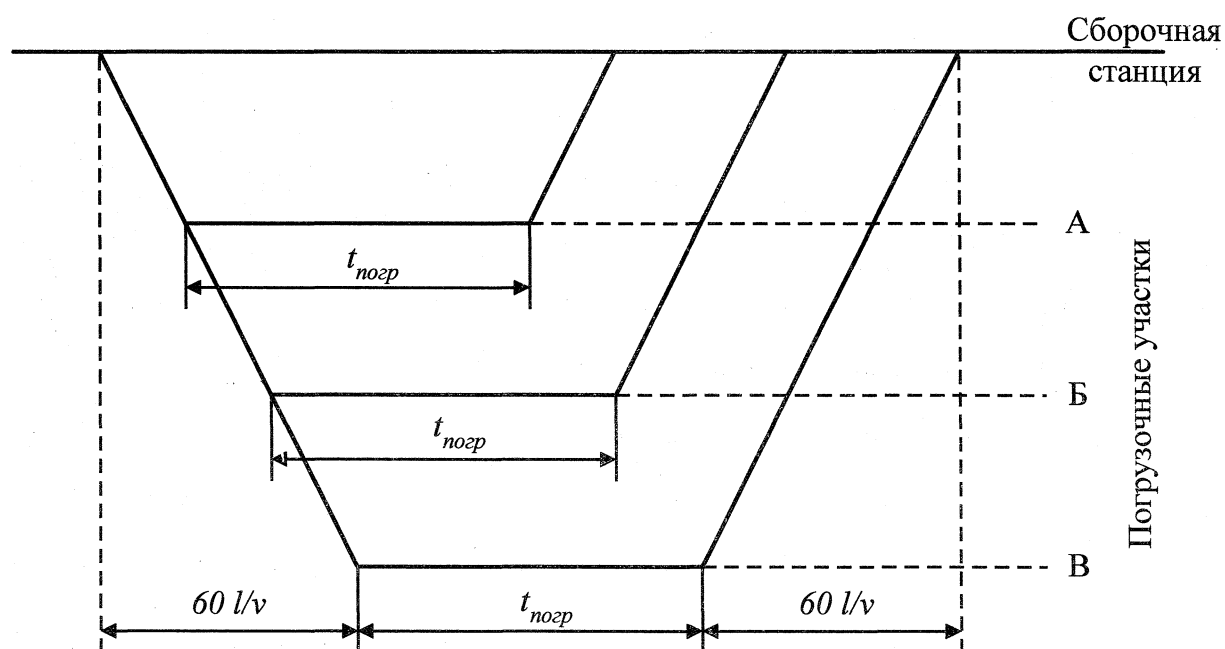


Рис. 2.5. График оборота состава

Погрузочный участок А расположен ближе всего к сборочной станции, поэтому загруженные вагоны при одинаковом количестве их в группе возвращаются

раньше, чем с других погрузочных участков. В последнюю очередь подойдет группа вагонов, погрузка которых производилась на участке В. Эта группа вагонов и будет лимитировать общий оборот вагонов маршрутного состава. На подъездной путь такого карьера порожние вагоны следует подавать в первую очередь. В отдельных случаях целесообразно количество вагонов в группе, идущих на более отдаленные погрузочные участки, уменьшать по сравнению с теми группами вагонов, которые грузятся на участках, расположенных ближе к сборочной станции.

При этом величина $i^{0\wedge}_{гр}$ принимает значение лежащее в интервале $[0; /_{иогр}]$.

О — в случае, когда одним локомотивом обслуживается несколько пунктов погрузки и после подачи вагонов на все обслуживаемые пункты лимитирующий карьер уже окончил погрузку.

$0 < \wedge_{ногр} < \wedge_{ногр} —$ в случае> когда после подачи групп вагонов на обслуживаемые карьеры лимитирующий карьер еще осуществляет погрузку части вагонов.

$t_{ногр}$ — одним локомотивом обслуживается один погрузочный участок: после подачи и расстановки вагонов на путях погрузки происходит ожидание окончания погрузки.

Простой вагонов под погрузкой в основном зависит от мощности экскаваторов и часовой производительности пункта погрузки. В практических условиях одной из основных причин, удлиняющих время оборота, является вынужденный простой вагонов в ожидании производства с ними соответствующих операций (коммерческих, технических и погрузочных). Очень часто вынужденные простои вагонов имеют место в результате неравномерного подхода порожних вагонов как по отдельным суткам, так и по периодам этих суток.

При погрузке руды интервал между подачами будет определяться следующим образом [29]:

— если погрузка производится на одном грузовом фронте, интервал между подачами

$$4' = \wedge + \wedge, \quad (2.8)$$

— если маршрут загружают в нескольких траншеях (разрезах), интервал между подачами (при одинаковой производительности экскаваторов):

$$\psi > = \psi + \psi, \quad (2-9)$$

где Yq_n — суммарная производительность механизмов, т/ч;

k — число подач на каждый грузовой фронт;

$t_{пу}$ — время на подачу и уборку вагонов, ч;

Q_c — емкость вагонов в маршруте или группе вагонов, т.

При разной производительности экскаваторов для обеспечения минимального простоя вагонов под погрузкой вагоны следует распределять между пунктами погрузки прямо пропорционально производительности механизмов с учетом времени на подачу и уборку вагонов.

Исследования показывают, что необоснованное сокращение времени интервала, а тем более безынтервальная подача, неизбежно приводит к простоям вагонов очередной подачи в ожидании окончания грузовых операций с вагонами предыдущей подачи.

Дополнительное время ожидания $T_{он}$ для каждой группы вагонов, поданной с нарушением установленного интервала, будет определяться формулой [29]

$$m_{л,,} = (П - О_{д,,} - ST, \quad (2.Ю)$$

где n — порядковое число очередной подачи;

$T_{он}$ — время на выполнение операций с вагонами на подъездном пути, ч;

$EЧ^7$ — время между подачами по фактическому положению от первого интервала до «-ного, ч.

Поскольку зависимость производительности пункта погрузки и времени на погрузку одного вагона на этом пункте обратно пропорциональна, то порожние вагоны, подаваемые под погрузку маршрута, целесообразно распределять между погрузочными пунктами в количестве обратно пропорциональном затрате времени на погрузку каждой части, мин [28]

$$\bar{q}_i^m = \frac{m}{S r} \quad (2.11)$$

где m — количество вагонов в маршруте, ваг;

t_n — время на погрузку одного вагона по «-му погрузочному пункту, ч.

Количество вагонов, подаваемых к «-му пункту:

$$m_{Пн=K} = \frac{K}{t_n} \quad (2.12)$$

В табл. 2.1 приведен расчет количества вагонов в подаче в предположении, что погрузка маршрута осуществляется на четырех карьерах, причем продолжительность погрузки одного вагона на каждом из них соответственно: 0,5 ч; 1,0 ч; 1,5 ч; 2,0 ч.

$$7 \frac{1}{0,5 + 1,0 + 1,5 + 2,0} = \frac{1}{1,0} = 4,17 \text{ ваг/час}$$

Таблица 2.1

Определение количества вагонов в подаче

Состав маршрута m , ваг.	Время на погрузку каждой части, t_4 , ч	Количество вагонов в подаче mn_n , ваг.			
		при $\lambda=0,5$ ч	при $\lambda=1,0$ ч	при $\lambda=1,5$ ч	при $\lambda=2,0$ ч
10	2,4	4,8	2,4	1,6	1,2
15	3,6	7,2	3,6	2,4	1,8
20	4,8	9,6	4,8	3,2	2,4
25	6,0	12,0	6,0	4,0	3,0
30	7,2	14,4	7,2	4,8	3,6

На основании выполненных расчетов (табл. 2.1) построена номограмма (рис. 2.6), позволяющая установить оптимальное число вагонов в подаче в зависимости от количества вагонов в формируемом маршруте и производительности пунктов погрузки.

Построенная зависимость позволяет сделать следующие выводы: чем больше продолжительность погрузки одного вагона, тем меньше отличается количество вагонов в подаче на лимитирующий погрузочный пункт в зависимости от общего количества вагонов в формируемом маршруте.

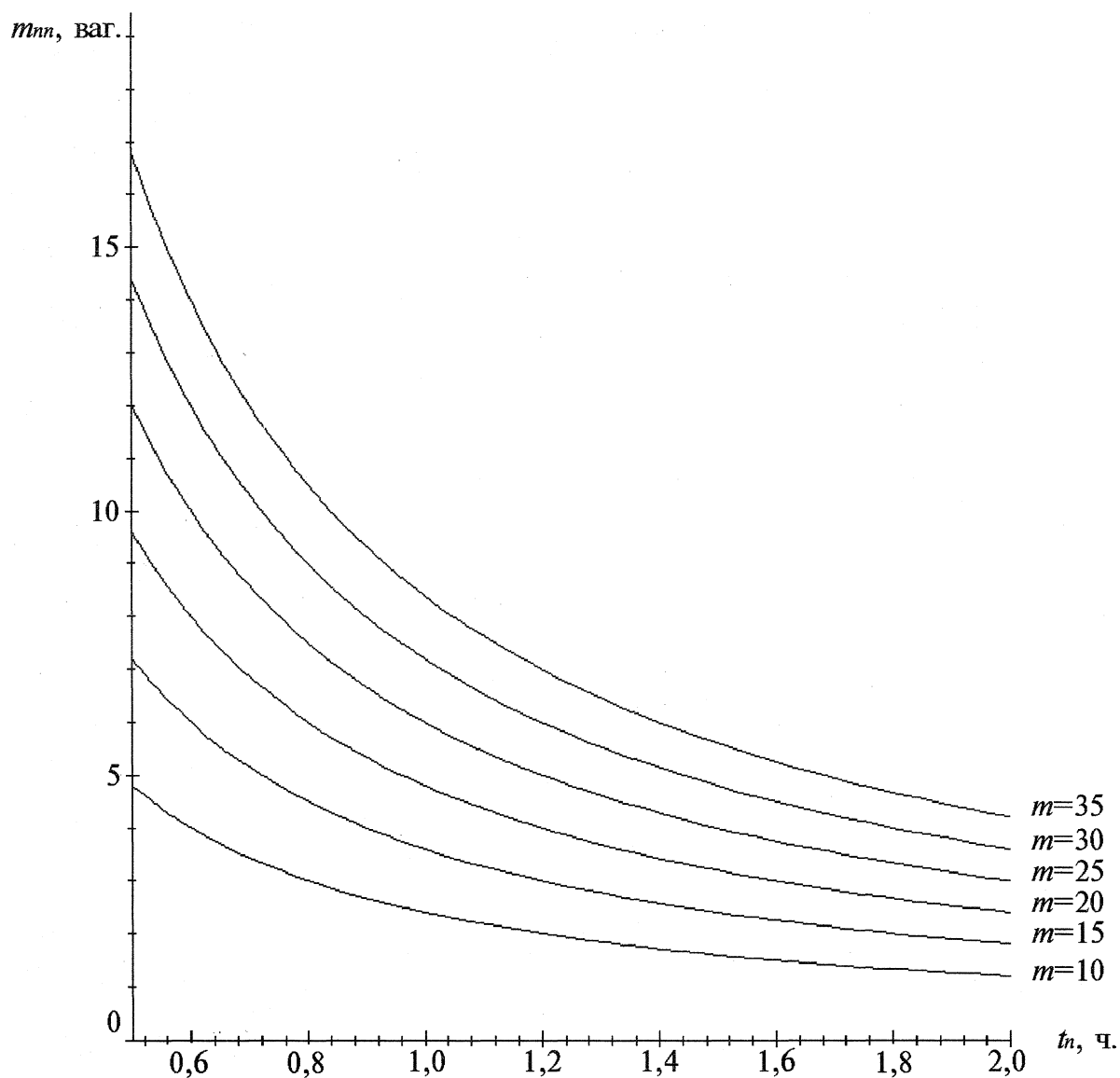


Рис. 2.6. Зависимость числа вагонов в подаче от продолжительности погрузки одного вагона

Поскольку стоимость использования вагона в течение первых суток принимает различное значение в зависимости от количества часов нахождения вагона под операциями (табл. А.1) [43], то определение вагоночасов простоя не целесообразно. Необходима стоимостная оценка использования вагонов.

Зависимость расходов за пользование вагонами, приходящихся на один вагон, от оптимальной партии подачи определенной путем долевого участия в формируемом технологическом маршруте, представлена на рис. 2.7.

Зависимость построена для лимитирующего пункта погрузки. В случае, если в формировании маршрута участвуют погрузочные пункты с одинаковой производительностью, то доли участия этих пунктов в формируемом маршруте одинаковы. Расходы за пользование вагонами, приходящиеся на один вагон, могут быть определены, как расходы, приходящиеся на один вагон оптимальной партии подачи на один из карьеров.

Если производительность пунктов погрузки разная, то доля участия этих пунктов в формировании маршрута также разная. Тогда, зная доленое участие лимитирующего пункта погрузки, определяется оптимальная партия подачи вагонов на этот пункт, а расходы за пользование вагонами, приходящиеся на один вагон маршрута будут соответствовать расходам, приходящимся на один вагон оптимальной партии подачи на лимитирующий пункт погрузки.

В целевую функцию (2.2) входит плата за доставку груза по договорным тарифам $R_{тар}$. Данная составляющая затрат является наиболее весомой и в наибольшей мере оказывает влияние на себестоимость перевозимой продукции от чего, в свою очередь, зависит ожидаемая прибыль для грузовладельца и транспорта.

В силу того, что действующая тарифная политика не совершенна, предлагается методика для определения провозной платы.

Дифференциация провозных плат по расстояниям перевозки (//) производится следующим образом [11]

$$f_l = C_{НК} + \dots \cdot C_{дв}^{*m} \cdot l \quad (2'13)$$

где $C_{НК}$, $C_{п}$ — себестоимость соответственно l t по начально-конечным операциям и l $ткм$ по движеческой операции, грн;

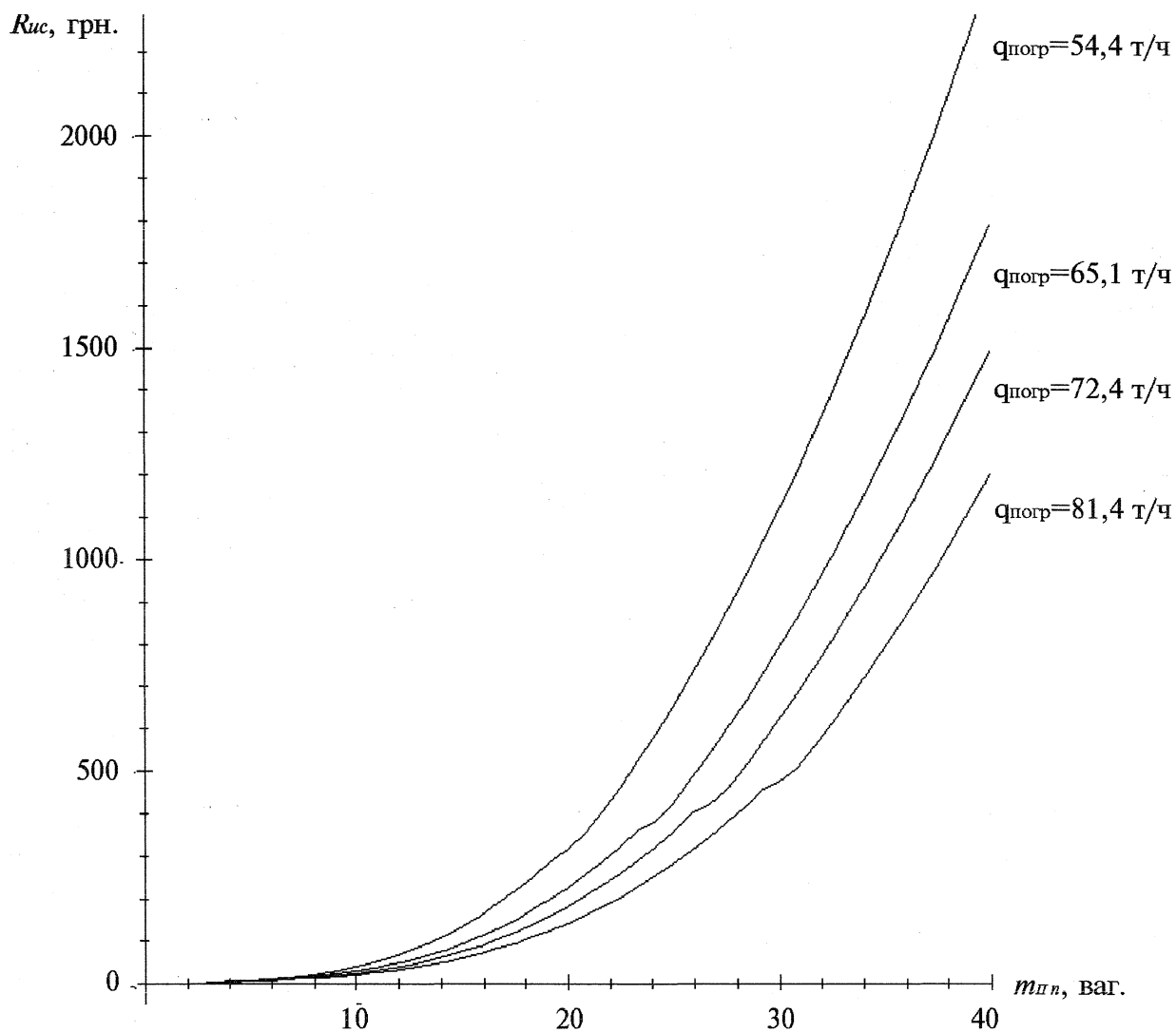


Рис. 2.7. Зависимость расходов за пользование вагонами от оптимальной партии подачи

I — расстояние перевозки или среднее расстояние в тарифном поясе, км;

$m_{пр}$ — прибыль на 1 грн-км, определяется как

(2.14)

li — средняя дальность перевозок i -го груза, км;

$П$ — намечаемая (прогнозируемая) прибыль от грузовых перевозок, грн;

Pi — намечаемый объем перевозок i -го груза, т;

C_i — цена 1 т i -го груза, грн;

C_c — цена 1 т конкретного груза, грн.

При определении себестоимости перевозки грузов необходимо учитывать особенности конкретных поездо-участков дороги.

При расчете поучастковых себестоимостей можно использовать метод расходных ставок. Единичные расходные ставки определяются по известной методике на основе данных о производственно-финансовой деятельности отделения дороги и дороги в целом. Основные качественные показатели использования подвижного состава определяются из отчетов формы ЦО-4, а нормы расхода электроэнергии или топлива на тягу поездов — из отчетов формы ТХО-1.

Зависящие расходы, приходящиеся на 1 поездо-км, $e^{\wedge}s$ рассчитываются как [12]

$$e_{NS} = e_{nz}^m + e_{n\wedge} + \wedge(i + + + \wedge + e_{mn} \wedge \wedge \wedge \wedge + + e_{pi}(P + \text{€}) + \ll \text{Лз€}, \quad (2.15)$$

где m - состав поезда, ваг.;

V - участковая скорость, км/ч;

P - отношение условного пробега к поезднему;

k_d - коэффициент, учитывающий вспомогательное время работы локомотивных бригад;

Q - масса поезда брутто, т;

P - масса локомотива, т;

N_3 - норма расхода электроэнергии на тягу поездов, кВт-ч/10⁴ т-км

бр.;

e_{ns} , e_{nt} , e_{ms} , e_{mt} , $e_{щп}$, e_{pi} , e_A - соответственно расходные ставки на вагоно-км, вагоно-ч, локомотиво-км, локомотиво-ч, бригадо-ч локомотива, т-км бр., кВт-ч электроэнергии.

Зависящая себестоимость (в части операции передвижения C_3 , 10 т-км) определяется по формуле:

3

 ZJ^{11}

(2.16)

где y_{NS} - поездо-км;

pl - т-км нетто.

Полная себестоимость C_u , определяется увеличением зависящей себестоимости C_3 , на величину независящей ее части C_d -

$$C_B = C_3 + C_H \quad (2.17)$$

Расходы по передвижению поездов можно подразделить на расходы с гружеными и порожними поездами. Тогда зависящую себестоимость C_3 , можно представить как сумму себестоимости в части операций передвижения, связанных с пробегом груженых C^{ep} и порожних $C^{тп}$ вагонов:

$$C_3 = C^{ep} + C^{тп}. \quad (2.18)$$

Себестоимости перевозок, связанные с пробегом груженых и порожних вагонов, определяются следующим образом:

$$c^? = (1 \text{ OC} / Q_H) (!-\ll); \quad (2.19)$$

$$C_7 = (10C / e_{\text{й}}) \ll. \quad (2.20)$$

где e^{ep} $e^{нор}$ — зависящие расходы, приходящиеся на 1 поездо-км соответственно груженых и порожних поездов, рассчитываются по формуле (2.5);

a — отношение порожних вагоно-км к общим;

Q_H — масса поезда нетто, т.

Расчет расходов по формулам (2.9) и (2.10) проведен для каждого участка дороги в четном и нечетном направлениях для груженого и порожнего поезда, а также в среднем по дороге и по каждой дирекции железнодорожных перевозок. При этом сделан ряд допущений: в частности о том, что груженые и порожние поезда имеют примерно одинаковые число вагонов и скорости движения на участках. В противном случае в расчеты должны быть внесены определенные коррективы.

В связи с тем, что абсолютные величины расходов и себестоимость на участках постоянно изменяются в результате инфляции, в настоящее время для более точного учета динамики расходов удобно рассчитывать отношение поучастковых себестоимостей к среднedorожной (в части расходов по операциям передвижения) путем определения коэффициента зависящей себестоимости k_3 и коэффициента полной себестоимости k_n :

$$k_3 = C_3 / C_3; \quad (2.21)$$

$$k_n = zk_3 + (1 - z), \quad (2.22)$$

где C_3 - зависящая себестоимость (по передвижению) на участке /;

z - доля зависящей себестоимости к полной в среднем по дирекции железнодорожных перевозок или дороге в целом.

Таким образом, предложенная схема определения провозных плат отражает логистический подход, а именно:

- учтена цена груза путем пропорционального распределения прибыли;
- учтены особенности конкретных поездо-участков дороги при определении себестоимости;
- учтены интересы клиента путем согласования с ним маршрута следования груза (1 соответствует длине маршрута следования, а не кратчайшему расстоянию).

Таким образом, поучастковые себестоимости из операций перемещения получаются путем умножения уровня себестоимости по подразделению железнодо-

рожного транспорта на соответствующий коэффициент себестоимости отдельного участка.

$$C'_n = C'_n k_m \quad (2.23)$$

где C'_{ni} - поучастковые себестоимости при изменённом уровне расходов на участке i ;

C'_n - то же в среднем по дирекции железнодорожных перевозок или дороге;

k_m - коэффициент полной себестоимости на участке i .

При чем для тарифных целей себестоимость в части операций перемещения конкретной перевозки можно определить путем умножения себестоимости по перемещению в среднем по дирекции железнодорожных перевозок на величину k_m , взвешенную по расстояниям участков перевозки D :

$$\frac{\sum_{i=0}^m \dots}{\sum_{z=0}^m \dots} \quad (2.24)$$

К расходам из операций перемещения необходимо прибавлять расходы на начальные и конечные операции.

Полная себестоимость для конкретных видов груза определяется как сумма расходов из операций перемещения с одной или двумя стоимостями начально-

$$C_{\Pi i} = \frac{a_{нк}}{\sum_{r=0}^m l_i} + C'_{\Pi} \sum_{i=0}^m \frac{K_{\Pi i} l_i}{\sum_{i=0}^m l_i}, \quad (2.25)$$

где $a_{нк}$ — расходы на начально-конечные операции, грн.

Таким образом, при помощи участковых коэффициентов себестоимости K_3 может быть определена себестоимость перевозки заданного вида груза по участкам дирекций железнодорожных перевозок дороги с учетом особенностей каждого конкретного участка, а также с учетом показателей использования подвижного состава, который применяется для перевозки отдельных видов груза.

Окончательно с учетом формул (2.15) и (2.25) плата за доставку груза, следующего отправительским маршрутом, составит:

$$= C_{ик} + e_A' s (1 + \frac{1 - 7^m K I}{z}) / \text{£} + C_2 I_{m,p}, \quad (2.26)$$

$z \neq 0$

При расчете расходных ставок используют материалы по ценам на подвижной состав и его ремонты, а также на топливо и электроэнергию по железным дорогам.

При расчете расходов по конкретным участкам среднесетевые расходные ставки корректируются следующим образом:

- на измерители «1 локомотиво-км» и «1 локомотиво-ч» — в зависимости от серии локомотива;
- на измерители «1 кг условного топлива» и «1 кВт-ч электроэнергии» принимают цены на топливо и электроэнергию на отдельных железных дорогах;
- в зависимости от заработной платы в разных районах страны корректируются расходные ставки, кроме расходных ставок на измерители «1 локомотиво-ч», «1 кг условного топлива», «1 кВт-ч электроэнергии»;
- на измеритель «1 т-км брутто вагонов и локомотивов» — в зависимости от типа верхнего строения пути на участке.

Расходные ставки на измерители «1 вагоно-км» и «1 вагоно-ч» при расчете на «средний» вагон принимаются по среднесетевым данным, так как износ и ремонт вагона разграничены во времени и пространстве. Если же расчеты ведутся

для конкретного рода вагона, то расходные ставки на измерители «1 вагоно-км» и «1 вагоно-ч» корректируются, так как расходы на ремонт, техническое обслуживание, амортизацию по родам вагонов существенно различаются.

Для расчета затрат калькуляционных измерителей на 1000 т-км нетто используют показатели для участка в направлении «туда» и «обратно»:

- длина участка $l_{уч}$, км;
- серия локомотива;
- доля бесстыкового пути в протяженности участка $a_б$;
- динамическая нагрузка груженого вагона $\gamma^{гр}$, т;
- масса поезда брутто $Q_{бр}$, т;
- техническая скорость V_p , км/ч;
- участковая скорость $V_{уч}$, км/ч;
- ходовая скорость V_x , км/ч;
- эквивалентный уклон $i_з$, %;
- коэффициент корректировки заработной платы по районам страны с учётом работы в пустынных и безводных районах $k_з/n$;
- размеры пассажирского движения N_n ;
- размеры грузового движения $N_{гр}$ поездов в среднем за сутки;
- число главных путей;
- вид С ЦБ (АБ, ПАБ);
- характеристика пути;
- простои транзитного вагона на технических станциях без переработки $I_{тр} > Ч$,
- число остановок Z ;
- число перегонов на участке $I_{иср}$.
- средняя масса тары грузового вагона q_T , т/вагон;
- коэффициент, учитывающий отношение вспомогательного пробега локомотивов к пробегу во главе поездов $/3$ по видам тяги;

- коэффициент, учитывающий отношение вспомогательного линейного про бега локомотивов к пробегу во главе поездов $\{U$ по видам тяги;
- коэффициент, учитывающий время простоя локомотивов на станциях основного, оборотного депо и в пунктах смены бригад по отношению ко времени работы локомотива на участке с учетом простоя на промежуточных станциях D ;
- коэффициент, учитывающий дополнительное время работы локомотивных бригад u_2 ,
- температурный коэффициент k_t ;
- коэффициент, учитывающий затрату условного топлива на производство 1 кВт-ч электроэнергии a ;
- коэффициент, учитывающий долю времени на стоянках и общее время на поездку v .

Кроме того, используется ряд показателей, величина которых рассчитана по дорогам.

В основу определения расходных ставок положены отчетные данные, как правило, среднесетевые, и соответствующие нормативы:

Отчет о затратах на производство (ф. БО-11), содержащий данные об эксплуатационных расходах по статьям номенклатуры, по элементам затрат, по хозяйствам;

Отчет о наличии, распределении, работе и использовании подвижного состава (ф. ЦО-1), включающий данные об объемных и качественных показателях работы подвижного состава;

Отчет о работе и заработной плате локомотивных бригад (ф. ТТО-5);

данные о расчлененных нормах нахождения транзитных вагонов на технических станциях железных дорог.

Для расчета некоторых показателей по участкам необходимы предварительный расчет, анализ и статистическая обработка большого отчетного материала.

Перечисленные выше показатели содержатся в следующих отчетных доку-

ментах:

Отчет о работе и показателях использования подвижного состава (ф. ЦО-4) содержит данные по участкам сети о качественных показателях использования подвижного состава;

Отчет о технической вооруженности путевого хозяйства (ф. АГО-1) включает данные о протяженности звеньевого и бесстыкового пути, типах рельсов;

Графики движения поездов и пояснительные записки к ним содержат данные о размерах движения, сериях локомотивов, количестве главных путей, виде СЦБ и связи;

Отчёт формы ТХО-1 содержит нормы расхода электроэнергии и топлива на тягу поездов.

На первом этапе необходимо определить отношение участковых себестоимостей к среднedorожной (в части расходов по операции перемещения) путем определения коэффициента зависимой себестоимости K_z и коэффициента полной себестоимости K_n .

При выполнении расчетов себестоимостей использованы расходные ставки, которые приведены в табл. 2.2.

При помощи основных качественных показателей использования подвижного состава (табл. 2.4), определенных с отчетов формы ЦО-4 (1999 г.), и норм расходов электроэнергии и топлива на тягу поездов определенных с отчетов формы ТХО-1 (1999 г.), рассчитана себестоимость из операции перемещения по Южной железной дороге в целом.

Таблица 2.3

Основные показатели по Южной железной дороге

Название показателя	Ибо-, ssgiSpw	ния	Значение показате- ля
Километр пробега в голове поездов	Sl	Км	14665041
Тонно-километры нетто, тыс	P _{нет}	т-км	2511313
Тонно-километры брутто, тыс	P _{бр}	т-км	4402348
Процент пробега порожних вагонов к общему	OC	%	46,4
Средний вес поезда брутто	Q	т	2957
Средний состав поезда	м	Ваг	52,2
Средняя участковая скорость	V	км/час	35
Норма затрат электроэнергии на тягу поездов		кВт ч/104 ткм бр.	126,4
Отношение условного пробега к поездному	3		0,014
Коэффициент, учитывающий вспомо- гательное время работы локомо- тивных бригад	K _л		1,5

Согласно формулам (2.15 - 2.20) получено:

$$\begin{aligned}
 e\%_s = & 0,024 \cdot 52,2 + 0,77 \quad + 1,1(1 + 0,014) + \\
 & + 1,21(\wedge + 0,014) + 6,02 \cdot 1,5 + 0,0037(2957 + 207) + \\
 & + 0,14 \cdot 126,4 \cdot 2957 \cdot 10^{-4} = 20,77 \text{ грн};
 \end{aligned}$$

$$e^{\text{TMP}} = 0,024 \cdot 52,2 + 0,77 \cdot 52,2 + 1,1(1 + 0,014) + \\ + 1,21\left(\frac{1}{35} + 0,014\right) + 6,02 \frac{1}{35} - 1,5 + 0,0037(1245 + 207) + \\ + 0,14 \cdot 126,4 \cdot 1245 \cdot 10^4 = 11,41 \text{ грн};$$

$$\frac{2511313}{10^3} = 1712_m;$$

$$C_f = (10 \cdot 20,77/1712)(1 - 0,464) = 0,065 \text{ грн};$$

$$C_3^P = (10 \cdot 11,41 / 1712)0,464 = 0,031 \text{ грн};$$

$$C_3 = 0,065 + 0,031 = 0,096 \text{ грн}; \quad C_n = 0,096 / 0,6 = 0,16 \text{ грн};$$

Аналогично рассчитана себестоимость операции перемещения по отдельным участкам Харьковской, Полтавской, Купянской и Сумской дирекций железнодорожных перевозок.

Исходные данные по показателям использования подвижного состава по участкам полигона Южной железной дороги приведены в приложении Б (табл. Б.1, Б.3, Б.5, Б.7).

Расчеты выполнены на ЭВМ при помощи программного обеспечения Microsoft Excel 97.

Результаты расчетов приведены в приложении Б (табл. Б.2, Б.4, Б.6, Б.8).

Более наглядно участковые коэффициенты зависимой себестоимости K_3 показаны на рис. 2.8 (в числителе для груженого поезда, в знаменателе для порожнего), а на рис. 2.9 коэффициента полной себестоимости K_n для полигона Южной железной дороги.

Таблица 2.4

Исходные данные для расчета среднedorожной себестоимости перевозки
железной руды.

Показатель	Обо- значе- НИС	Едини- ца из- мере- ния	Значение показате- ля
	Рст	тс	57
Время простоя вагонов под начально-конечными операциями	1нк	ч	23
Среднее число вагонов при подаче и уборке под грузовой операцией	П1	ваг	7
Коэффициент учитывающий время использова- ния маневрового локомотива	к4		0,75
конечных операций	v _м	км/час	10
Норма затрат маневрового локомотиво-времени на подачу 4-осного вагона		ч	0,144
Среднее расстояние между станциями переработ-	L _м	км	360
<u>ШШШМ</u> женных на данной дороге от числа перевезенных	Y _i	%	82
Отношение вспомогательного пробега поездных локомотивов в голове поездов	0	%	0,11
Коэффициент учитывающий часть грузов от- правленных с данной дороги	Y		0,42
Средняя масса одной отправки	P _о	т	69
Динамическая нагрузка груженого вагона	P _{гр}	т	55
Коэффициент учитывающий время на дополни- тельную работу локомотивных бригад	кГ		1,5

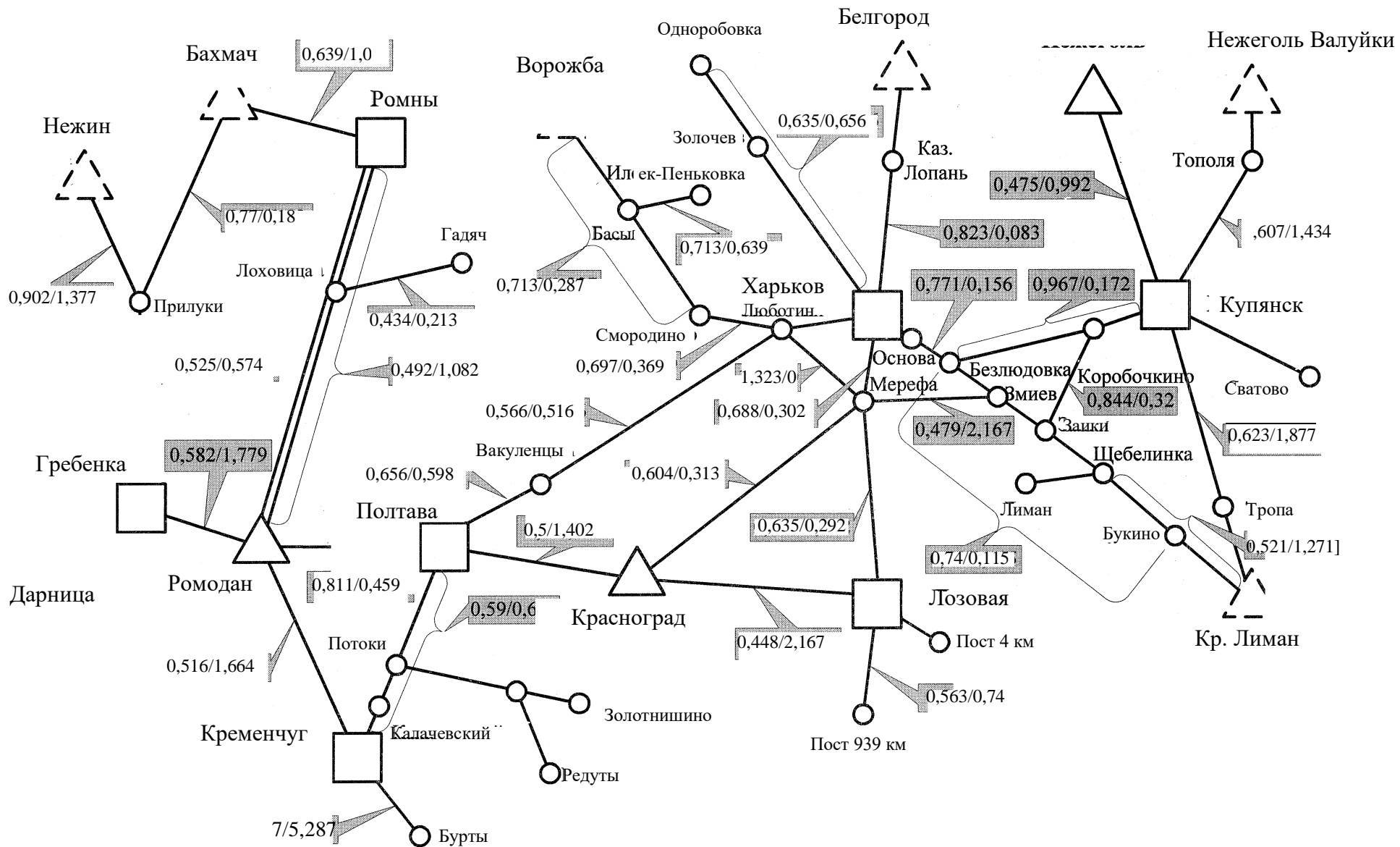


Рис. 2.8. Участковые коэффициенты зависимой себестоимости

Согласно формул (табл. 2.5) [15,17], результаты расчетов себестоимости перевозки железной руды приведены в табл. 2.6 .

Таблица 2.5

Схема расчета зависимых расходов по грузовым перевозкам на 1000 т-км по операциям перевозочного процесса

Операция перевозочного процесса и размерность	Расходная ставка,	Затрата	Затраты,
Начальная и конечная			
Маневровые локомотиво-часы	ϵ_{MH} м	$1000Z$ $\frac{MH^{\wedge} - \wedge z}{MPCST}$	
Вагоно-часы	ϵ_{PH}	$1000/ \Gamma.$ $\frac{PH^{\wedge} z}{CT}$	
Вагоно-километры на маневрах	ϵ_{NS}	$nS = M_{Hn} y_{HK}^{\wedge}$	
Количество грузовых отправок	ϵ_{O}	$\frac{1000/}{}$	
Вместе по начальной и конечной операциям			
Передвижение			
Вагоно-километри.	ϵ_{nS}	$\ll 5 = 1^{\wedge}$	
Вагоно-часы	ϵ_{nH}	$I_{y,}$	
Локомотиво-часы	ϵ_{MS}	Q_{op}	
Локомотиво-часы	ϵ_{MH}	y_y	
Бригадо-часы локомотивных бригад	ϵ_{Mh}	v_y	
Расход Электроэнергии		$\cdot \sim a_{\partial} - P I \delta p$ $\text{зат} \sim 10000$	
Тонно-км брутто вагонов и локомотивов	$\epsilon_{P \delta p. \text{в.л}}$	$P \delta p. \text{в.л.} = 1000 + q_{TNS} + P f l M S n u H$	
Всего зависящих затрат			

Условные обозначения, используемые при изложении методики:

$l_{уч}$ - длина участка, км;

$P_{сп}$ - динамичная нагрузка нагруженного вагона, т;

u_y - участковая скорость, км/час;

u_t - техническая скорость, км/час;

Q_{ep} - масса грузового поезда брутто, т;

q_m - средняя масса тары грузового вагона, т/вагон;

P_l - масса локомотива, т;

β - коэффициент, который учитывает отношение вспомогательного пробега к пробегу в голове поездов:

δ - коэффициент, который учитывает время простоя локомотивов на станциях приписки, оборота, смены локомотивных бригад что касается времени работы локомотива на участке с учетом простоя на промежуточных станциях;

γ - коэффициент, который учитывает дополнительное время работы локомотивных бригад;

t_{mp} - простои транзитного вагона на технических станциях без переработки, час;

$a_{эм}$ - норма затрат топлива (электроэнергии) на 1000 т-км брутто;

$t_{пер}$ - простой транзитного вагона на технических станциях с переработкой, час;

$t_{сп}$ - простой грузового вагона под грузовой операцией, час;

$P_{ст}$ - статическая нагрузка вагона, т;

L_B, L_M - вагонное и маршрутное плечи, км;

a_m - расход маневровых локомотиво-часов на 1000 вагоно-км порожних;

t_d - средняя дальность перевозок, км;

P_o - масса грузового отправления, т.

Таблица 2.6

Результаты расчета зависимых расходов по грузовым перевозкам на 1000 ткм по операциям процесса перевозок

Операция перевозочного процесса и размерность	Расходная ставка, коп.	Затрата измерителя на перевозку железной	Затраты на перевозку руды
Маневровые локомотиво-часы	0,45	0,0048	0,168
	0,77	0,76	0,585
	0,034	0,252	0,0086
и́й^тво^^	10,0	0,017	0,17
			0,9316
операциям			
Передвижение			
8ШИ1ИМ	0,024	18,18	0,436
Вагоно-часы	0,77	0,73	0,564
Локомотиво-часы	1,1	0,39	0,429
Локомотиво-часы	1,21	0,012	0,015
Бригадо-часы локомотивных бригад	6,02	0,016	0,098
Расход электроэнергии	0,00017	1480,69	5,48
Дд И Ді і ІМ^ММ^МВ иДИ мотивов	0,14	18,72	2,62
Д ИММ ДММММИМЯ^^ИИ ния			9,69
Всего зависящих затрат		.	10,62
Условно-постоянные затраты			7,08
Всего затрат			17,70

Поскольку на участках железных дорог и железных дорогах в целом отсутствуют отчетные данные о качественных показателях использования подвижного состава по родам грузов (или по типам перевозочных средств) для каждого участка, поэтому определена (согласно формул, приведенных в табл. 2.5) себестоимость перевозки железной руды по Южной железной дороге в целом.

Исходные данные для расчета себестоимости в целом приведены в табл. 2.2, 2.3, 2.4.

При перевозке железной руды на участке "3-С" себестоимость, согласно формулы 2.25, будет равняться:

$$\frac{0,963 \cdot 95 + 1,246 \cdot 81 + 0,96 \cdot 131 + 1,143 \cdot 99 + 1,015 \cdot 106 + 0,947 \cdot 79 + 1,064 \cdot 76 + 0,96 \cdot 19}{95 + 81 + 131 + 99 + 106 + 79 + 76 + 19} \cdot 17,7 = 21,506 \text{ коп/Юткм.}$$

Г 25,218-591 26,431-95)
<21,219-687 + 24,583-687,

При этом себестоимость перевозки железной руды по участкам Южной железной дороги составляет:

$$\text{Ю.Ж.О.} \quad 1,064 \cdot 76 + 0,96 \cdot 19 \quad \frac{26,431}{24,583} \cdot 17,7 = 19,853 \text{ коп/Юткм.};$$

по участкам Донецкой железной дороги составляет:

$$\text{с ДОН.Ж.Д.} \quad \frac{0,963 \cdot 95 + 1,246 \cdot 81 + 0,96 \cdot 131 + 1,143 \cdot 99 + 1,015 \cdot 106 + 0,947 \cdot 79}{95 + 81 + 131 + 99 + 106 + 79} \cdot 17,7 = 21,845 \text{ коп/Юткм.}$$

п ~
х $\frac{25,218}{21,219} \cdot 17,7 = 21,845 \text{ коп/Юткм.}$

Таким образом, расчет расходов сделан для каждого участка Южной железной дороги в четном и нечетном направлениях для груженого и порожнего поезда, а также в среднем по железной дороге и по каждой дирекции железнодорожных перевозок. Аналогичные расчеты выполнены по Донецкой железной дороге.

Поучастковые коэффициенты K_z определены именно как отношение себестоимости конкретного участка к среднedorожной себестоимости (а не к средней по дирекции железнодорожных перевозок). Это связано в первую очередь с

тем, что маршрут передвижения груза может состоять из участков нескольких дирекций железнодорожных перевозок одной железной дороги.

При помощи поучастковых коэффициентов себестоимости K_3 определена себестоимость перевозки заданного рода груза (в данном случае железной руды) по участкам дирекций железнодорожных перевозок Южной железной дороги с учетом особенностей каждого конкретного участка, а также с учетом показателей использования подвижного состава, который применяется для перевозки отдельных видов груза.

Рассмотренную методику определения себестоимости перевозок по родам грузов на участках железных дорог предлагается использовать при расчете и установлении тарифов на железных дорогах.

Исследования показывают, что затраты на хранение груза у грузополучателя очень велики, поскольку требуют капитальных вложений на сооружение складов для хранения груза, поступающего в большом количестве ($m > Q_n$). В связи с этим величина запаса груза на предприятии-потребителе должна стремиться к нулю с целью снижения себестоимости изготавливаемой продукции путем уменьшения затрат на хранение сырья [26].

Поэтому предполагается, что затраты на хранение груза у получателя R_{xn} включают в себя затраты на хранение груза в вагонах (использование вагона в качестве "склада на колесах"), поскольку хранение груза на складах получателя при их наличии не приводит к дополнительным затратам (на сооружение складов были произведены капитальные вложения, в связи с этим затраты на их содержание — величина постоянная) и предполагает поступление груза равного вместимости этих складов, в противном случае возникают дополнительные затраты на хранение груза в вагоне (при $m > Q_n$) либо затраты, приходящиеся на хранение единицы груза на складе (в случае $m < Q_n$) увеличиваются.

Стоимость использования вагона в течение суток (24 часа) составляет 16 грн. При использовании вагона свыше одних суток до 8 суток включительно к плате за первые сутки за каждый час добавляется 2 грн, т.е. за каждые последующие сутки стоимость использования вагона составит $24 \cdot 2 = 48$ грн/сут.

Поскольку каждый поезд подвязывается к нитке графика движения, то считается, что количество поступившего груза получателю кратно суткам поступления этого груза в производство.

Построенные номограммы (рис. 2.10) позволяют определить вагоно-часы простоя в ожидании поступления груза в производство.

Учитывая зависимости вагоно-часов простоя от интенсивности поступления груза в производство, вагоно-часы простоя могут быть определены как площадь под графиком, выраженного функцией $p(m, Q_n, t)$:

$$T = \int_a^b p(m, Q_n, t) dp \quad (2.27)$$

где a, b — минимальное и максимальное количество суток, в течение которых вагон находится в пользовании (в качестве "склада на колесах").

Затраты на хранение груза составят

$$= C_{uc} T \quad (2.28)$$

Если груз до поступления его в производство хранится на складе получателя, где фиксирована стоимость одного часа хранения, то для расчета затрат может быть использована формула (2.27).

Поскольку стоимость использования вагона (вагоно-часа простоя у клиента железнодорожного транспорта) дифференцирована и зависит от количества часов простоя, то выражаем плату за пользование вагонами аналитическим способом.

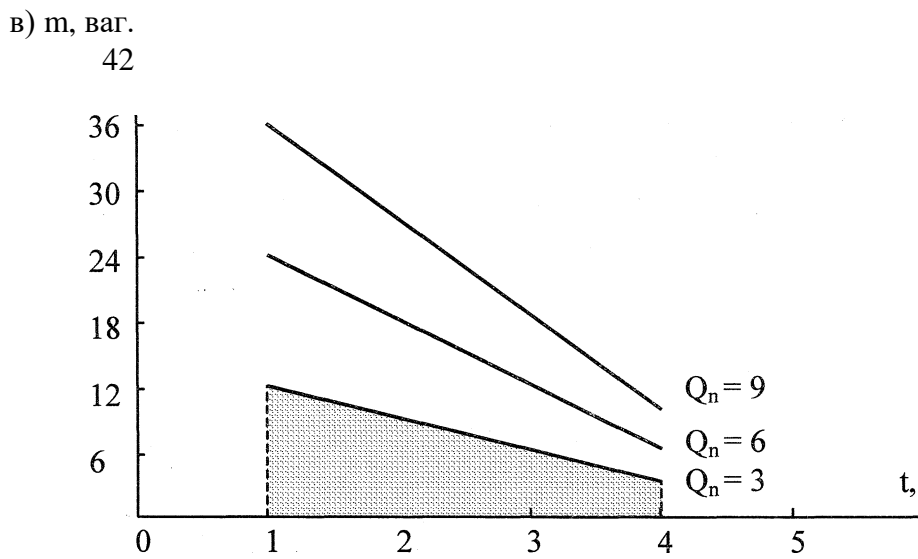
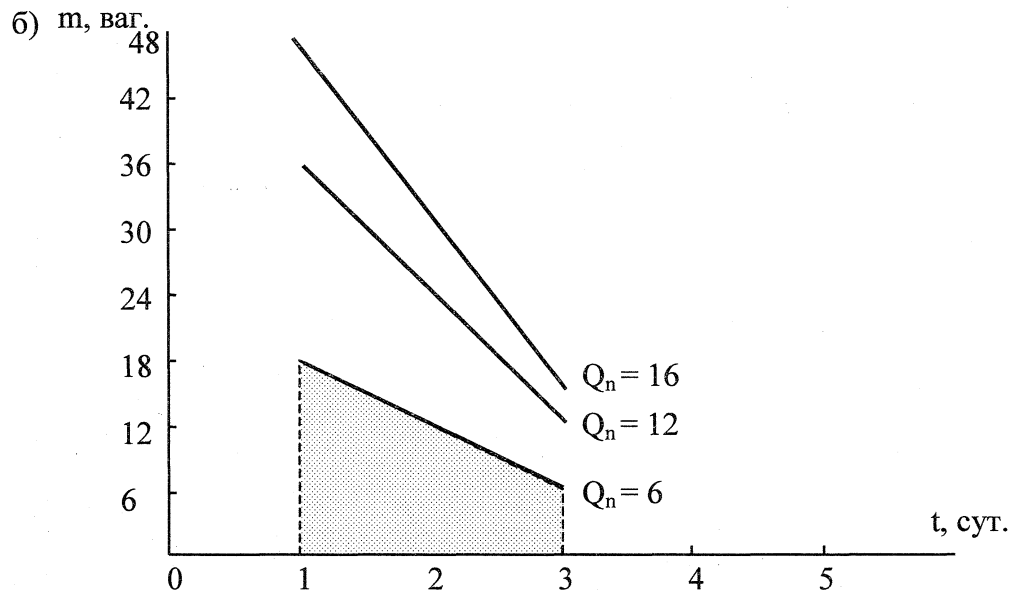
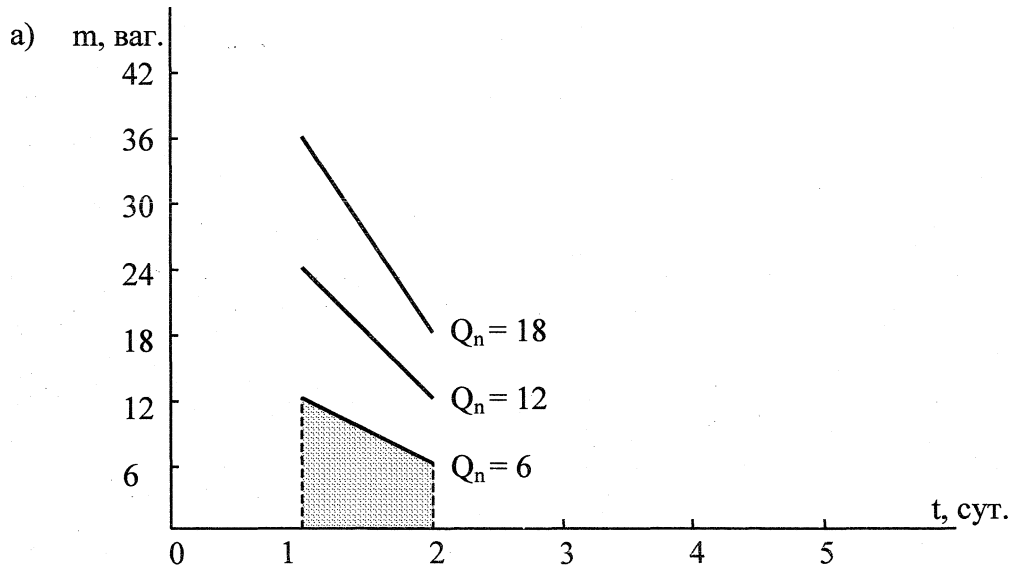


Рис. 2.10. Зависимость вагоночасов простоя от интенсивности поступления груза в производство Q_n : а) $m = 2Q_n$; б) $m = 3Q_n$; в) $m = 4Q_n$

a) $m=2Q_n$

- за первые сутки

$$R_1=16m;$$

- за вторые сутки

$$R_2=48(m-m/2).$$

Суммарные затраты: $R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^2 R_i = 16m + 48(m - \frac{m}{2}).$

б) $m=3Q_n$

- за первые сутки

$$R_1=16m;$$

- за вторые сутки

$$R_2=48(m-m/3);$$

- за третьи сутки

$$R_3=48(m-m/3-m/3)=48(m-2m/3).$$

Суммарные затраты: $R_{\Sigma} = \sum_{z=1}^3 R_z = 16m + 48(m - \frac{m}{3}) + 48(m - \frac{m}{3} - \frac{m}{3}).$

в) $m=4Q_n$

- за первые сутки

$$R_1=16m;$$

- за вторые сутки

$$R_2=48(m-m/4);$$

- за третьи сутки

$$R_3=48(m-m/4-m/4)=48(m-2m/4);$$

- за четвертые сутки

$$R_4=48(m-m/4-m/4-m/4)=48(m-3m/4).$$

Суммарные затраты:

$$R_{x,z} = \dots = 16\tau + 48\left(\frac{m}{4} - \dots\right) + 48\left(\frac{m}{4} - \dots\right) + 48\left(\frac{m}{4} - \dots\right)$$

и т.д.

В общем виде получено выражение

(2.29)

где n — коэффициент, учитывающий превышение интенсивности доставки груза над интенсивностью поступления его в производство, «=14-8.

Из зависимости (рис. 2.11) видно, что в случае поступления потребителю количества вагонов $ш$, равное интенсивности поступления груза в производство Q_n ($m = Q_n$), затраты приходящиеся на 1 вагон при перевозке необходимого количества груза и на хранение груза в вагонах (плата за пользование вагоном) достигают равновесия в точке, соответствующей 42 вагонам. В случае поступления вагонов в количестве $m = 2Q_n$ (то есть в количестве превышающем суточное поступление груза в производство в два раза, в результате чего возникает необходимость дополнительного хранения части груза в течении вторых суток) равновесная точка затрат, приходящихся на 1 вагон, достигается при $m = 16$ вагонов. А при поступлении потребителю груза в количестве $ш = 4Q_n$ - равновесная точка затрат соответствует 7 вагонам и т. д.

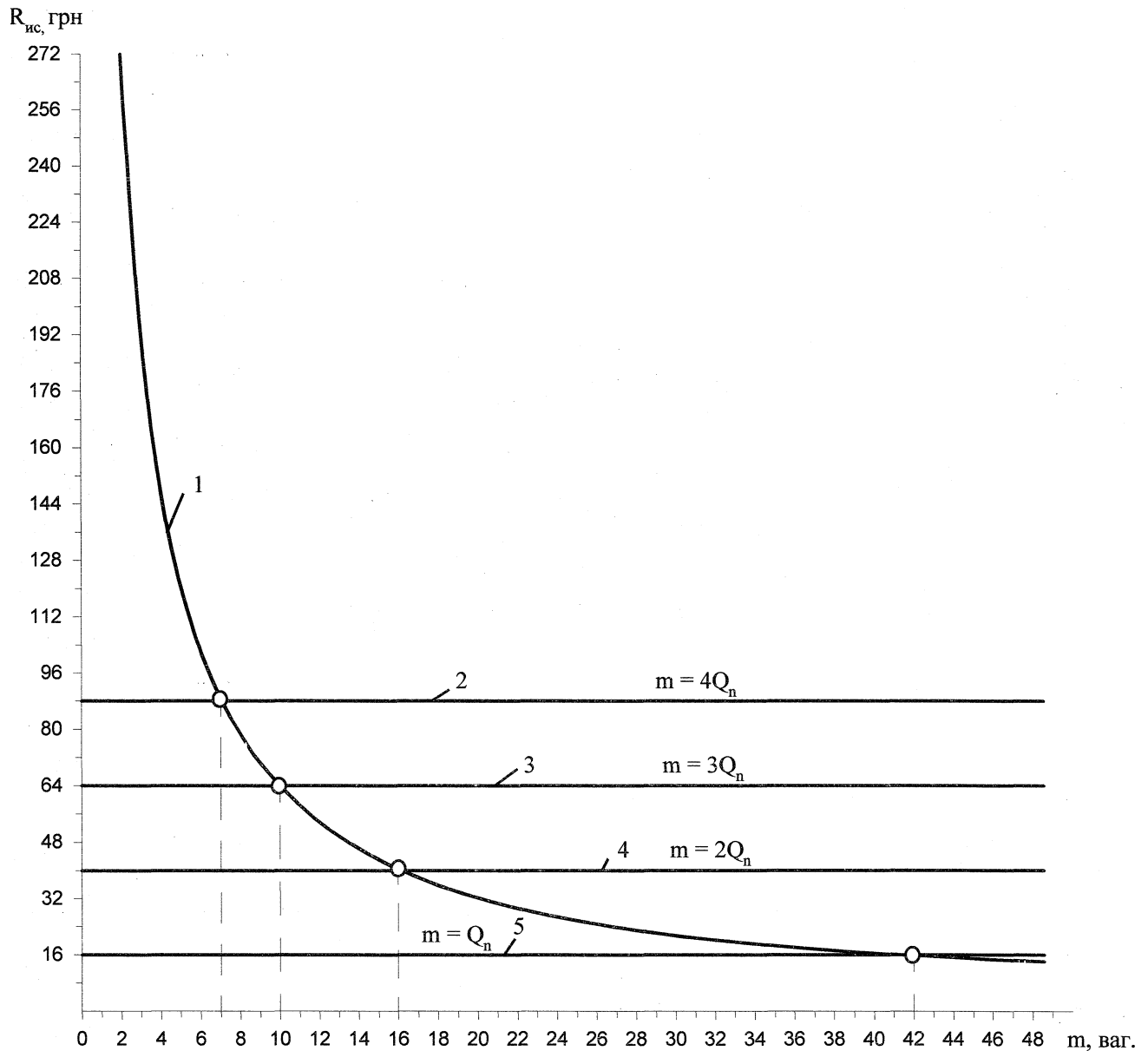


Рис. 2.11. Зависимости расходов за пользование вагонами и дополнительных затрат на транспортировку, приходящихся на 1 вагон:

- 1 - затраты локомотиво-часов, локомотиво-км в расчете на 1 вагон;
- 2 - плата за пользование вагоном, в случае подачи равной $m = 4Q_n$;
- 3 - то же при $m = 3Q_n$;
- 4 - то же при $m = 2Q_n$;
- 5 - то же при $m = Q_n$.

Таким образом, чем больше несоответствие параметров m и Q_n (т.е. выполняется условие $m \gg Q_n$), тем затраты на хранение груза больше и, соответственно,

оптимальная партия поставки должна быть меньше. В случае незначительного суточного потребления груза в производство, т.е. количества груза значительно меньшего, чем оптимальная партия поставки $Q_n \ll m_{(pl)}$ (для рассмотренного примера $m_{opt} = 7, 10, 16, 42$), в целевую функцию затрат (2.2) целесообразно включать затраты на хранение груза у получателя R_{xn} . В противном случае из целевой функции (2.2) могут быть исключены составляющие R_{Me}, R_{ny}, R_{xn} , а сама целевая функция должна быть дополнена следующими условиями-ограничениями:

1. Выполнение требования "точно в срок", когда максимальный интервал поставки груза не должен превышать некоторой величины, обусловленной договором между производителем и потребителем, поставки

$$\frac{m}{Q_n} \leq \tau_0 \quad (2.30)$$

или

величина поставки не должна превышать значения T_0

$$m < T_0 \quad (2.31)$$

2. Выполнение срока доставки заказа T_0

$$t_x + t_s + T < T_0 \quad (2.32)$$

где t_x — продолжительность накопления и хранения груза у отправителя, сут;

t_z — время выполнения грузовых операций при формировании транспортной партии груза, сут;

T — продолжительность транспортировки груза до пункта назначения, сут.

Целесообразность исключения из целевой функции (2.1) затрат R_{xn} и дополнение ее ограничениями (2.30 — 2.32) обусловлена следующими причинами:

1. У грузополучателя есть склад для хранения поступающего груза, вместимостью Q_n :

а) $m > Q_n$ — возникает необходимость хранения части груза в вагонах, что приводит к дополнительным затратам, приходящимся на один вагон;

б) $m = Q_n$ — оптимальные затраты, приходящиеся на один вагон, обусловленные равномерным распределением затрат на содержание склада (что представлено затратами на хранение груза) на количество груза, равное вместимости склада $m = Q_n$,

в) $m < Q_n$ — затраты на хранение единицы груза в складе увеличиваются.

2. Груз у получателя хранится в вагонах и поступает в производство с интенсивностью Q_n ваг/сут.

а) $m > Q_n$ — затраты на хранение единицы груза увеличиваются обратно пропорционально Q_n в связи с необходимостью использования вагонов (в качестве склада на колесах) в течение нескольких суток;

б) $m = Q_n$ — затраты на хранение груза соответствуют суточной интенсивности поступления груза в производство;

в) $m < Q_n$ — затраты на хранение груза, стремящиеся к минимуму при t , стремящемся к минимуму. Однако такая ситуация неизбежно ведет к прекращению производственного процесса (в данном случае топливно-энергетического комплекса), в результате чего возникают неисчислимы потери для всего народного хозяйства. Такая ситуация должна быть исключена.

Анализ показывает, что интенсивность поступления груза получателю должна максимально соответствовать интенсивности поступления этого груза в производство. При этом за период времени приняты сутки. Уменьшение периода времени приводит к уменьшению числа вагонов в маршруте. Уменьшение периода времени, а следовательно и числа вагонов в маршруте, не целесообразно из-за:

- ограниченной пропускной способности участков;
- ограниченного парка локомотивов (с увеличением числа поездов из-за уменьшения количества вагонов в составе возрастает потребность в локомотивах);

- увеличения себестоимости перевозки единицы груза, величина которой оценивается не однозначно и требует глубоких исследований.

В рассматриваемом случае осуществляется перевозка железной руды — груз, имеющий важное значение для металлургического комплекса и требующий регулярности доставки, т. е. должно соблюдаться условие периодичности доставки (2.30-2.31). Поэтому в дальнейших расчетах условие (2.32) не берется во внимание.

Расходы, входящие в целевую функцию (2.2), прямо пропорциональны количеству перевозимого груза, а минимальное значение функционала будет достигаться при m , стремящемся к единице. Поэтому целевую функцию (2.2) целесообразно оптимизировать минимизируя совокупные расходы, приходящиеся на единицу перевозимого груза (в частности на один вагон).

При определении времени простоя вагонов на пункте погрузки необходимо учитывать долю участия каждого разреза в формируемом маршруте. При этом максимальное время простоя всех вагонов под погрузкой соответствует времени простоя вагонов под погрузкой на лимитирующем разрезе, что должно находить отражение при определении затрат.

С учетом вышеизложенного, а также используя зависимости (2.2—2.32) целевая функция принимает вид

$$\frac{m}{\langle I_{\text{огр}} \rangle} + c_{\text{огр}} + e \gg -s \left(i + \frac{K I}{z} \right) X - s \sum_{i=0}^{2L} \frac{L^{++} \wedge / m}{z} \circ +$$

- $Y_{погр}$) — зависимость стоимости использования вагона, находящегося под погрузкой, от времени нахождения его на погрузочном пути, грн;
- a — доля участия лимитирующей шахты в маршруте;
- $\sum t_{ny}$ — суммарное время на подачу-уборку, расстановку вагонов, ч.

Для случая формирования маршрута из погрузки руды на одной шахте, когда погрузка осуществляется из текущей добычи, построены номограммы (рис. 2.12, 2.13), позволяющие определить оптимальное число вагонов в маршруте с учетом интенсивности поступления груза в производство (при $Q_n = 8$ ваг. — $m_{opt} = 16$ ваг.; при $Q_n = 4$ ваг. — $m_{opt} = 24$ ваг., т. е. при $Q_n < 8$ ваг. выгоднее хранить груз дольше, при $Q_n > 8$ ваг. — суммарные затраты возрастают пропорционально количеству вагонов в маршруте) — рис. 2.12, а также определить оптимальное число вагонов в маршруте при разной производительности пункта погрузки (рис. 2.13), причем чем больше производительность, тем меньше времени требуется на погрузку группы вагонов и тем больше оптимальное число вагонов в маршруте. Подобные номограммы могут быть построены и при доленом участии разрезов в формируемом маршруте.

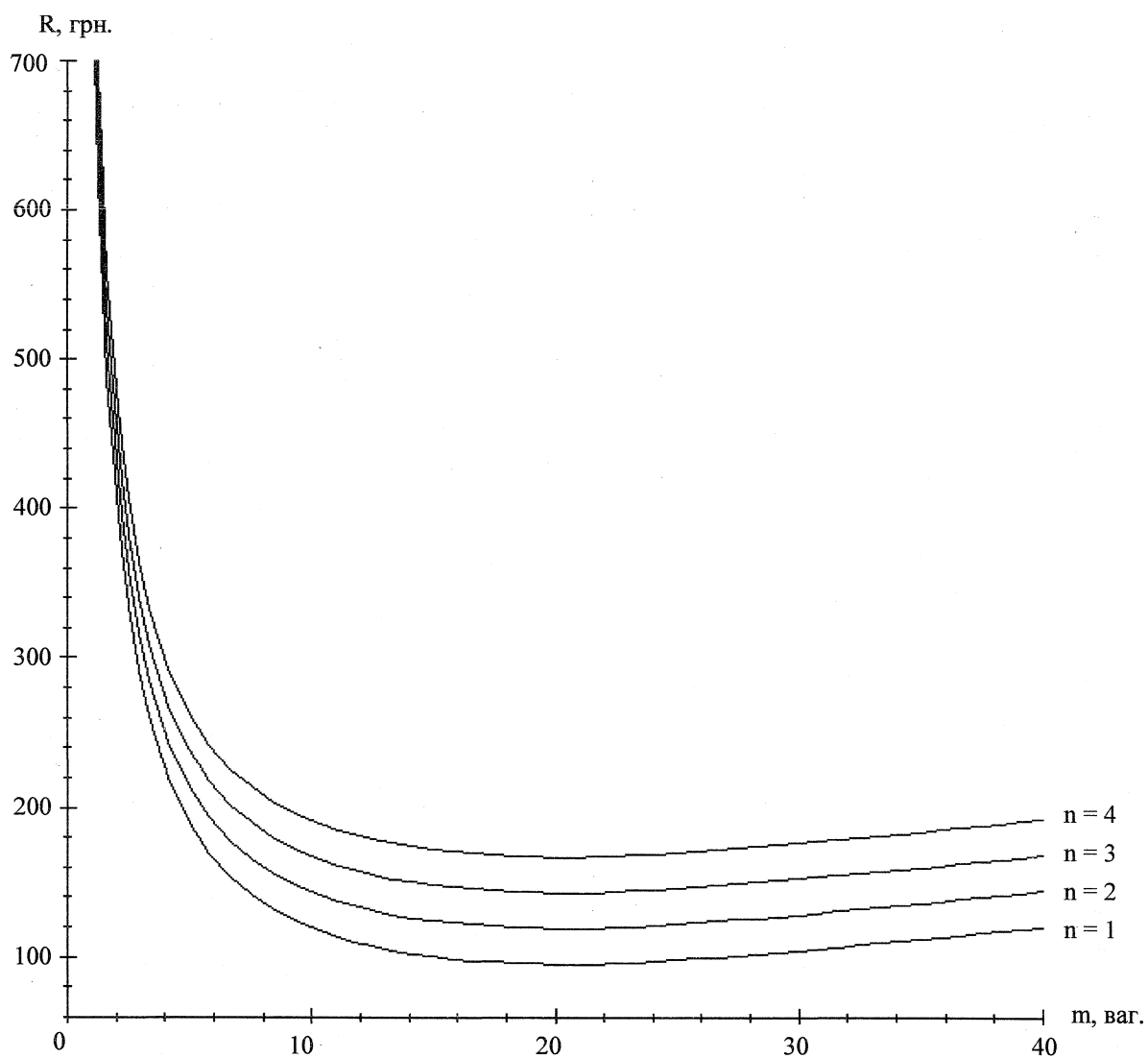


Рис. 2.12. Зависимость общих расходов, приходящихся на один вагон, от числа вагонов в маршруте при разной интенсивности поступления груза в производство

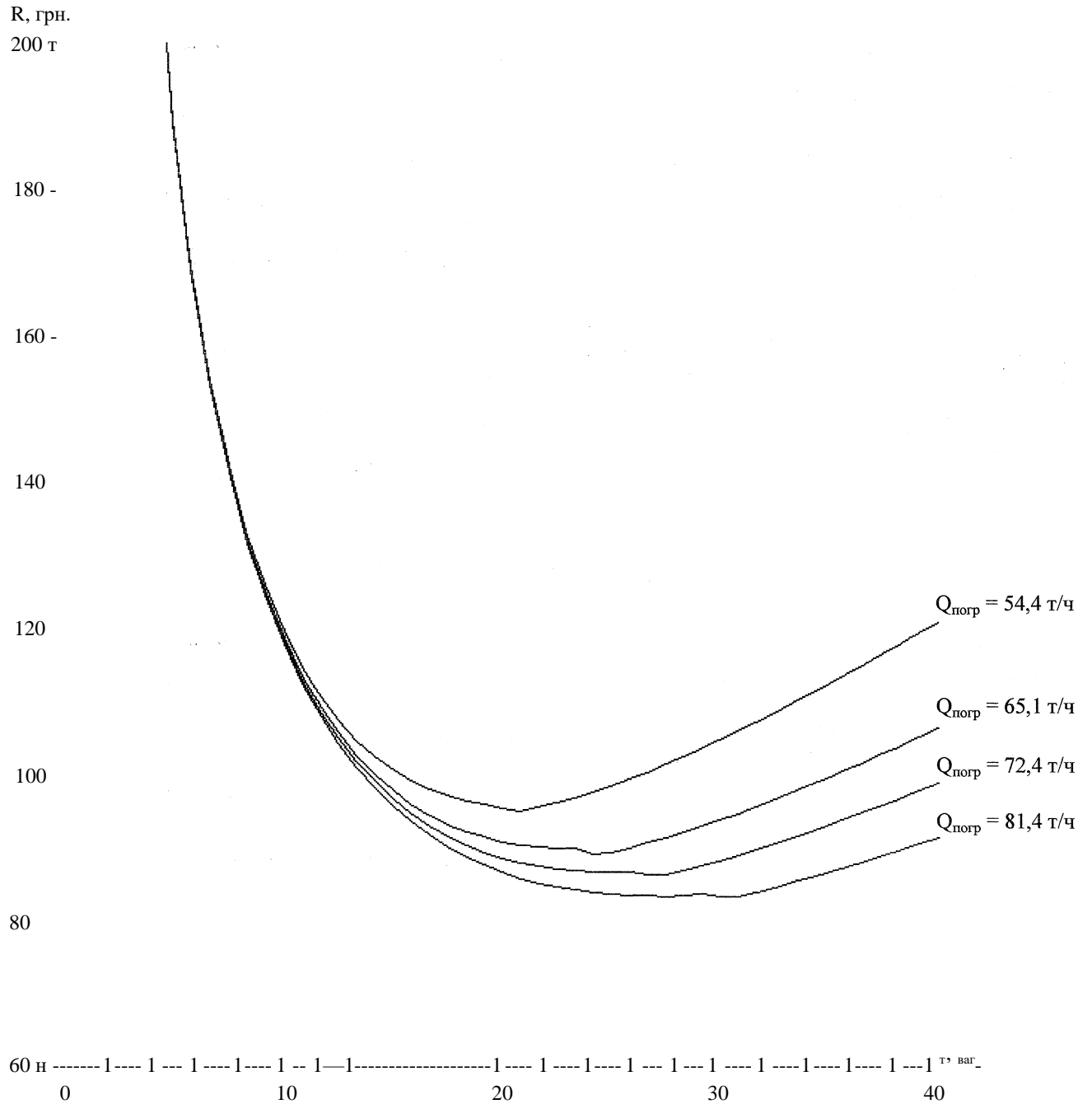


Рис. 2.13. Зависимость общих расходов, приходящихся на один вагон, от числа вагонов в маршруте при разной производительности пунктов погрузки

Анализируя номограммы (рис. 2.12, 2.13), построена зависимость оптимального числа вагонов в маршруте от отношения величины производительности карьера к интенсивности поступления груза в производство (рис. 2.14). Данная зависимость позволяет сделать вывод о том, что оптимальное число вагонов в мар-

шруте зависит от производительности пункта погрузки и не зависит от предполагаемого срока хранения груза у получателя ($n = 1 \div 8$). Т. е. при $m = Q_n$ оптимальное число вагонов в маршруте — 18. При выборе стратегии, предполагающей хранение груза у получателя более одних суток, оптимальное число вагонов также 18, однако затраты, приходящиеся на каждый такой вагон значительно больше. При этом следует более детально анализировать общие затраты в случае $Q_n < 8$ ваг., $n = 1 \div 8$ (рис. 2.12).

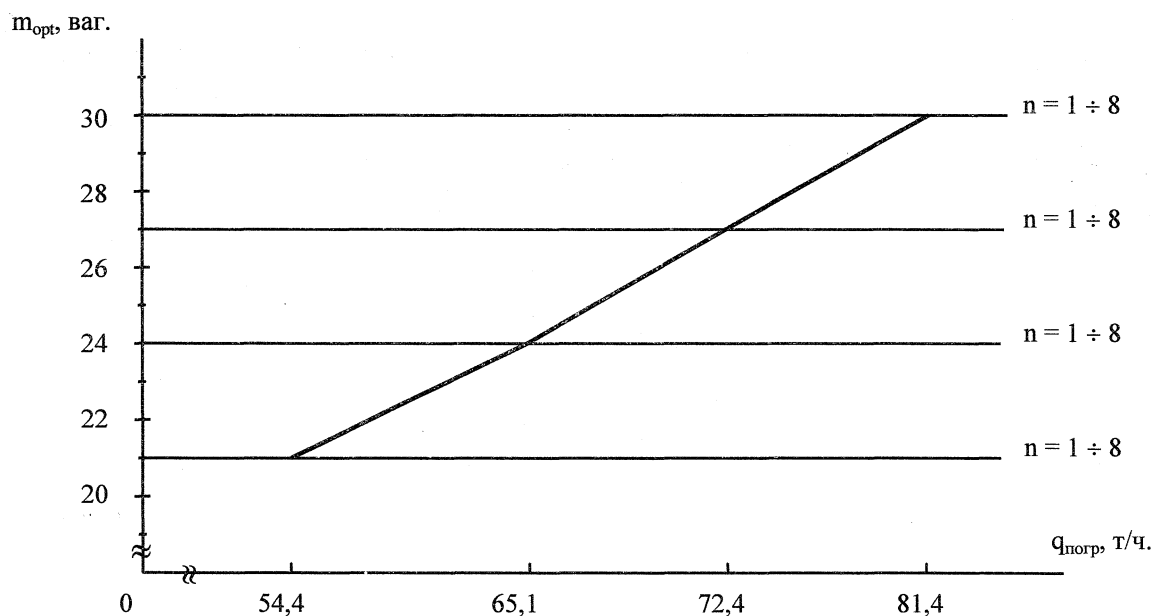


Рис. 2.14. Зависимость оптимального числа вагонов в маршруте от производительности пункта погрузки

В рассмотренном примере оптимизировать число вагонов в маршруте, учитывая суточное потребление, целесообразно при $Q_n < 8$ ваг. Однако ситуация может существенно измениться при изменении ставок за 1 ч пользования вагоном, а также изменении стоимости перевозки.

2.3. Вероятностная модель выбора ресурсов транспортного рынка

Добыча руды производится открытым способом, при этом возникает необходимость непрерывной подачи вагонов, так как добываемую руду можно грузить только в вагоны, а емкостей для ее накопления нет. Для непрерывной погрузки руды на карьерах должен предусматриваться неснижаемый запас полувагонов, которые используются как «склады на колесах».

Норма неснижаемого запаса полувагонов n , постоянно находящихся под погрузкой, может быть определена по формуле [29]:

$$\frac{Qk_{ш}}{kq} \quad (2-34)$$

где Q — суточная производительность пункта погрузки, т;

$k_{ш}$ — коэффициент неравномерности работы пункта погрузки (отношение наибольшей фактической добычи карьера за время погрузки одной подачи полувагонов к плановой производительности за то же период); $k_{ш} = 1,3$;

$k_{в}$ — коэффициент неравномерности подач полувагонов под погрузку (отношение количества полувагонов, потребных для отгрузки плановой добычи карьера за период одной подачи, к наименьшему фактическому обеспечению полувагонами за тот же период); $k_{в} = 1,1$ -г 1,25;

k — количество подач полувагонов в сутки;

q — грузоподъемность полувагона, т.

Неснижаемый запас полувагонов, постоянно находящихся под погрузкой, предназначенных для перевозки руды по железнодорожным путям общей сети, создают из полувагонов парка дорог, при перевозках по промышленным подъездным путям указанный запас создают из полувагонов парка предприятий.

Однако в настоящих условиях нет необходимости создавать фиксированную норму запаса полувагонов. Необходимо ее оптимизировать исходя из минимума приведенных затрат.

Существенной функцией товарного рынка вообще и транспортного, в частности, является хранение запасов, органически вписываясь в функциональную и техническую структуру каналов грузопотоков. Устройства для хранения запасов — складские системы — оказывают регулирующее воздействие на движение материальных потоков. С одной стороны, как элемент единой транспортной системы, складские системы обеспечивают взаимодействие различных видов транспорта на стыковых пунктах, с другой, — аккумулируя запасы, склады способствуют четкому удовлетворению спроса потребителей на товары, сырье и готовую продукцию в различных рыночных ситуациях. Структурная схема, характеризующая регулирующую функцию склада на рынке сбыта, приведена на рис. 2.15 [8].

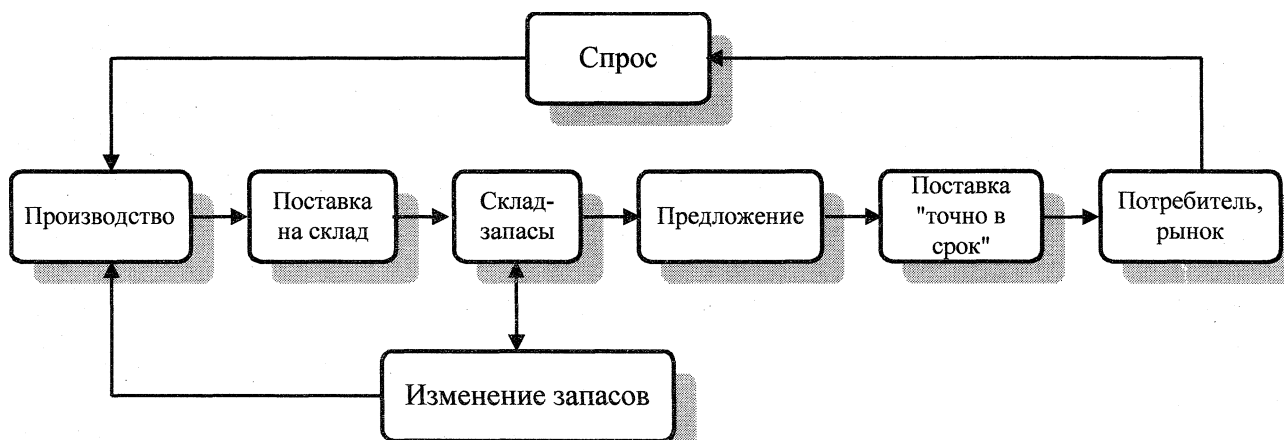


Рис. 2.15. Структурная схема управления запасами

К ключевым технологическим параметрам складов относятся время выполнения и размер заказа (транспортной партии груза), уровень запасов и интенсивность спроса на товары и продукцию. Существенное влияние на величину заказа, уровень запасов оказывают такие факторы, как мощность обслуживаемых материальных потоков, режим работы склада (случайный или детерминированный), требования потребителей по удовлетворению спроса в отношении размера партии

и временного режима поставки, наличие резервных (страховых) запасов, установленные критические, максимальные и минимальные значения уровней запасов. Уровни запасов и объемы заказов должны определяться по каждому специфическому, с точки зрения спроса, виду продукции.

На практике типичны ситуации, когда спрос изменяется случайно и интервалы между поставками и размеры заказов являются переменными параметрами. В подобных случаях дефицит запасов может появляться довольно часто. Для устранения его отрицательных последствий следует располагать страховым запасом.

Рассмотрим случай функционирования производственно-транспортной логистической системы при случайном характере поступления вагонов для загрузки их готовой продукцией. Причем порожние вагоны подаются равными партиями, интервалы между подачами представляют собой случайную величину. В данной ситуации возможен процесс накопления порожних вагонов до некоторой величины m за интервал I , который по условию представляет собой случайную величину. Производство продукции и ее отгрузка осуществляется синхронно; спрос на продукцию измеряется числом вагонов в подаче.

Построим модель управления запасами на примере формирования отправительского маршрута в районе добычи руды.

В большинстве случаев вагоны сетевого парка подают на карьер (или несколько карьеров) маршрутами и в таком же виде сдают обратно. Поступающие под погрузку порожние составы обычно принимают на сборочную (распорядительную) станцию, где и происходит разбивка их на отдельные группы вагонов, подаваемые затем на погрузочные участки. В результате неравномерного подхода порожних вагонов как по отдельным суткам, так и по периодам этих суток возникают конфликтные ситуации.

Представим расчетный интервал между подачами, формула (2.30), с точки зрения теории управления запасами [22]:

$$I_p = \frac{Q}{q}, \quad (2.35)$$

где Q — производственная мощность карьера, т/ч;

q — объем заказа, т.

Если интервал после подачи вагонов I — случайная величина, тогда при $I > I_p$ на пункте погрузки возникает дефицит порожних вагонов, что обуславливает необходимость создавать резервный запас складских площадей.

При $I < I_p$ появляется необходимость в резервном запасе готовой продукции, в противном случае неизбежен простой вагонов в ожидании накопления руды для отгрузки.

Однако, руководствуясь принципом системного подхода, при построении ПТЦ и экономико-математической модели необходимо изучить ситуацию на складе потребителя. Учитывая, что доставка продукции потребителю осуществляется «точно в срок», функционирование его транспортной подсистемы характеризуется большей детерминированностью. Транспортные партии груза в адрес потребителя поступают в соответствии с заказом и через определенные интервалы времени, определяемые условиями поставки.

Издержки, отражающие природу возникающих конфликтов можно рассчитать, руководствуясь следующей системой:

$$\text{ад} = \begin{cases} C(-S) + C_{,,}(/,-/), & \text{если } / \geq S \\ C/S - 7) + C_{,t}(/,-/), & \text{если } / < S \end{cases} \quad (\quad >$$

где I — средний уровень наличия порожних вагонов на станции при-
мыкания, ваг;

S — уровень запаса руды на складе пункта погрузки, измеряемый в
укрупненных грузовых единицах — повагонных отпавках
(случайная величина), ваг;

I_{max} — максимальный уровень резерва порожних вагонов, ожидающих
подачи на пункт погрузки, ваг;

C_e — стоимость простоя избыточного количества вагонов, $C_e = C_{uc}$, грн;

C_d — стоимость хранения руды в результате дефицита запаса вагонов, грн.

Составляющие системы (2.36) имеют следующий смысл:

$C_e(I-S)$ — затраты за пользование вагонами вследствие избыточного количества порожних полувагонов, грн;

$C_d(S - \Gamma)$ — затраты на хранение руды вследствие дефицита запаса вагонов, грн;

$\bar{I}_{\text{тах}}$ — средний состав вагонов в подаче. Поскольку вагоны подаются на карьер маршрутами и в груженом виде сдаются обратно, то данная величина представляет собой состав вагонов в маршруте, ваг.

Спрос интерпретируется двояко: со стороны производства — это заказ на порожние вагоны, а для железной дороги — заявка на отгрузку готовой продукции.

Итак, предприятие предъявляет спрос на порожние вагоны. Так как спрос является случайной величиной, то математическое ожидание суммарных издержек $M(I)$, связанных с управлением запасами, составит

$$M(I) = C_{uc}I + \int_0^I C_e(I-S)P(S)dS + \int_I^{\infty} C_d(S-I)P(S)dS, \quad (2.37)$$

где $P(S)dS$ — плотность вероятности того, что спрос находится в интервале $(S, S+dS)$.

Заметим, что

$C_{uc}I$ oo C_{uc} $\frac{wiq}{U_{ногр}}$ — затраты, связанные с использованием вагона при

выполнении грузовой работы;

m max

Таким образом, для построения целевой функции для всей ПТЦ представляют интерес отдельные виды затрат, зависящие от Γ .

— затраты на хранение готовой продукции у отправителя при непрерывном процессе накопления до уровня I , когда $I - S > 0$ и нет дефицита порожних вагонов

$$R_{ногр} = C_{ue} \int_0^I \Gamma(I, S) P(S) dS; \quad (2.38)$$

— затраты на хранение готовой продукции при $S > I$

Лпах

$$R_{\text{пах}} = c_{\text{пах}} \int_I^\infty (S - I) P(S) dS; \quad (2.39)$$

— затраты на накопление порожних вагонов до состава подачи $I_{\text{тах}} - I$

$$R_{\text{пах}} = c_{\text{пах}} (4ax - W_{\text{пх}} / Z), \quad (2.40)$$

где c — параметр накопления порожних вагонов на станции примыкания подъездного пути карьера.

Параметр накопления при согласованном подводе к станции групп вагонов составляет [31]:

$$T_n^c = 0,5 \frac{G}{I} \frac{1}{g/J} \quad (2.41)$$

где T_n^c — период накопления всех составов за сутки с перерывами в накоплении после каждого из них, ч

$$T_n^c = 24 - \frac{Y}{I_{гр}} \quad (2.42)$$

где $I_{гр}^{cp}$ — перерыв, приходящийся на один состав, в среднем равен:

$$I_{гр}^{cp} = \frac{24m}{ngy} \quad (2.43)$$

m — средний состав поезда, ваг;

n — время накопления, приходящееся на один вагон потока данного назначения, мин;

g — число групп в составе;

y — число составов, через которое периодически происходят перерывы в накоплении.

В современных условиях имеются возможности подвести порожние вагоны целым составом, в которых отсутствуют непригодные под погрузку вагоны по техническому и коммерческому состоянию, поэтому затраты на накопление порожних вагонов до состава подачи $I_{max}-I$ (2.41) могут не учитываться в целевой функции для всей ПТЦ.

Выводы по разделу 2

1. Построена производственно-транспортная цепь доставки железной руды, в которой интегрированы четыре технологических элемента: складирование и подготовка железорудного сырья на местах добычи; операции по формированию поездов с железной рудой; транспортировка железной руды; складирование страхового и оперативного запасов руды у потребителя, с целью максимальной взаимоувязки производственно-транспортных процессов.
2. Предложен интегральный показатель, выражающий суммарные расходы по изготовлению, хранению, транспортировке и потреблению готовой продукции.
3. Выполнен детальный анализ технологии работы всех звеньев производственно-транспортной цепи перевозки грузов маршрутами. Выявлены "узкие места" в каждом из звеньев для возможности их адекватного математического описания.
4. Предложены практические рекомендации по формированию отправительских маршрутов с целью сокращения простоя вагонов на подъездных путях и станции примыкания. Построены графические зависимости, позволяющие установить оптимальную партию подачи на пункт погрузки. Причем чем больше продолжительность погрузки одного вагона t_n , тем меньше отличается количество вагонов в подаче на лимитирующий погрузочный пункт m_{In} в зависимости от общего количества вагонов в формируемом маршруте m . Так при $t_n=0,5$ ч и $m=104-30$ ваг - $m_{In} = 54-14$ ваг; при $t_n=2,0$ ч и $m=104-30$ ваг - $m_{In} = 1=4$ ваг. Зависимость производительности пункта погрузки и времени на погрузку одного вагона на пункте погрузки обратно пропорциональны, поэтому порожние вагоны, подаваемые под погрузку маршрута, целесообразно распределить между погрузочными пунктами в количестве, обратно пропорциональном затрате времени на погрузку одного вагона.

5. Получены аналитические зависимости, описывающие технологию работы производственно-транспортного комплекса.
6. Предложена методика определения провозных плат, которая отражает системный подход и учитывает цену груза путем пропорционального распределения прибыли, особенности конкретных поездо-участков дороги при определении себестоимости, интересы клиента путем согласования с ним маршрута следования груза. Определены поучастковые коэффициенты зависящей и полной себестоимости для полигона Южной железной дороги, что отражено на соответствующих схемах полигона. На основании форм отчетности Южной и Донецкой железных дорог по предложенной методике определена себестоимость перевозки железной руды на участке "З-С", которая составляет 21,506 коп/10 ткм.
7. Получена аналитическая зависимость платы за пользование вагонами от количества часов простоя вагонов на грузовом фронте получателя. Интенсивность поступления груза получателю должна максимально соответствовать интенсивности поступления этого груза в производство. Оптимизировать состав технологического маршрута целесообразно при точном потреблении железной руды $Q_n < 8$ ваг.
8. Сформирована целевая функция, позволяющая определить оптимальный состав технологического маршрута. Критерием оптимальности являются совокупные расходы, приходящиеся на единицу перевозимого груза.
9. Обоснована необходимость включения в разрабатываемую математическую модель перевозки массовых грузов маршрутами суммарных издержек, связанных с управлением запасами.

РАЗДЕЛ 3

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КАНАЛОВ ГРУЗОПОТОКОВ ПЕРЕВОЗКИ МАССОВЫХ ГРУЗОВ МАРШРУТАМИ

3.1. Математическая постановка задачи

В современных условиях основная задача каналов грузопотоков (доставка "точно в срок" и в полной сохранности) решается на основе применения системного подхода. Поскольку доставку "точно в срок" необходимо осуществлять с минимальными затратами трудовых, материальных и денежных ресурсов, при разработке математической модели функционирования каналов грузопотоков, кроме системного подхода, должен быть учтен принцип оптимальности [8].

В связи с этим, должны быть оптимизированы технологические и технические параметры системы. К таким параметрам относятся:

- уровень запасов на складах предприятий;
- размер транспортной партии груза;
- продолжительность производственного цикла предприятия;
- мощность технического оснащения грузовых фронтов, складов и др.

Производственно-транспортные цепи на микроуровне включают подсистемы: производство, транспорт, маркетинг и распределение, потребление. Каждая подсистема решает свой круг задач. Каждая задача отождествляется с показателем, который влияет на оптимальность функционирования ПТЦ, является самостоятельным этапом и может быть решена в определенной последовательности.

Таким образом, модель функционирования ПТЦ можно представить как совокупность рассматриваемых этапов d . Функцию цели $R(m)$ в общем виде можно задать суммой оценочных функций $R_u\{m(u), m(u+1)\}$, полученных при переходе из одного состояния системы $m(u)$ в другое $m(u+1)$, то есть

$$R(m) = \sum_{u=0}^{d-1} \dots + 1 \} \quad (3.1)$$

или

$$R\{m(j)\} = \wedge_{u=0}^{d-1} R_u\{m(u), m(u+1)\} \quad (3.2)$$

при условии

$$m(u+1) = f\{m(u), j(u)\}; m(u) \leq M_u; m(0) = m_0; j(u) \in J_u, \\ u = 0, 1, \dots, d-1$$

где d — число этапов или дискретное время моделирования;

J_u — множество допустимых управлений;

M_u — множество допустимых состояний системы.

Разбивка процесса моделирования на этапы и формирование оценочных функций в соответствии со схемой ПТЦ, приведена на рис. 3.1.

Производство поставщика	Хранение готовой продукции	Промышленный транспорт	Магистральный транспорт	Зона хранения потребителя
$R_0 = f(m, q_{\text{норп}}, z)$	$R_1 = f(I_{\text{max}}, K_{\text{ck}}, Q_{\text{норп}})$	$R_2 = f(x, C_{\text{нс}}, m)$	$R_3 = f(l, m, e^3_{\text{нс}}, SVd)$	$R_4 = f(m, n, Q_n)$
u_0	u_1	u_2	u_3	u_4

Рис. 3.1. Схема распределения процесса моделирования на макро- и микро-уровне

В рассматриваемой схеме затраты на этапах описываются соответственно функциями R_0, R_1, \dots, R_4 . Моделируя процесс функционирования каждого этапа определяются либо затраты от основных наиболее важных параметров, либо оптимизируются показатели по критерию затрат.

На этапе u оценочная функция отражает затраты поставщика на выполнение заказа. На предприятиях эта функция представляет суммарные эксплуатационные расходы, выраженные в виде двух основных составляющих: затраты, связанные с простоем вагонов под грузовыми операциями и содержанием ПРМ (амортизация и текущий ремонт).

$$R_o = \min_{Z_{ib} \text{ WC } x} \{ C (y \wedge (/^{\text{tax}} /) q_{cm} + y t) \cdot \left(\frac{1}{y^{\sqrt{V}} \text{ ПЛ} \Delta X} \right) + \dots - 1 \quad (3.3)$$

где $C_{исОгр}$ — стоимость пользования вагоном в зависимости от количества часов простоя вагона под погрузкой для условий Украины принимает дискретные значения, грн;

q_{cm} — средняя статическая нагрузка вагона, т;

$Z_{t_{ny}}$ — время на производство всех операций по подаче - уборке, ч;

h_j — количество маршрутов j -го назначения за планируемый период (месяц);

a_i — доля участия i -го пункта погрузки в формируемом маршруте;

Z_{ib} — количество ПРМ типа b на грузовом фронте i ;

q_{ob} — производительность ПРМ типа b , т/ч;

$A_b^{ПРМ}$ — годовые отчисления на амортизацию одной ПРМ, %;

K_{mb} — стоимость одной ПРМ типа b , грн;

$I_{maxj-Ij}$ — состав маршрута j -го назначения, ваг.

На этапе z оценочная функция отражает затраты на хранение готовой продукции у отправителя при непрерывном процессе накопления до уровня I , включающая две составляющих затрат: когда $I - S > 0$ и нет дефицита порожних вагонов; и при $S > I$.

Затраты в свою очередь зависят от уровня резервного запаса вагонов I , максимального запаса вагонов I_{max} для каждого формируемого маршрута, производительности грузового фронта q_{nozr} и стоимости сооружения дополнительной площади склада $K_{ск}$.

$$R_x = \min_{I \in [0, I_{max}]} \left\{ \frac{q_{nozr}}{365 \cdot 24} \int_0^I (I-S)P(S)dS + \right. \\ \left. \int_0^I S \cdot P(S)dS \right\} \quad (3.4)$$

где q_{nozr} — часовая производительность пункта погрузки, т/ч;

I — средний уровень наличия порожних вагонов на станции примыкания, ваг;

S — уровень запаса груза на складе пункта погрузки, измеряемый в укрупненных грузовых единицах — повагонных отправлениях (случайная величина), ваг;

$P(S) dS$ — плотность вероятности того, что спрос находится в интервале $(S, S+dS)$;

A — годовые амортизационные отчисления, приходящиеся на дополнительную площадь склада, %;

$K_{ск}$ — стоимость сооружения дополнительной площади склада, грн;

365 — число дней в году;

24 — число часов в сутках.

На этапе i_2 оценочная функция отражает затраты, связанные с промышленным железнодорожным транспортом. При использовании железнодорожного промышленного транспорта на предприятиях, которые имеют свои подъездные пути, функция перехода — это затраты, связанные с простоем вагонов в ожида-

нии подачи (предполагая, что порожние вагоны поступают на станцию примыкания равномерно) и пробегом маневрового локомотива.

$$R_7 = \min_{\text{ж}} \left(\frac{C_i}{60 \cdot X_i} \right) \quad \text{исп} \quad \overline{2-30} \quad (3.5)$$

при условии

$$X_{\min} \leq \frac{C_i}{60 \cdot X_i} \quad \text{исп} \quad \overline{2-30} \quad (3.6)$$

где X_i — количество подач вагонов на i -й грузовой фронт предприятия

со станции примыкания;

C_i — стоимость одной подачи на грузовой фронт, грн;

L — длина грузового фронта, ваг.

На этапе из оценочная функция — это затраты, связанные с перевозкой магистральным железнодорожным транспортом без учета затрат на начально-конечные операции, поскольку они учтены на предыдущем этапе. Затраты зависят от размера транспортной партии m , дальности перевозки L и рассчитанной величины конкурентоспособного тарифа на железнодорожном транспорте.

$$e_{NS}^3 = \frac{C_i}{60 \cdot X_i} \quad (3-7)$$

где e_{NS}^3 — себестоимость в среднем по отделению или дороге, грн;

p — коэффициент отношения независимый от состава маршрута себестоимости к зависящей;

- k_{oi} — коэффициент полной себестоимости на участке z ;
 l_i — средняя дальность перевозок i -го груза, км;
 C_z — цена одной тонны перевозимого груза, грн;
 l — расстояние перевозки или среднее расстояние в тарифном поясе, км;
 m_{np} — прибыль на 1 грн-км, грн;
 SV_i — сумма коэффициентов доплат за разные виды услуг.

Функция этапа Π представляет собой затраты на хранение груза у получателя до момента поступления его в производство.

$$R_t = (C'_{uc} + C^{2\delta\lambda} \frac{\xi^{(n-1)!}}{n}) \cdot (\dots), \quad (3.8)$$

- где C'_{uc} — ставка платы за пользование вагоном в течении первых суток, грн;
 $C^{2\delta\lambda}$ — то же в течении последующих семи суток, грн;
 u — коэффициент, учитывающий превышение интенсивности доставки груза над интенсивностью поступления его в производство; $n = l + \delta$, $n \in Z$.

$$\frac{cm}{\dots} \quad (3.9)$$

Q_n — производительность грузового фронта у получателя груза, т/ч.

Следует отметить, что функции каждого этапа $R_0, R_1, \dots \Pi$ получены на основании детального анализа технологии работы соответствующих звеньев ПТЦ, а также анализа проведенных исследований и предложены впервые.

3.2. Математическая модель функционирования производственно-транспортной цепи

Техническая и технологическая структура каналов грузопотоков зависит от многих факторов: формы материально-технического снабжения, номенклатуры изготавливаемой продукции, вида магистрального транспорта, методов организации перевозок (технологическими маршрутами, повагонными партиями), особенностей технологии производства и др. От технико-технологической структуры каналов грузопотоков, наличия отдельных элементов, экономических и др. параметров зависит структура целевой функции [8].

В качестве целевой функции при решении данной оптимизационной задачи выступают приведенные народнохозяйственные затраты, ориентированные на потребителя. При четкой ориентации относительно требований потребителя в систему моделирования входят: планирование производства, материально-техническое снабжение, маркетинг, промышленный и магистральный транспорт. Объединяющим элементом выступает грузопоток.

Динамику модели задают спрос на порожние вагоны S и производительность пунктов погрузки $q_{позр}$. С учетом этого проведен анализ указанных параметров. Для этих целей собран исходный статистический материал (Книга учета погрузки железорудного сырья).

Исследование спроса на порожние вагоны проведено с помощью методов математической статистики (приложение В). Результаты обработки статистических данных о составе маршрутов приведены на рис.3.2.

С целью исследования сезонного фактора, аналогичные исследования проведены с разбивкой периода по сезонам (приложение В), результаты приведены на рис. 3.3, 3.4.

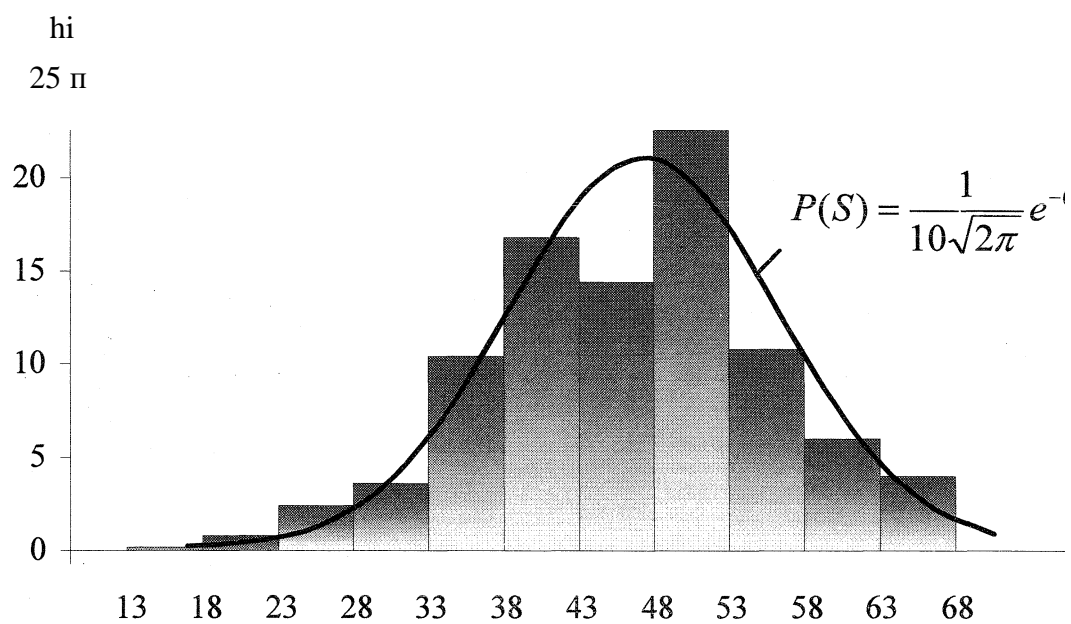


Рис. 3.2. Гистограмма распределения спроса на порожние вагоны на станции 3. за 1998-1999 гг.

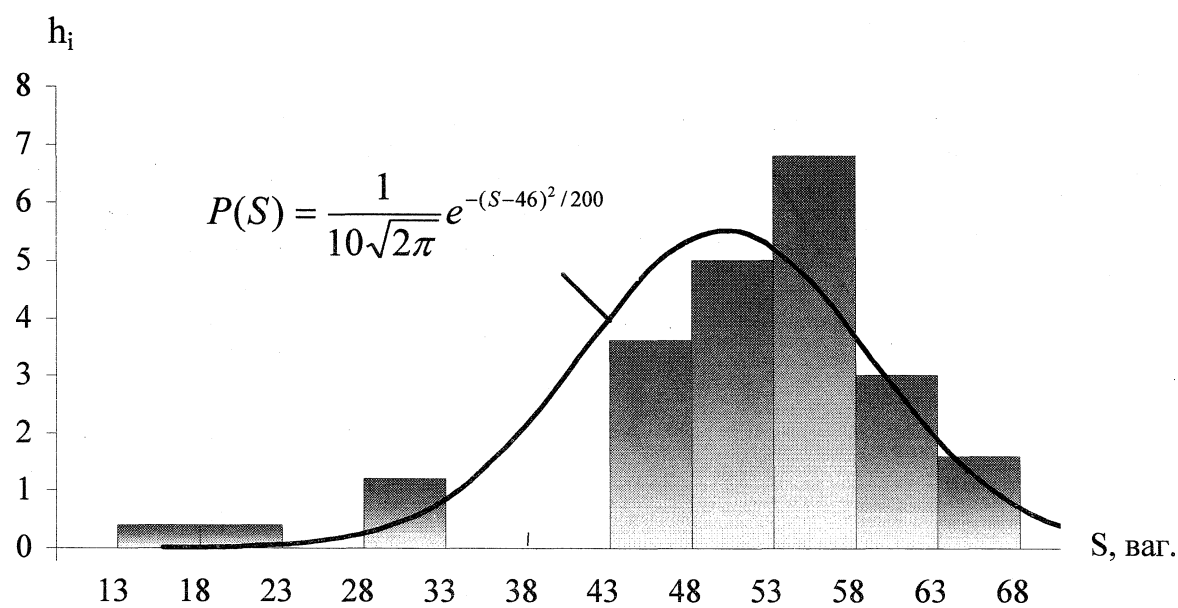


Рис. 3.3. Гистограмма распределения спроса на порожние вагоны на станции 3. за зимний период 1998-1999 гг.

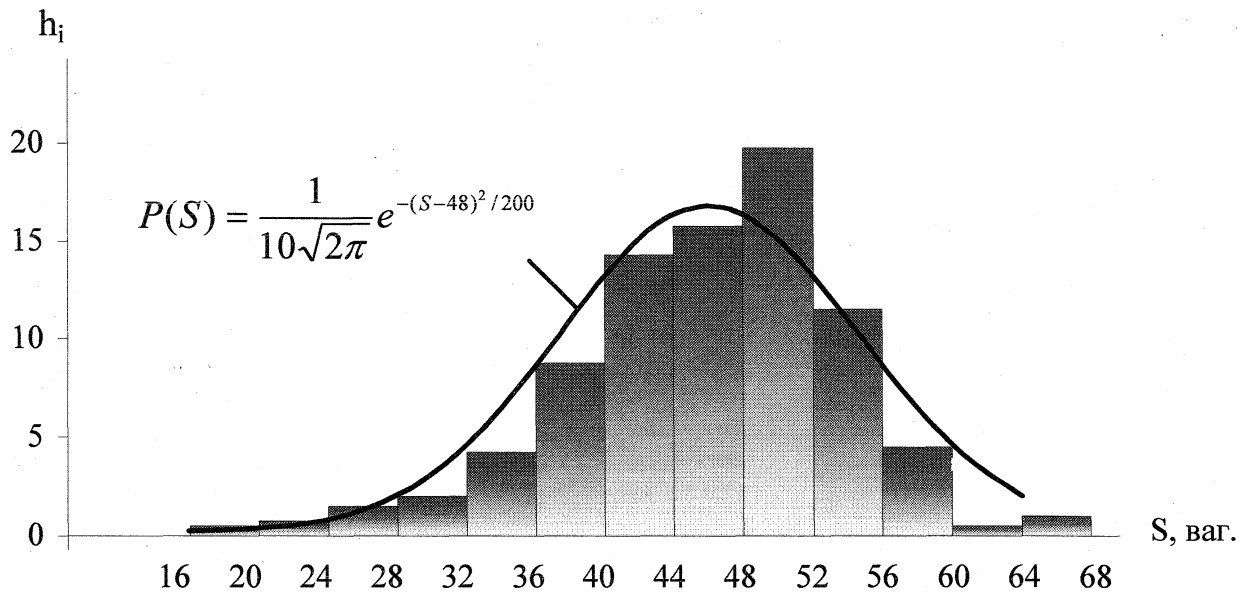


Рис. 3.4. Гистограмма распределения спроса на порожние вагоны на станции 3. за летний период 1998-1999 гг.

По результатам проведенных исследований установлено, что $m \in [18;65]$ ваг.

Причинами колебания параметров служат:

- неравномерность поступления порожних вагонов на распределительную станцию как по отдельным суткам, так и по периодам этих суток, что приводит к нарушению технологического графика работы;
- необходимость соблюдения сроков доставки грузов, что в отдельных случаях приводит к формированию маршрутов ограниченной длины;
- неудовлетворительное состояние технического оснащения пунктов погрузки, что приводит к непредусмотренным перерывам в работе;
- руда относится к вскрышной породе, для которой характерна смерзаемость в зимние периоды, что приводит к уменьшению производительности пунктов погрузки.

Статистические данные собраны за период 1998-1999 гг. и представляют из себя одномерный массив размерностью 460.

С помощью пакета прикладных программ Microsoft EXCEL статистические данные обработаны на ЭВМ, в результате чего получены основные параметры:

- математическое ожидание $M(S) = a = 47$ ваг.
- дисперсия $D(S) = 95$
- среднеквадратическое отклонение $cr(S) = 10$
- коэффициент вариации $u = cr(S)/M(S) = 0,08$

Данная программа позволяет также построить гистограмму распределения спроса на порожние вагоны и проверить полученный эмпирический закон распределения на соответствие нормальному закону распределения с помощью критерия Пирсона или экспоненциальному закону распределения [33, 34] (приложение Г).

В качестве законов распределения, с которыми сравнивались эмпирические гистограммы, использовались следующие теоретические законы:

- нормальный

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (3-Ю)$$

где a, σ — параметры распределения;

- экспоненциальный

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} e^{-x/\sigma} & \text{при } x > 0 \\ 0 & \text{при } x < 0 \end{cases} \quad (3.11)$$

где σ — постоянная положительная величина.

- закон Эрланга 2-го порядка

$$F(x) = \begin{cases} 1 - (-1 + 2e^{-x/\sigma})^2 & \text{при } x > 0 \\ 0 & \text{при } x < 0 \end{cases} \quad (3.12)$$

В результате статистического анализа идентифицирован вид распределения плотности вероятности нормально распределенной случайной величины 5:

$$P(S) = \frac{e^{-\frac{(S-a)^2}{2\sigma^2}}}{\sigma \sqrt{2\pi}} \quad (3.13)$$

где a , σ — параметры распределения, $a = 47$ ваг., $\sigma = 10$ ваг.

Разработанную ПТЦ опишем моделью с двумя уровнями запаса и фиксированным интервалом поступления, где минимальный уровень запаса I установлен, величина заказа варьируется.

Если a — математическое ожидание, σ — среднеквадратическое отклонение спроса, тогда при нормальном законе распределения согласно формуле [34]:

$$P(|S-a| < \xi) = 2\Phi(\xi/\sigma) \quad (3.14)$$

в интервале $S - \sigma < S < S + \sigma$ расположено 68 % всех значений спроса, в интервале $S - 2\sigma < S < S + 2\sigma$ 95% и $S - 3\sigma < S < S + 3\sigma$ — примерно 99% спроса.

Критическую точку величины заказа I_{max} с учетом транспортного запаздывания в общем случае можно рассчитать с помощью следующего соотношения [34]:

$$I_{max} = S + \sigma \cdot k \quad (3.15)$$

где S — средняя интенсивность спроса за период ξ ;
 σ — среднеквадратическое отклонение.

При нормальном законе распределения и $k = 1$ спрос превысит I_{max} в течение 17%, при $k = 2$ — в течение 0,5% планируемого периода времени. Таким образом, резервный запас I можно рассчитать из выражения

В выражении (3.17) переменной I представлен страховой запас. Значения параметров I_{max} , I , и q_{nosp} которые минимизируют целевую функцию, выражающую суммарные текущие затраты, связанные с функционированием всей ПТЦ, являются оптимальными для данной ПТЦ. В свою очередь оптимальный состав отправительского маршрута $m' = I_{max} - I$.

При этом функционал (3.17) имеет ряд ограничений:

1. Ограничение, обусловленное физическим смыслом величин

$$(I, I_{max}) > 0 \quad (3.18)$$

2. Максимальный уровень резерва порожних вагонов, ожидающих подачи на пункт погрузки, не может быть менее среднего уровня наличия порожних вагонов на станции примыкания

$$(3.19)$$

3. Продолжительность хранения груза у получателя лежит в интервале, сут.:

$$1 \leq \frac{(I_{max} - I)q_{cm}}{Q_n} \leq 8 \quad (3.20)$$

4. Ограничение по массе поезда брутто

$$(A_{max} \sim t_{lcm} - Q_{dp}) \quad (3.21)$$

5. Соблюдение требования "точно в срок", когда максимальный интервал поставки груза не должен превышать обусловленную договором между производителем И потребителем величину I_0

$$\frac{(I_{\max} - I)q_{cm}}{Q_n} \leq I_0 \quad (3.22)$$

6. Выполнение срока доставки заказа Г

$$I_{om} I_{\text{фор}} + t_{\text{сл}} = T,$$

где t_{om} — продолжительность нахождения груза у отправителя, сут;

$t_{\text{фор}}$ — время на формирование транспортной партии груза, сут;

$t_{\text{сл}}$ — продолжительность транспортировки груза до пункта назначения, сут.

7. Ограничение по вместимости железнодорожных путей Г на станции примыкания

$$I_{\max} = ? \quad (3.24)$$

Учитывая специфику технологии работы пунктов добычи полезных ископаемых, в случае выполнения интервала поставки готовой продукции (руды) на металлургические комбинаты, условие (3.22), будет выполняться и срок доставки заказа, условие (3.23). В противном случае не будут выполнены оба условия. Более того, для металлургических комбинатов — потребителей данного рода груза, характеризующимися непрерывными технологиями, первостепенное значение имеет интервал поставки сырья.

В соответствии с основополагающими логистическими принципами доставки грузов по «потребности» уточнение оценки показателей-критериев произведено с учетом следующих соображений: время на перевозку не имеет особо важного значения, если она осуществляется между изготовителем и складом потребителя (и это время заранее «запрограммировано») [26].

Учитывая указанные особенности, ограничение (3.23) в дальнейших расчетах не принимается во внимание.

Разработанная математическая модель функционирования ПТЦ представляет собой задачу нелинейного программирования. Для решения задач комплексной оптимизации параметров в наибольшей мере применимы методы: градиентные, покоординатного спуска, возможных направлений и др.

В результате анализа перечисленных методов установлено, что для оптимизации параметров функции цели G_{max} , G , и q_{nozr} целесообразно использовать градиентный метод. Выбор метода обусловлен следующим его преимуществом: осуществляется прохождение меньшего количества узлов сетки значений за счет определения направления спуска в текущем узле.

Для разработанной модели создан алгоритм оптимизации параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов с непрерывным спросом на пункте погрузки, заданным плотностью распределения

$$P(S) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(s-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (3.25)$$

Разработанная модель реализована в виде программы, которая предусматривает расчет параметров при изменении a , σ , m в заданных пределах (приложение Д).

Минимизируя полученный интегральный показатель R , определяются значения параметров I_{max} , I , и q_{nozr} . Через величины I_{max} , I , и q_{nozr} определяются основные параметры, связанные с функционированием всей ПТЦ, являющиеся оптимальными для данной ПТЦ:

- уровень запасов порожних вагонов на станции примыкания

$$g_{y=1} \quad (3.26)$$

где g — количество пунктов назначения;
число вагонов в технологическом маршруте каждого назначения

$$W_{lj} J - \max_j \quad (3.27)$$

интервал поставки сырья l_0

$$\sim (A_{\max j} \quad j \text{ УЧст} \quad 0 \sim) \quad (3.28)$$

потребный парк порожних вагонов, обеспечивающий защиту от дефицита

$$\S_{J=1} \quad (3.29)$$

Зная оптимальные параметры, планируется эксплуатационная работа на станции примыкания исходя из приоритета подач порожних вагонов, который определяется из минимизации затрат на простой порожних вагонов на железнодорожной станции.

$$U - \min (M \sim) \quad \begin{matrix} il \text{ cm} \\ i b \end{matrix} \quad \int_{\text{нозр bi}} C_{np} \quad (3.30)$$

где M — остаток порожних вагонов на станции примыкания, ваг;

mi — состав подачи на грузовой фронт z , ваг;

C_{np} — стоимость простоя порожних вагонов на железнодорожной станции, грн.

Кроме того, может быть оценена дополнительная прибыль потребителя груза Π , полученная за счет сокращения суммарных затрат

$$\Pi = \hat{=} = K_{\text{факт}} - K_{\text{опт}}, \quad (3.31)$$

где $K_{\text{факт}}$ — фактические затраты на перевозку единицы груза (при $m = M(S) = 47$ ваг.), грн;

$R_{\text{опт}}$ — минимальные затраты на перевозку груза (при $m = m_{\text{опт}}$), грн.

3.3. Обоснование универсальности интегрального показателя

Разработанная математическая модель функционирования каналов грузопотоков перевозки массовых грузов представляет собой соединение методов теории исследования операций, оптимального управления, моделей взаимодействия и оптимизации процессов, объединенных концептуальным подходом. Вся совокупность использованных методов позволяет решить комплекс задач, которые подразделяются на задачи управления запасами и задачи технико-эксплуатационного характера. Решение задачи управления запасами направлено на минимизацию соответствующей функции общих затрат, которые включают затраты от наличия чрезмерного запаса и дефицита. Влияние этих факторов на размер суммарных затрат в условиях новых производственно-экономических отношений резко возрастает. Известные модели управления запасами не учитывают некоторых важных показателей, которые возникли в условиях изменения производственно-рыночных отношений. Техничко-эксплуатационные задачи направлены на разработку оптимальной структуры и технологии каналов грузопотоков, их оснащение, оптимизацию параметров планирования и управления.

Несогласованность интересов субъектов снабжения, потребления и транспорта привела к тому, что в большинстве случаев предприятия-поставщики и потребители сооружали дополнительные складские площади более, чем оптимально

необходимые, формировали технологические маршруты размером отличным от оптимального, оснащали погрузочно-разгрузочные фронты средствами большей производительности, чем оптимальная для соответствующих производств.

Кроме того, железная дорога как государственная структура для перевозки грузов применяет тарифы, которые в условиях сложившегося транспортного рынка не конкурентоспособны и не всегда реально учитывают затраты.

В связи с этим разработанная математическая модель оптимизации параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов базируется на основах системного анализа, логистики и методов исследования операций с учетом изменения производственно-экономических отношений.

К массовым грузам на железнодорожном транспорте относятся: навалочные и сыпучие грузы, химические грузы и минеральные удобрения, зерновые грузы, лесные и наливные грузы, отличающиеся технологической схемой погрузочно-разгрузочных и складских операций.

Следует отметить, что разработанная математическая модель включает в себя основные технологические звенья ПТЦ перевозки массовых грузов маршрутами. Основываясь на проведенных исследованиях [27], подтверждающих целесообразность безбункерной погрузки, рассмотрен случай доставки железной руды, когда погрузка осуществляется из текущей добычи. Однако на шахтах и рудниках преобладает погрузка с предварительным накоплением полезных ископаемых (бункерная погрузка).

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

Если подача вагонов под погрузку осуществляется без соблюдения периодов подач, то будет иметь место три случая:

- отсутствие груза в бункере;
- различная степень заполнения бункера;
- полное заполнение бункера.

В первом случае, т. е. при отсутствии груза в бункере, простой вагонов будет наибольшим, т. к. погрузка осуществляется из текущей добычи (данная ситуация подробно рассмотрена в работе).

В случае подачи вагонов под погрузку при полном заполнении бункера, простой вагонов будет наименьшим.

В случае, когда в бункере будет предварительно от 10% (60 т) до 100% (600 т), то при каждом изначальном случае простой вагонов под погрузкой будет различным в зависимости от степени заполнения бункера на начало погрузки и, соответственно, доли груза, погруженной из текущей добычи.

Поскольку к моменту подачи вагонов под погрузку бункер заполнен частично Обун, а шахта (рудник) продолжает работать, то наступление момента, когда погрузка осуществляется только из текущей добычи, произойдет несколько позже, чем произойдет погрузка имеющегося в бункере груза к моменту начала погрузки.

Время погрузки группы вагонов из бункера может быть представлено следующим образом:

- полное заполнение бункера

$$U = \frac{Y_{\text{погр}}}{q} \quad (3-32)$$

где q — коэффициент превышения возможного количества погрузки груза над первоначально имеющимся ($q = 1,15$ — $1,16$ при $Q_{\text{бун}} = 45 \text{ т/ч}$, $Q_{\text{доб}} = 330 \text{ т/ч}$);

— производительность бункера, т/ч;

- частичное заполнение бункера или $m q^{\text{тм}^{\text{ам}}} > q Q_{\text{бун}}$

$$\frac{q Q_{\text{бун}}}{q} \cdot \frac{m q^{\text{тм}^{\text{ам}}} - q Q_{\text{бун}}}{q} \quad (3.33)$$

Минеральные строительные материалы — гравий, щебень, песок, камень перевозят из песчано-гравийных карьеров, камне-щебеночных карьеров и дробильно-сортировочных заводов, со складов готовой продукции на склады железобетонных и бетонных заводов и предприятия строительной промышленности. Погрузка осуществляется преимущественно экскаваторами непосредственно со склада в железнодорожные вагоны. Время на погрузку группы вагонов определяется согласно формуле (2.5).

Для цемента и других вяжущих материалов (известь, гипс) основным видом склада является силосный. Время на погрузку группы вагонов может быть определено по формуле (3.32).

В зависимости от типа склада для хранения минеральных удобрений (азотные, фосфорные, калийные и различные сложные минеральные, а также известковые, торфоминеральные удобрения и торф): павильонный склад, силосный, резервуарный — для определения времени погрузки вагонов применяется формула (2.5) или (3.32).

Основным типом зерновых складов являются элеваторы. Представляет интерес ситуация на складе потребителя. Выгрузку вагонов можно организовать так, чтобы они не простаивали в ожидании освобождения ларей, а приемные конвейеры и ковшовые элеваторы не работали вхолостую во время заполнения ларей. Для этого период освобождения ларей должен быть равен периоду разгрузки и перестановки вагонов. В связи с этим при определении оптимального состава маршрута должно выполняться условие-ограничение

$$m < 0n_{\text{вч}} \quad (3.34)$$

где 0 — число линий приемных устройств (ларей, конвейеров и ковшовых элеваторов) для разгрузки вагонов всей подачи (маршрута);
 $n_{\text{в}}$ — количество вагонов, разгружаемых одним приемным конвейером и ковшовым элеватором,

60Г

T_{np} — продолжительность простоя вагона под разгрузкой, ч;

t_n — время освобождения от зерна одного ларя, мин,

— ?! + "Ъ

t_7 — чистое время освобождения ларя, которое зависит от часовой эксплуатационной производительности ковшового элеватора P , и количества груза в ларе q_e (нагрузка вагона), мин,

, — 6(ц

t_2 — время истечения остатков зерна до полного освобождения ларя, $t_2^{\wedge} 1$ мин;

t_2 — период между концом выпуска зерна из одного ларя и началом выпуска зерна из другого ларя, $t_3 = 0,54-1,0$ мин.

К наливным грузам относятся: нефть и нефтепродукты, кислоты, спирты, минеральные и растительные масла, сжиженные газы и т. п. Основной массой жидких грузов являются нефтепродукты. Время, затрачиваемое непосредственно на налив или слив нефтепродуктов,

$$\frac{\sum_{i=1}^K q_i}{\sum_{i=1}^K q_i} \cdot \frac{1}{P_{цс}} \cdot \frac{K}{I} \quad (3.35)$$

где q_i — вместимость цистерн с z -м грузом, т;

$P_{цс}$ — число цистерн z -го груза, ваг;

- $v_{cp\ i}$ — средняя скорость движения z -го нефтепродукта по трубопроводу, $v_{cp\ i} \ll 1,0$ – $2,5$ м/с (определяется гидравлическим расчетом);
- F_i — площадь поперечного сечения трубопровода для z -го груза, m^2 ;
- Z_i — количество трубопроводов, параллельно используемых при наливе z -го груза;
- V_i — объемная масса нефтепродуктов, t/m^3 ;
- t_{nsi} — сумма времени, затрачиваемого на подготовительные (открытие люков, заправка шлангов и т. п.) и заключительные операции (уборка шлангов, замер жидкости в цистернах, закрытие люков и т. п.) при наливе-сливе z -го груза; $t_{nz} = 2,0$ – $2,5$ мин на одну цистерну.

Интегральный показатель представляет собой суммарные затраты, связанные с функционированием всей ПТЦ: затраты поставщика на выполнение заказа, затраты на хранение готовой продукции у отправителя, затраты связанные с перевозкой магистральным транспортом, затраты на хранение груза у получателя.

В целом разработанная математическая модель перевозки массовых грузов маршрутами, основанная на системном подходе, универсальна и с учетом вышеперечисленных особенностей, характерных для конкретных родов грузов, может быть применена практически.

Интегральный показатель функционирования производственно-транспортной цепи получен впервые и позволяет оптимизировать параметры ПТЦ по критерию затрат. При этом для решения проблемы повышения эффективности функционирования ПТЦ перевозки массовых грузов железнодорожным транспортом маршрутами впервые разработаны модели оптимизации взаимодействия отдельных звеньев (предприятие-поставщик, промышленный и магистральный транспорт, зоны хранения), в которых учтены технические и технологические возможности и ограничения, а также состояние транспортных средств и особенности функционирования.

Таким образом, полученный интегральный показатель оптимизации затрат позволяет решить широкий круг задач:

- поставщиков и потребителей при самостоятельном выборе вариантов материале движения, а именно: параметров подвижного состава и погрузочно-разгрузочных механизмов, их количественных показателей; временных и количественных параметров грузопотока;
- железнодорожного транспорта, связанных с планированием и управлением эксплуатационной работы станций, выбором ресурсов транспортных средств.

Разработанный алгоритм и программное обеспечение оптимизации параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами позволяет сократить процесс формирования заказа за счет оптимизации размера транспортной партии отправки.

Выводы по разделу 3

1. Подход к построению предложенной ПТЦ универсален и в зависимости от поставленной задачи число звеньев, принимаемых участие в материалообмене может изменяться.
2. Получено и математически обосновано типовое распределение величины спроса на порожние вагоны (нормальное распределение). Определен размер выборки порядка 460 составов для того, чтобы результаты статистической обработки были статистически достоверными.
3. Создано программное обеспечение для сбора, классификации, и статистической обработки информации о величине спроса на порожние вагоны. Получены основные параметры нормального распределения: $M(S)=a = 47$ ваг., $a(S)=10$.
4. Впервые разработаны математические модели оптимизации взаимодействия отдельных звеньев ПТЦ перевозки массовых грузов железнодорожным транспортом, в которых учтены технические и технологические

возможности и ограничения, а также состояние транспортных средств и особенности функционирования.

5. Разработана математическая модель функционирования всей ПТЦ, основанная на системном подходе. Модель универсальна, открыта и может быть расширена введением дополнительных этапов на разных уровнях ПТЦ для учета большего числа факторов, влияющих на окончательный результат.
6. Разработан алгоритм и программное обеспечение для выбора рациональных параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами, позволяющие по критерию затрат определить оптимальные параметры, связанные с функционированием всей ПТЦ: уровень запасов на складах предприятий, размер транспортной партии груза, продолжительность производственного цикла предприятия, мощность технического оснащения грузовых фронтов, складов и др.
7. Рассмотрены особенности, которые характерны для конкретных родов массовых грузов, отличающихся технологической схемой погрузочно-разгрузочных и складских операций.
8. Впервые получен и обоснован интегральный показатель, позволяющий решить широкий круг задач, связанный с выбором параметров подвижного состава и ПРМ, их количественных показателей, временных и количественных параметров грузопотока, планированием и управлением эксплуатационной работой станций, выбором ресурсов транспортных средств.

РАЗДЕЛ 4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТРАНСПОРТНОЙ ЦЕПИ

4.1. Анализ результатов моделирования функционирования производственно-транспортной цепи перевозки массовых грузов

Диапазон изменения производительности пункта погрузки $q_{nozр} \in [90; 600]$ принят исходя из минимального и максимального количества погруженных вагонов за сутки на данном пункте. Максимальное число вагонов, входящих в состав поезда, обусловлено длиной приемо-отправочных путей и ограничениями по массе состава, зависящей от типа локомотива, профиля пути, типа подвижного состава, загруженности подвижного состава, скорости движения по расчетному подъему, и, как правило, не превышает 70 вагонов. Для удобства и наглядности принято $m \in [0; 80]$.

Результаты расчетов показывают, что с увеличением производительности пункта погрузки $q_{nozр}$ до величины 176,32 т/ч затраты R , приходящиеся на один вагон, уменьшаются и достигают 1115,08 грн. Состав формируемого маршрута в этом случае оптимальный и составляет 39 вагонов. При этом уровень страхового запаса I_{opt} соответствует наименьшему значению — 12 вагонов. Далее с ростом параметров $q_{nozр}$ наблюдается увеличение суммарных затрат R . Это обусловлено тем, что с увеличением производительности пункта погрузки $q_{nozр}$ возникают дополнительные затраты на содержание ПРМ, которые превышают экономию, достигаемую за счет сокращения времени простоя вагонов под погрузкой. На рис. 4.1 приведена номограмма суммарных экономических затрат, приходящихся на один вагон, от количества вагонов в технологическом маршруте, позволяющая определить оптимальный состав технологического маршрута при разной производительности пункта погрузки. В случае наличия ограничений на состав технологического маршрута m для обусловленной договором величины транспортной отправки

(состава технологического маршрута) может быть установлена оптимальная производительность пункта погрузки $q_{позр}$ с помощью построенной номограммы (рис. 4.2). так при $\pi=50$ ваг.: $q^{\circ\%,p}=227,8$ т/ч, $R=1116$ грн. Для визуальной оценки характера изменения параметров описанные номограммы представлены в виде трехмерной зависимости (рис. 4.3), а также в виде линий уровней (рис. 4.4).

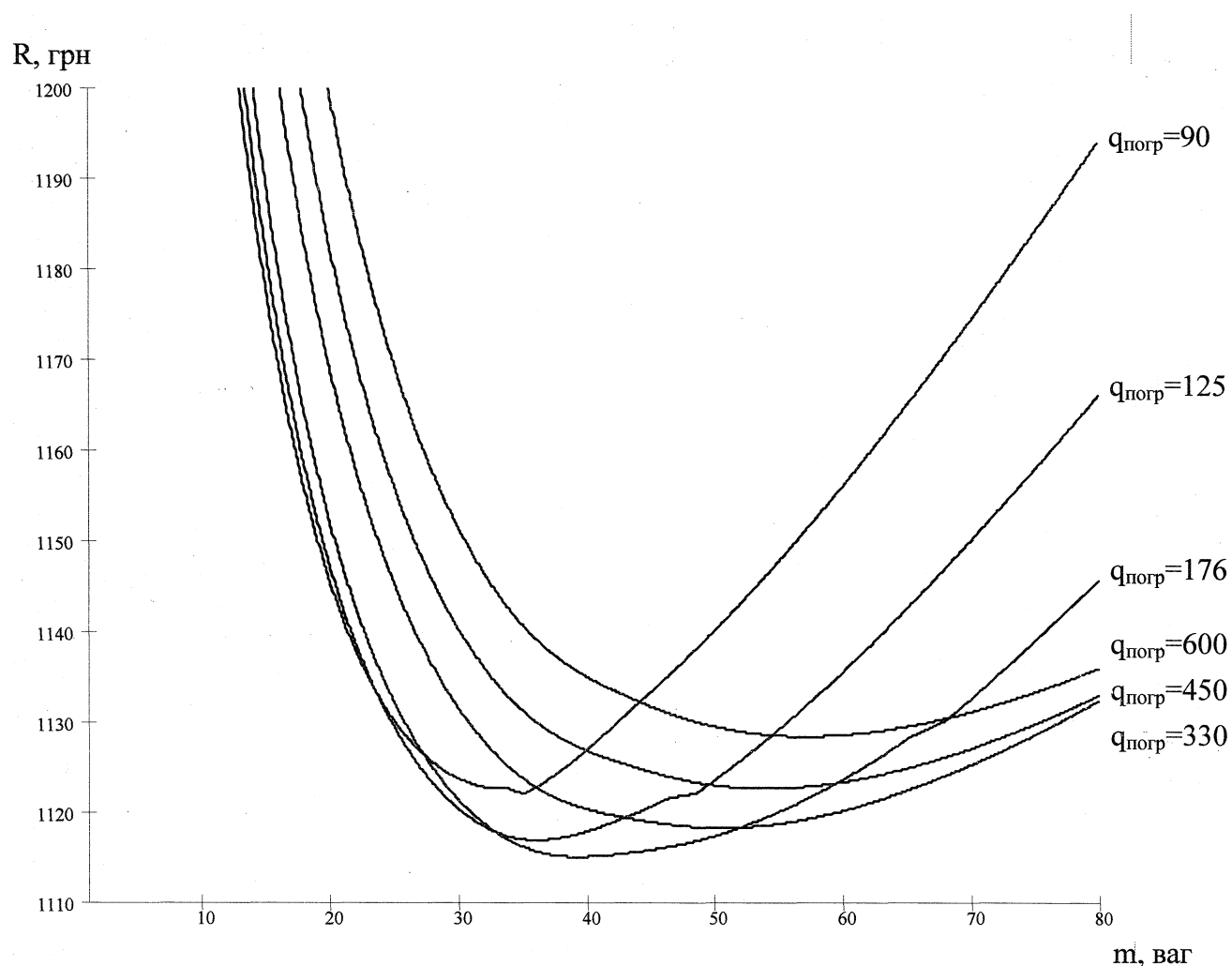


Рис. 4.1 Зависимость суммарных затрат, приходящихся на один вагон, от состава технологического маршрута

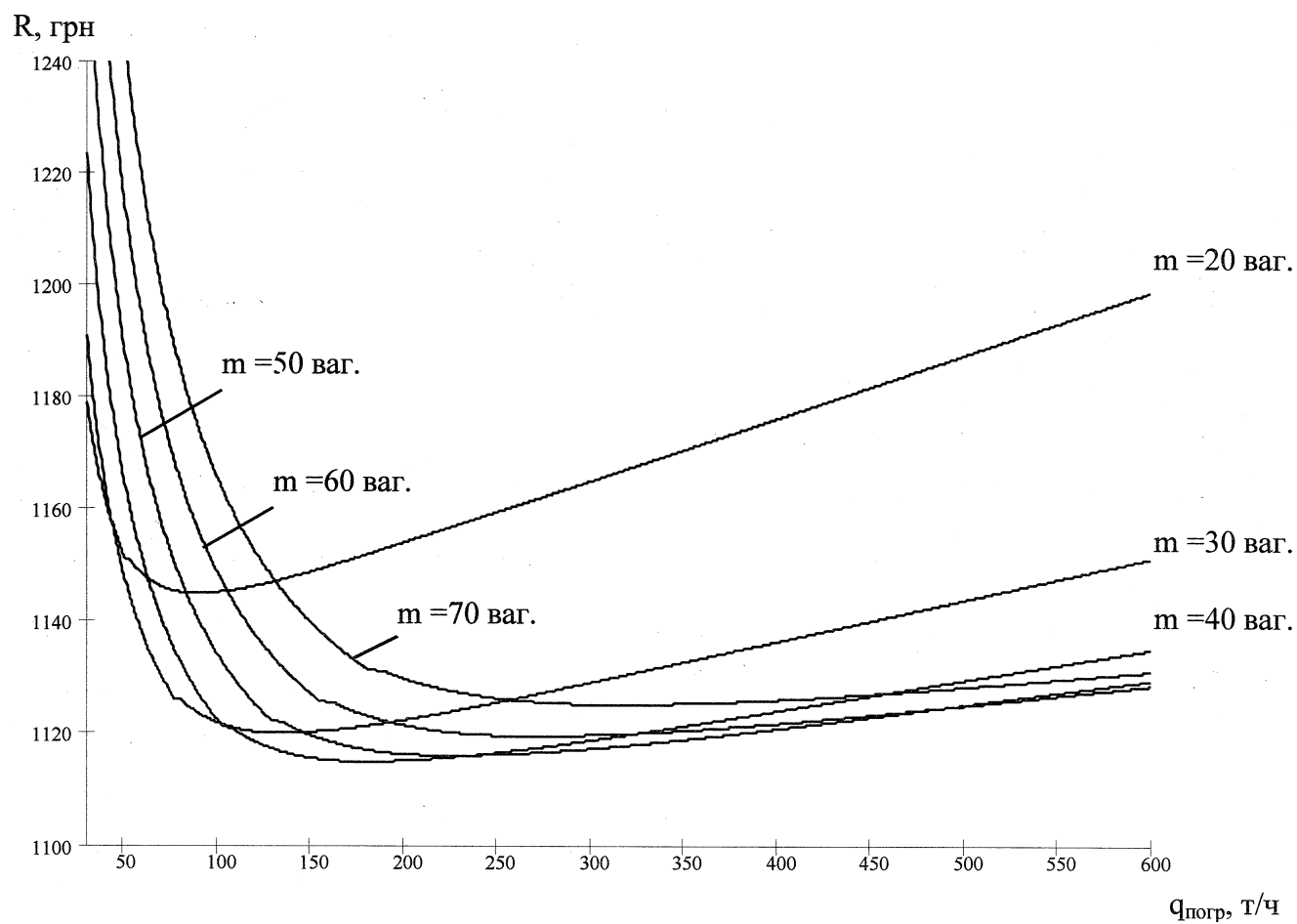


Рис. 4.2 Зависимость суммарных затрат приходящихся на один вагон, от производительности пункта погрузки

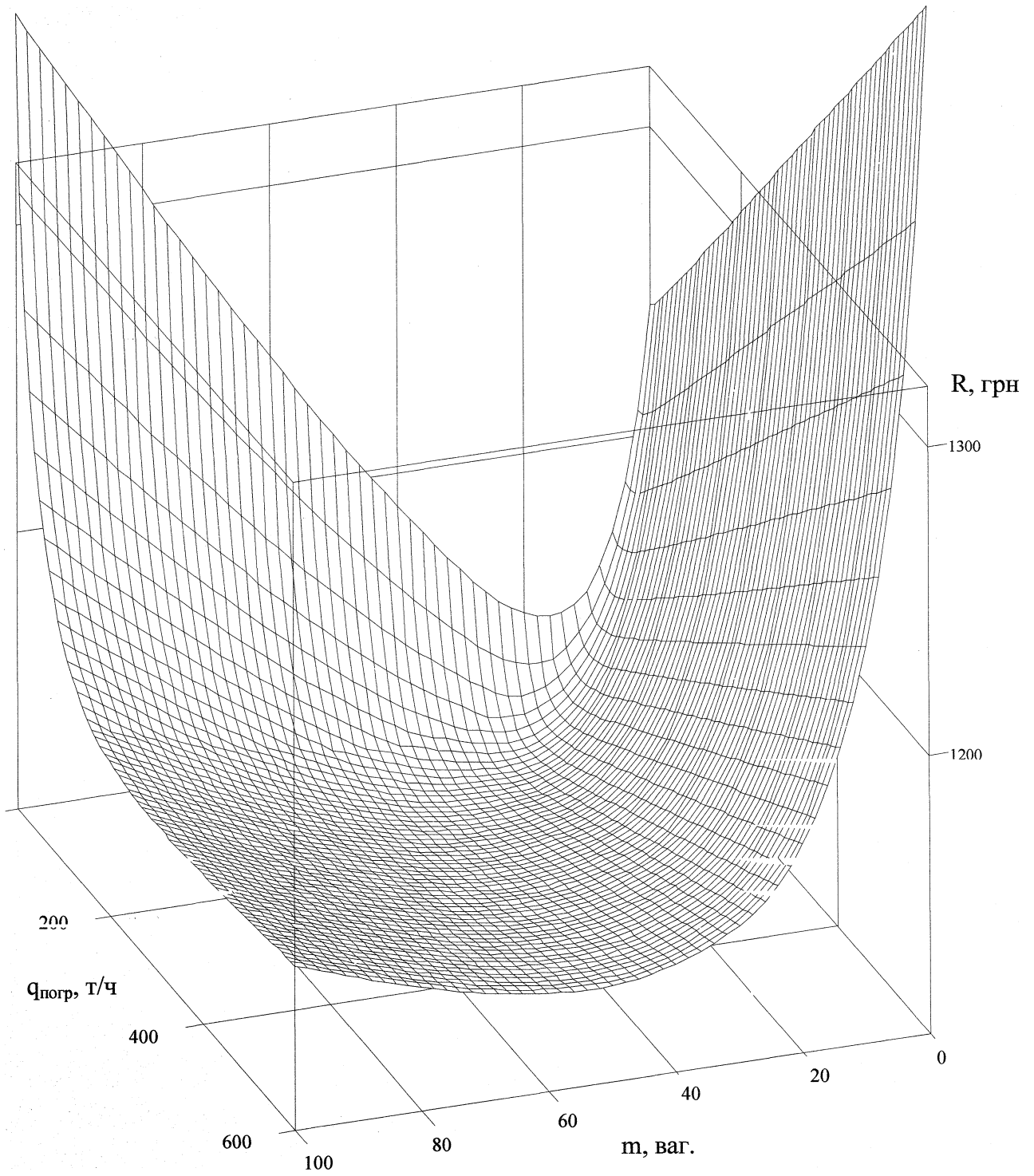


Рис. 4.3 Зависимость приведенных затрат от состава технологического маршрута и производительности пункта погрузки

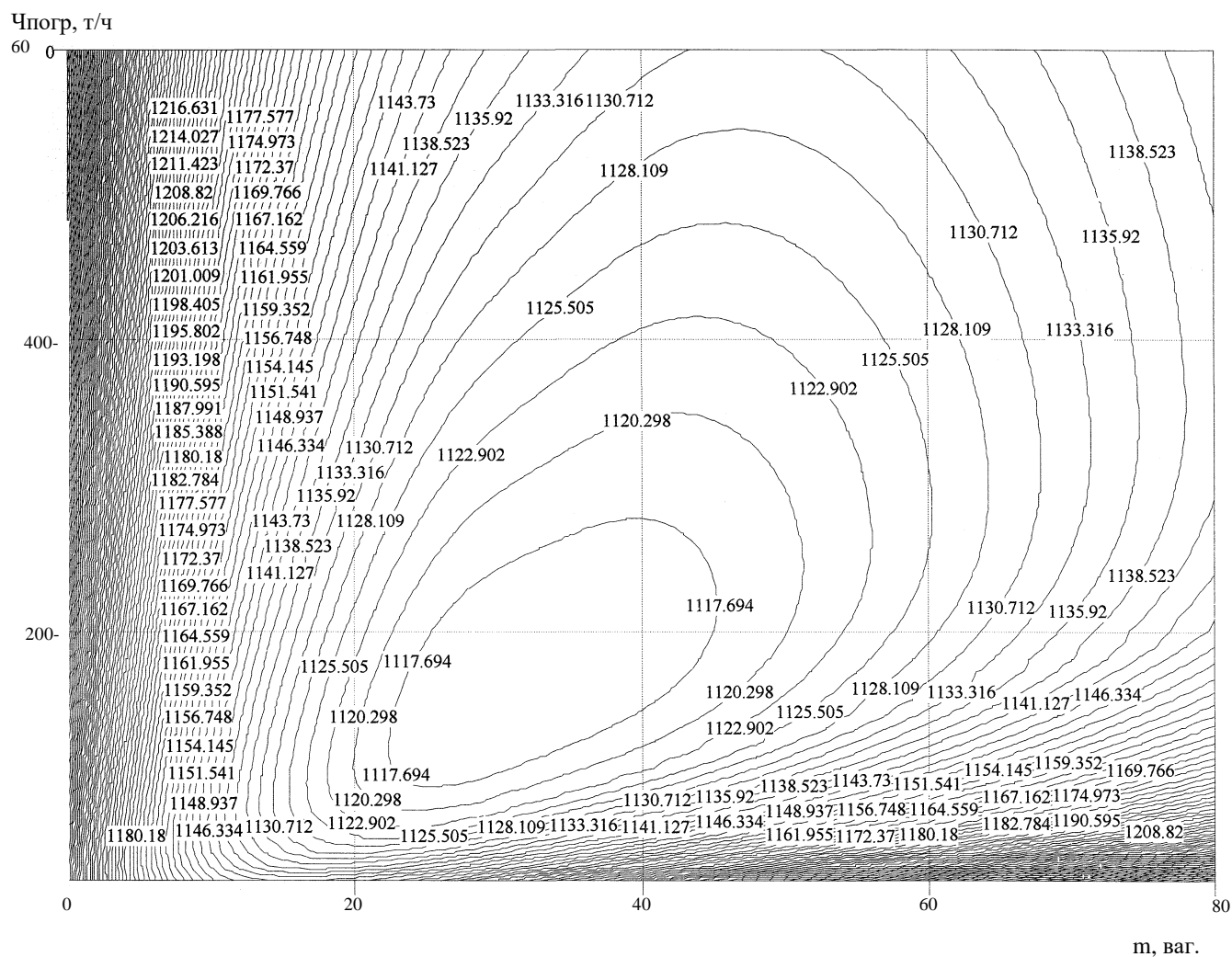


Рис. 4.4 Линии уровней зависимости приведенных затрат от состава технологического маршрута и производительности пункта погрузки

В случае изменения уровня страхового запаса I_{opt} и соответственно максимального уровня запаса I_{max} затраты, приходящиеся на один вагон, могут быть определены с помощью зависимости $R(I, I_{max})$ (рис. 4.5).

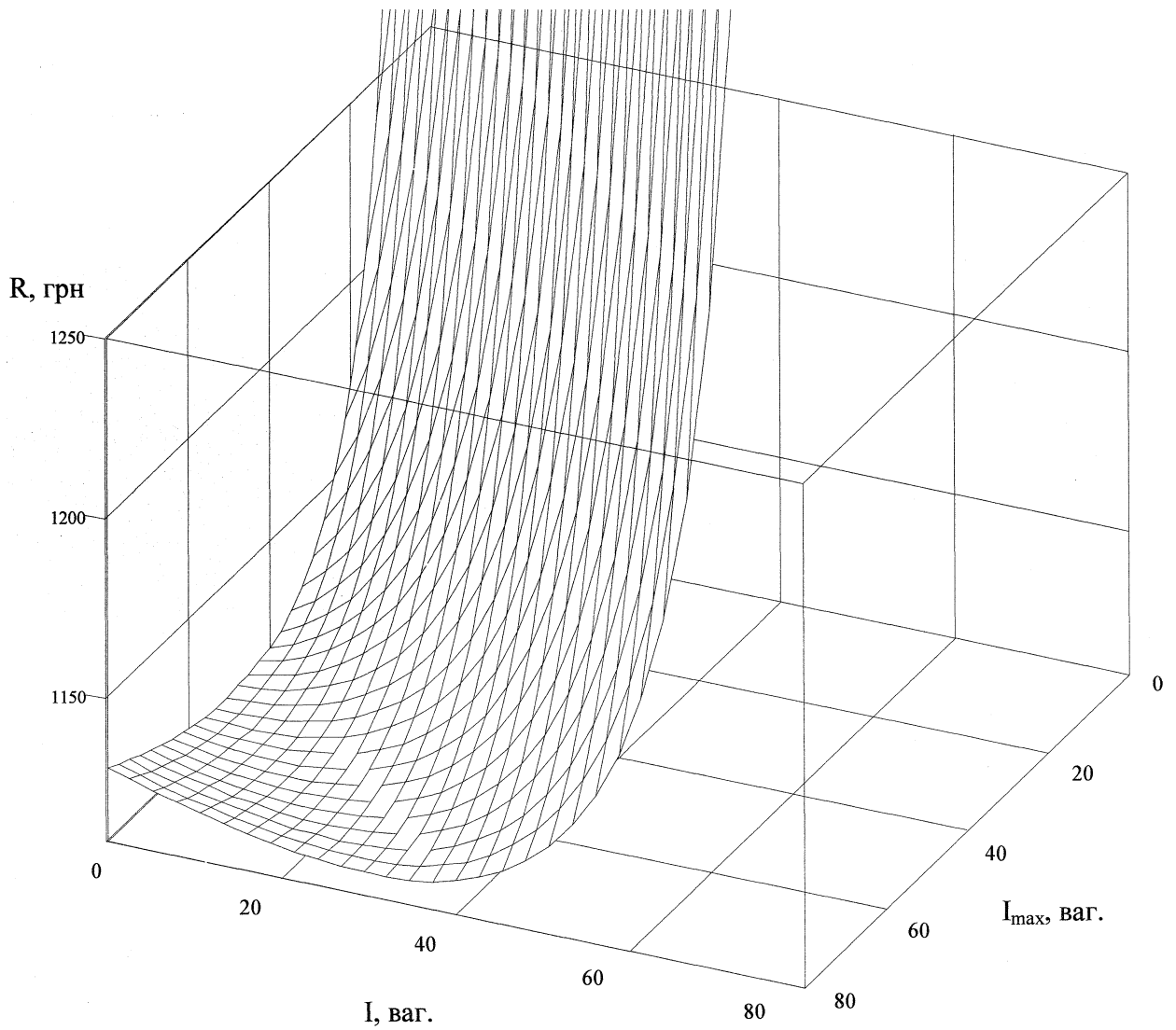


Рис. 4.5. Зависимость приведенных затрат от максимального и резервного уровней запаса вагонов

Таким образом, в результате моделирования функционирования производственно-транспортной цепи перевозки массовых грузов ж.д. транспортом определен размер транспортной партии груза m в различных задаваемых условиях [51].

Зная зависимость расчетных параметров от уровня запасов и интенсивности погрузки, можно разрабатывать единый технологический процесс функционирования всей ПТЦ, что приведет к сокращению продолжительности и оптимизации производственного цикла, повышению производительности во всех звеньях ПТЦ, гармоничного их развития, особенно при хранении, складировании, транспортировании.

Получив оптимальные значения суммарных экономических затрат по каждой группе показателей $(q_{nozр}, Q_n)$, можно рассматривать мероприятия, требующие улучшения технического оснащения и рационализации технологии, способствующие их достижению.

В целом, в результате исследования функционирования производственно-транспортной системы и анализа предложенной экономико-математической модели согласовываются производственные и транспортные параметры: уровень резервного запаса порожних вагонов I , величина транспортной партии груза m , продолжительность производственного цикла предприятия Q_n .

4.2. Оценка параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами и их эффективность

Управляемыми переменными являются: продолжительность производственного цикла предприятия Q_n , обусловленные техническим оснащением погрузочно-выгрузочных пунктов, плата за перевозку груза T_{ap} , плата за пользование вагоном $C_{ис}$.

Оптимизируемыми параметрами являются: состав отправительского маршрута m , резервный уровень запаса вагонов I , максимальный уровень запаса вагонов I_{max} , производительности фронтов погрузки $q_{nozр}$, интервал поставки n , суммарные затраты, приходящиеся на один вагон R_{min} .

В результате полученных оптимальных параметров (приложение Е) оценивается возможная прибыль для потребителя и железной дороги.

Эффективность функционирования каналов грузопотоков конкретизируется следующими натуральными показателями: уровнем запасов и сокращением потребности в складских площадях, временем прохождения материалов по производственно-транспортной цепи, продолжительностью цикла обслуживания заказа,

качеством и уровнем сервиса, размерами партии грузов, уровнем использования производственных мощностей, маневренностью, адаптивностью и устойчивостью работы, сохранением качества продукции при доставке.

Рассмотрим отдельные составляющие эффективности.

Экономия в результате сокращения суммарных затрат, приходящихся на один вагон, за счет формирования отправительского маршрута составом m_{opt}

$$\Delta y_{R-факт} \sim \min^* \quad (4.1)$$

Статистический анализ показал, что средний состав формируемого маршрута составляет 47 вагонов, при этом среднеквадратическое отклонение — 10 вагонов.

С помощью полученных параметров каналов грузопотоков (приложение Е) определено отклонение фактического значения затрат $K\phi_{факт}$ от оптимального R_{min} при заданных условиях.

Так при $л=1$, $q_{нозр}$ — 176,32 т/ч затраты на перевозку 47 вагонов составляют $K\phi_{факт}$ — 1116,36 грн. Для перевозки оптимального числа вагонов ($m_{opt} = 39$ ваг.) — $R_{min} = 1115,08$ грн.

$$\Delta y = 1116,36 - 1115,08 = 1,28 \text{ грн/ваг}$$

Проблема сокращения уровня запасов при доставке грузов «точно в срок» весьма актуальна. Подсчитано, что омертвление капиталов в запасах достигает более одной трети; содержание запасов требует 20-40 % всех расходов потребителя, включая расходы на транспортно-складские операции.

Экономия приведенных затрат на строительство бункеров в результате сокращения уровня запасов

$$\Delta y_2 = \frac{24 \cdot C \cdot (Л + E)}{365} \quad (4.2)$$

где t_x — расчетная продолжительность хранения груза в складе, сут;

V — емкость бункера, т;

$C_{бун}$ — стоимость сооружения бункера, грн;

A — среднее значение годовых отчислений на амортизацию и ремонт бункера, %;

E — коэффициент эффективности капиталовложений

$$\mathcal{E}_2 = (24 \cdot 2,5 \cdot 176,32 \cdot 1/600 \cdot 200000 \cdot 0,05) / 365 = 483,07 \text{ грн/сут}$$

Экономия за счет сокращения резервного уровня запасов вагонов

$$\mathcal{E}_3 = 24 C_{в.ч} (P_3 - I_{opt}), \quad (4.3)$$

где $C_{в.ч}$ — стоимость вагоно-часа простоя, грн.

Согласно формуле (2.34)

$$\mathcal{E}_3 = 24 \cdot 0,77(19-12) = 129,36 \text{ грн/сут}$$

Эффект от сокращения потерь грузов вследствие уменьшения времени их транспортирования и хранения

$$\mathcal{E}_4 = \frac{\%}{100} C_{гр} \Delta t, \quad (4-4)$$

где $\%$ — норма естественной убыли перевозимого груза, %;

$C_{гр}$ — средняя цена груза, грн;

Δt — увеличение срока доставки, сут.

$$MCLS = \frac{cm}{T} \quad m \quad m_{opt} \\ \text{“ погр ч погр J”}$$

$$A/ = \frac{65 (47 \quad 39)}{24(180 \quad 176,32)} = 0,11 \text{ сут.}$$

$$\mathcal{E}_4 = 65 \cdot 0,2\% \cdot 300 \cdot 0,11 = 4,29 \text{ грн/ваг}$$

Экономический эффект в результате уменьшения «омертвленного капитала» на колесах и на складе и сокращения запасов оборотных средств [48]

$$Ac = \frac{\dots}{5 \quad 360} \quad (4.5)$$

где i — процентная ставка по депозитам, доли;

360 — количество дней в году, которое принято при расчетах.

$$\mathcal{E}_5 = (300 \cdot 65 \cdot (1 - 65 \cdot 0,2\%) \cdot 0,11 \cdot 0,164) / 360 = 0,85 \text{ грн/ваг.}$$

Так как реализация принципа доставки «точно в срок» сопровождается повышением скорости движения материальных потоков, экономический эффект в результате ускорения оборота вагонов способствует сокращению времени их обслуживания на всех фазах перевозки. Эффект от ускорения оборота вагона выразится (в условиях отсутствия дефицита, что характерно для современной ситуации вагонного парка) в сокращении рабочего парка вагонов и затрат на его содержание.

$$\mathcal{E}_6 = \frac{StC_{ваз} A_{ар}}{365} \quad (4.6)$$

где $C_{ваз}$ — отпускная цена вагона, грн;

A_{ap} — отчисления на амортизацию и ремонт вагона, %

$$\Theta_6 = \frac{0,11 \cdot 163600 - 0,25}{365} = 12,33 \text{ грн/ваг.}$$

Исследования [52] показали, что при ситуации, когда значение интенсивности входящего потока L достигает нижней границы интервала изменения параметра L , а значения интенсивностей потока обслуживания // соответствует верхним границам интервалов их изменения, то ограничивающим звеном в системе является линия обработки документов. В результате анализа установлено, что из-за несвоевременной обработки документов вагоны дополнительно простаивают в среднем 2 часа.

Эффект в результате исключения потерь из-за простоя вагонов в ожидании окончания обработки документов:

$$\Theta_7 = C_{\text{чф}} \sum_{z=1}^Z \quad (4.7)$$

где m_{8i} — количество вагонов, которые задержаны при обслуживании на грузовой станции в следствии несвоевременной обработки документов в I -м периоде времени;

P — количество сбоев обработки документов на грузовой станции.

$$\Theta_7 = 0,77 \cdot 2/24 \cdot 39 = 2,5 \text{ грн/сут}$$

Общий экономический эффект для обоих субъектов ПТЦ:
— магистрального транспорта

$$\Theta_{\text{э.д}} - (\Theta_3 + \Theta_6 L + \Theta_7) \quad (4-8)$$

где 2 - интенсивность отправляемого вагонопотока, ваг/сут.

$$\mathcal{E}_{ж<},=(129,36 + 12,33 \cdot 200 + 2,5) 365 = 948218,9 \text{ грн/год};$$

- производства

$$\mathcal{E}_{пр} = 365[(\mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4 + \mathcal{E}_5) L + \mathcal{E}_2], \quad (4.9)$$

$$\mathcal{E}_{пр} = 365[(1,28 + 4,29 + 0,85) 200 + 483,07] = 644980,55 \text{ грн/год.}$$

Рассчитанный согласно описанной выше методике эффект не включает в себя экономию, связанную с повышением информативности ПТЦ и затрат на совершенствование телекоммуникационной системы, которые могут перекрывать друг друга.

Распределяя экономический эффект между предприятием и железной дорогой, нетрудно заметить, что наибольший эффект реализуется в пользу железной дороги.

На основании полученных результатов можно сделать общие выводы по поводу эффективности рассмотренной ПТЦ:

- эффект, который может реализовать железная дорога, превышает эффект, полученный потребителем транспорта;
- наибольший удельный вес в экономическом эффекте предприятия достигается экономией средств на строительство бункеров в результате сокращения уровня запасов — 483,07 грн/сут. и уменьшением потерь груза при хранении и транспортировке — 4,29 грн/ваг.;
- наибольший удельный вес в экономическом эффекте железной дороги достигается сокращением резервного уровня запасов порожних вагонов до I_{opt} — 129,36 грн/сут и от ускорения оборота вагона — 12,33 грн/сут.

Для определения адекватности и достоверности предлагаемых решений были проведены эксперименты в планировании и организации перевозки железорудного сырья. Производительность лимитирующего фронта погрузки q_{nosp} составляет 273,6 т/ч. Интенсивность поступления груза в производство Q_n составляет 20 ваг/сут. Ставка платы за пользование вагонами установлена на уровне действующих нормативов. Тариф на перевозку железной руды на расстояние 686 км по тарифной схеме 1 (повагонная отправка массой 65т) составляет 1120 грн/ваг. Погрузка - выгрузка производится средствами грузовладельца. Интервал поставки составляет 3 сут.

В качестве эксперимента сформировано 4 отправительских маршрута составом 60 ваг. назначением Золотнишино - Сартана.

По результатам моделирования суммарные затраты приходящиеся на один вагон составляют 1119,61 грн.

Фактически затраты на один вагон составили 1161 грн. в т. ч.:

- плата за пользование вагоном за время погрузки - 9 грн;
- плата за перевозку железной руды на расстояние 686 км (повагонная отправка массой 65 т) - 1120 грн;
- плата за пользование вагоном за время выгрузки потребителем - 32 грн.

В результате проведения эксперимента получено:

- экономия от сокращения суммарных затрат, приходящихся на один вагон, за счет формирования отправительского маршрута оптимальным составом — 5,25 грн/ваг;
- экономия приведенных затрат на строительство бункеров в результате сокращения уровня запасов — 749,59 грн/сут;
- эффект от сокращения потерь грузов в следствие уменьшения времени их транспортирования и хранения — 4,42 грн/ваг;
- экономический эффект в результате уменьшения "омертвленного капитала" на колесах и на складе и сокращение запасов оборотных средств — 1,42 грн/ваг.

Аналогичные показатели определены по результатам моделирования.

Суммарный экономический эффект для производителя при проведении эксперимента составил

$$Э_{пр}^{факт} = ((5,25+4,42+1,42) \cdot 20+749,59) \cdot 365 = 354557,35 \text{ грн/год.}$$

Экономический эффект для производителя при использовании результатов моделирования составил

$$Э_{пр}^{мод} = ((2,31+4,29+0,85) \cdot 20+749,59) \cdot 365 = 327985,35 \text{ грн/год.}$$

Расхождение составляет 26572 грн или 8,1%.

Экспериментальные исследования подтвердили результаты моделирования. Достоверность результатов получена 91,9%.

Резервный уровень запаса порожних вагонов на станции отправления сокращен с 19 до 12 вагонов. Экономический эффект за счет сокращения резервного уровня запасов вагонов составил:

- при использовании результатов моделирования - 129,36 грн/сут.;
- при проведении эксперимента - 129,36 грн/сут.

Расхождения между полученными результатами отсутствуют.

Себестоимость перевозки железной руды по участкам Южной железной дороги и Донецкой железной дороги, рассчитанная по предложенной методике, составила 19,853 коп/10 ткм и 21,845 коп/10 ткм соответственно.

Себестоимость грузовых перевозок по Южной железной дороге и Донецкой железной дороге согласно калькуляции составляет соответственно 23,765 коп/10 ткм и 24,132 коп/10 ткм.

В результате внедрения разработок диссертационной работы суммарный экономический эффект Южной железной дороги составит: 97629,71 грн/год, Донецкой железной дороги — 106896,33 грн/год, что подтверждено соответствующими актами.

4.3. Рекомендации по разработке единого технологического процесса функционирования всей производственно-транспортной цепи

Продолжительность производственного цикла предприятия-поставщика носит сменный характер, при этом количество смен зависит от ряда неуправляемых параметров: интенсивности транспортных и материальных потоков, производительности погрузочно-разгрузочных машин и грузораспределительных систем и т. д. Отгрузка сырья производится в детерминированном режиме, что обусловлено прежде всего технологией добычи металлургического сырья и работы обогащительного комплекса, а также спецификой самого груза. В свою очередь, производственный цикл предприятия-потребителя ориентирован на круглосуточный режим работы. Причем, интенсивность поступления сырья в производство должна соответствовать оптимальной партии поставки m_{opt} .

Процесс перемещения и доставки сырья потребителю включает несколько стадий (рис. 4.6). Готовая продукция до момента ее отгрузки складывается у изготовителя — это первая стадия. На второй стадии перемещения товара осуществляются операции по загрузке транспортных средств. Третья и основная стадия — собственно процесс перевозки. Затем продукция выгружается и доставляется на склад потребителя (четвертая стадия), где она пребывает также в форме запаса до момента потребления (пятая стадия).

Резервный уровень запасов порожних вагонов l устанавливается с учетом вероятности того, что спрос не превысит максимальный уровень запаса вагонов I_{max}

С помощью полученных параметров каналов грузопотоков планируется эксплуатационная работа ж.д. транспорта, обеспечивающая соблюдение интервала поставки с целью реализации требования «точно в срок».

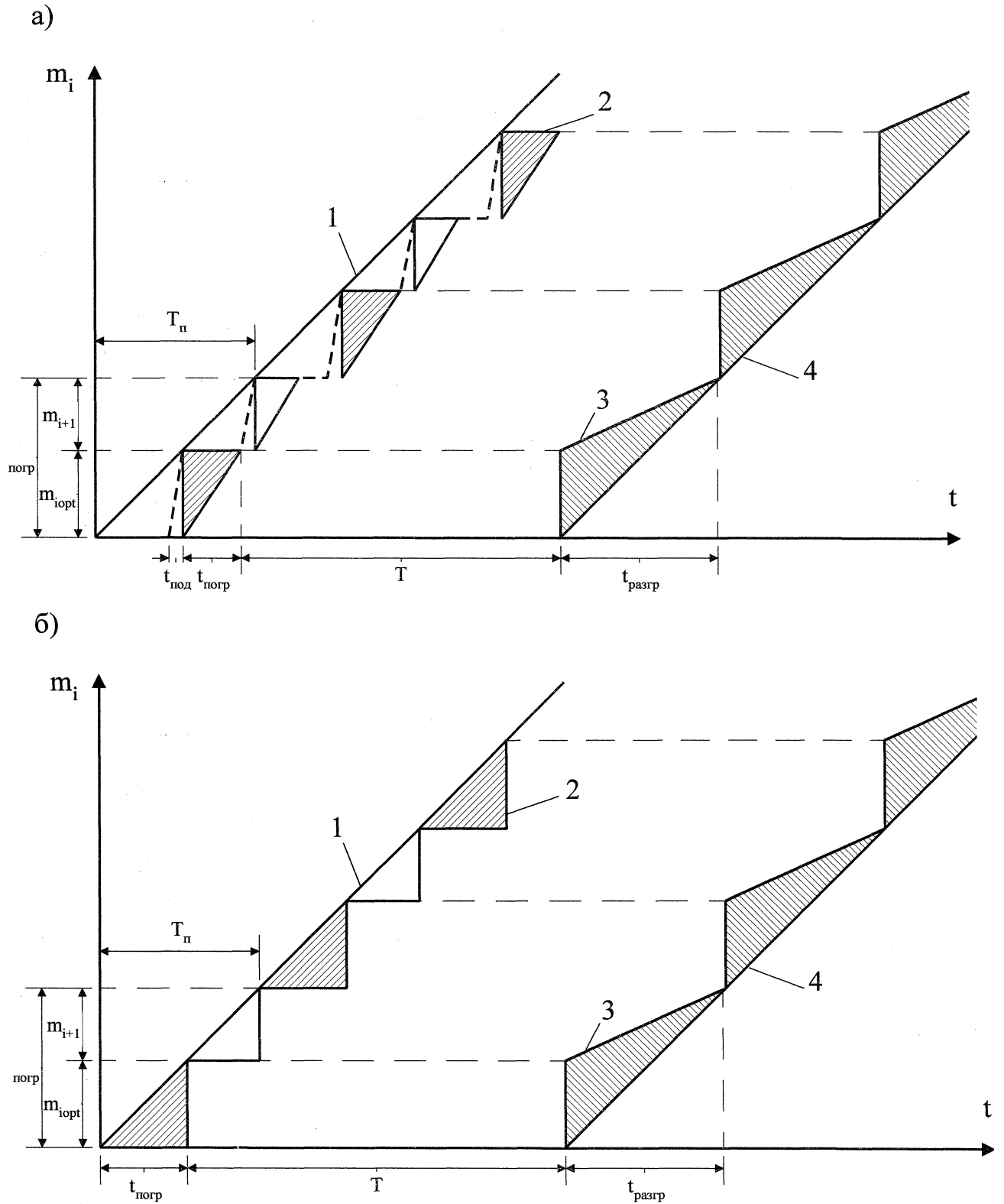


Рис. 4.6. Графики взаимодействия производства, транспорта и потребления:
 а) бункерная погрузка; б) текущая погрузка:
 1 - производство и накопление;
 2 - отгрузка;
 3 - поступление;
 4 - потребление.

Основной задачей составления оперативного плана работы грузовой станции является планирование маневровой работы локомотива при подаче и распределении вагонов по грузовым пунктам —1111.

Диспетчеру станции в подобной ситуации приходится решать задачи, когда действует множество противоречивых ограничений и факторов: недостаточные вместимость погрузочно-разгрузочных путей и мощность локомотивов, строго фиксированное графиком время отправления поездов, некруглосуточная работа 1111 и др.

Наилучший вариант очередности подачи вагонов на пункты погрузки, обеспечивающий минимум времени нахождения вагонов на грузовой станции должен выбираться исходя из следующих рекомендаций:

- в первую очередь порожние вагоны следует подавать на лимитирующий пункт погрузки;
- порожние вагоны, подаваемые под погрузку маршрута, целесообразно распределять между пунктами погрузки в количестве обратно пропорциональном затрате времени на погрузку одного вагона;
- группы вагонов должны подаваться в такой последовательности, чтобы окончание их погрузки было в разное время. Выполнение этого требования зависит от мощности пункта погрузки, числа погрузочных путей и взаимного расположения пунктов погрузки.
- число пунктов погрузки маршрута следует выбирать с таким расчетом, чтобы общий простой вагонов был минимальным. Этот простой будет тем меньше, чем меньше разность между временем на маневры по подаче и уборке вагонов и временем на погрузку.

Для моделирования производственной ситуации разработан вариант последовательности обслуживания 1111 (рис. 4.7) [53].

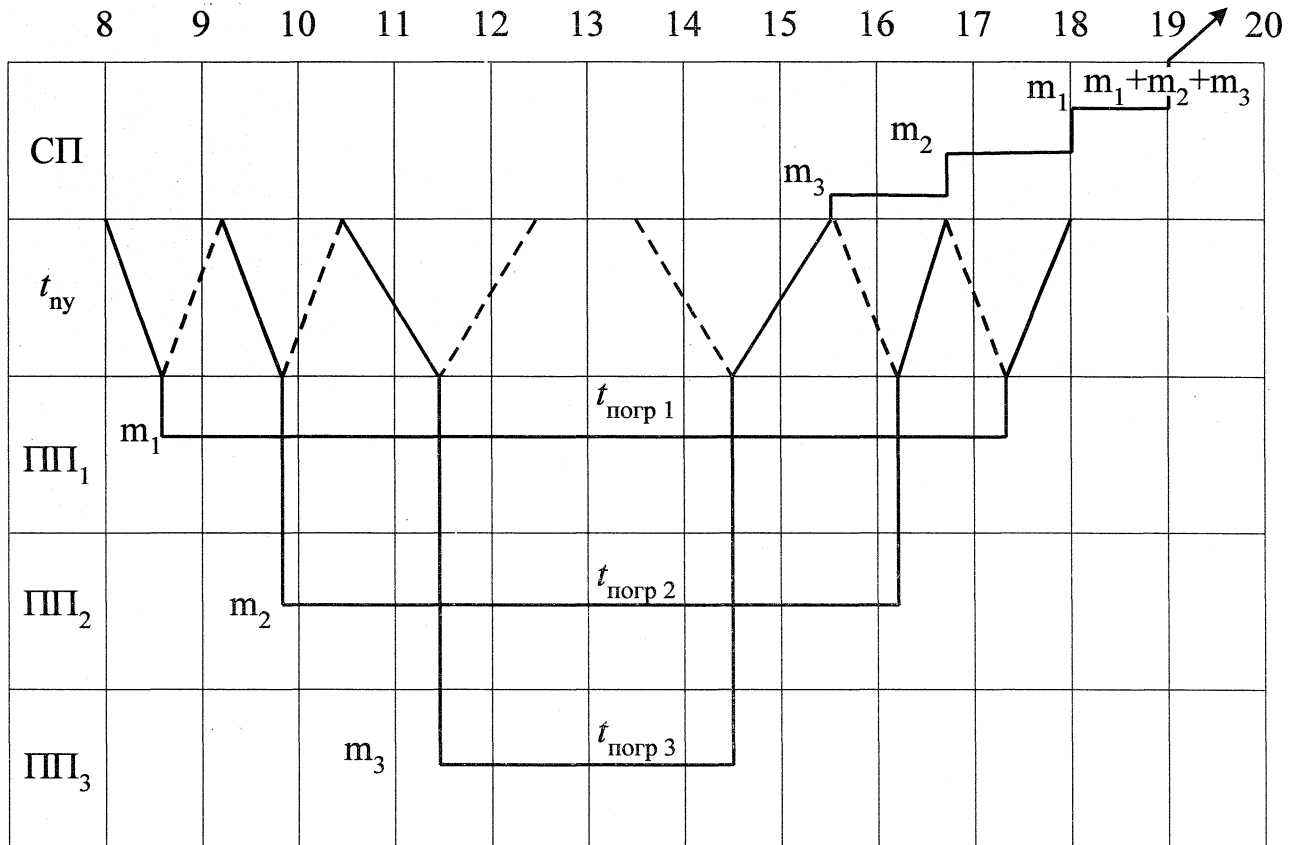


Рис. 4.7. График работы маневрового локомотива при выборе очередности обслуживания

Создание высокоорганизованных и оснащенных современными техническими средствами производственно-транспортных систем требуют значительных инвестиций. Поэтому в условиях дефицита ресурсов должен быть реализован многоэтапный процесс осуществления мероприятий, обеспечивающих эффективное использование ограниченных инвестиций. Для реализации такого многоэтапного процесса может быть успешно использован комплексный подход, который дает возможность осуществить оптимальную последовательность развития элементов производственно-транспортной системы.

Выводы по разделу 4

1. Определены и обоснованы границы интервалов изменения рассматриваемых параметров: состава отправительского маршрута; производительности пункта погрузки, уровня резервного запаса порожних вагонов.
2. Получены оптимальные значения параметров: состав формируемого маршрута — 39 ваг., уровень страхового запаса порожних вагонов - 12 ваг., максимальный уровень запаса вагонов - 51 ваг., производительность пункта погрузки - 176,32 т/ч., суммарные затраты, приходящиеся на один вагон - 1115,08 грн. Построены зависимости, позволяющие оценить характер изменения этих параметров в сложившихся условиях при изменении величин управляемых параметров.
3. Определены минимальные затраты - 1115,08 грн, приходящиеся на перевозку единицы груза, позволяющие оценить дополнительную прибыль потребителя и железной дороги, достигаемую за счет уменьшения суммарных затрат.
4. Рассмотрены отдельные составляющие экономической эффективности разработанной ПТЦ и предложена методика определения экономического эффекта для магистрального железнодорожного транспорта и производства.
5. Определен экономический эффект для обоих субъектов ПТЦ: магистрального транспорта и производства. Большой экономический эффект реализуется в пользу железной дороги и составляет 948218,9 грн/год. Эффект полученный потребителем транспорта — 644980,55 грн/год.
6. Установлено, что наибольший удельный вес в экономическом эффекте предприятия достигается экономией средств на строительство бункеров в результате сокращения уровня запасов - 483,07 грн/сут. и уменьшением потерь груза при хранении и транспортировке - 4,29 грн/ваг. Наибольший удельный вес в экономическом эффекте железной дороги достигается со-

кращением резервного уровня запасов порожних вагонов — 129,36 грн/сут и от ускорения оборота вагона — 12,33 грн/ваг.

7. Предложены практические рекомендации по совершенствованию и оптимизации эксплуатационной работы ж. д. транспорта и созданию единого технологического процесса функционирования всей ПТЦ, что приведет к повышению производительности во всех звеньях, гармоничному их развитию.
8. Разработаны графики взаимодействия производства, транспорта и потребления, применение которых позволит достичь повышения эффективности доставки грузов. При этом интенсивность поступления сырья в производство должна соответствовать оптимальной партии отправки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа посвящена актуальной для железнодорожного транспорта проблеме выбора рациональных параметров каналов грузопотоков при совершенствовании маршрутных способов перевозки массовых грузов.

Полученные в диссертации результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований позволяют сделать такие выводы:

1. Существующие в настоящее время концепции, принципы, критерии и модели эффективности функционирования транспортного рынка не учитывают особенностей рыночных отношений, которые требуют интеграции и четкой взаимосвязки интересов каждого участка производственно-транспортной цепи движения грузопотоков. В связи с этим возникает необходимость разработки новой концепции в организации функционирования производственно-транспортных систем и методов повышения их эффективности, а также необходимость совершенствования системы организации вагонопотоков.
2. Разработана концепция и методология выбора рациональных параметров функционирования производственно-транспортных систем, заключающиеся в описании процессов взаимодействия производства, транспортировки и потребления, базирующиеся на основах системного анализа, логистики и методов исследования операций с учетом изменения производственно-экономических отношений.
3. Предложены усовершенствованные комплексные подходы относительно системы организации вагонопотоков. Сформирован и обоснован интегральный показатель, позволяющий решить широкий круг задач, связанный с выбором параметров подвижного состава и ПРМ, их количественных показателей, временных и количественных параметров грузопотока, планированием и управлением эксплуатационной работой станций, выбором ресурсов транспортных средств.
4. Получены аналитические зависимости, описывающие технологию работы основных элементов производственно-транспортной цепи: складирование и под-

готовка сырья на местах добычи, операции по формированию поездов, транспортировка, складирование страхового и оперативного запасов сырья у потребителя, — с целью максимальной взаимоувязки производственно-транспортных процессов.

5. Разработана методология установления дифференцированных железнодорожных грузовых тарифов, отражающая системный подход и учитывающая цену груза путем пропорционального распределения прибыли, особенности конкретных поездо-участков дороги при определении себестоимости, интересы клиента путем согласования с ним маршрута следования груза.
6. Разработаны модели основных звеньев производственно-транспортной цепи, в которых учтены технические и технологические возможности и ограничения, а также состояние транспортных средств и особенности функционирования, с целью решения проблемы повышения эффективности функционирования каналов грузопотоков при перевозке массовых грузов маршрутами. Сформированная на примере перевозки железорудного сырья производственно-транспортная цепь с предложенным математическим аппаратом может эксплуатироваться как потребителем так и поставщиком, что значительно расширяет ее возможности.
7. Разработана общая математическая модель функционирования производственно-транспортной цепи перевозки массовых грузов маршрутами. Модель позволяет оптимизировать параметры каналов грузопотоков, критерием оптимальности являются совокупные расходы, приходящиеся на единицу перевозимого груза. Разработанная математическая модель универсальна, открыта и может быть расширена введением дополнительных этапов на разных уровнях ПТЦ для учета большего числа факторов, влияющих на окончательный результат.
8. Разработан алгоритм и программное обеспечение для выбора рациональных параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами, позволяющие по критерию затрат определить оптимальные параметры, связанные с функционированием всей ПТЦ: уровень запасов на складах предприятий, размер транспортной партии груза, продолжительность производствен-

ного цикла предприятия, мощность технического оснащения грузовых фронтов, складов и др.

9. Получены оптимальные значения параметров: состав формируемого маршрута - 39 ваг., уровень страхового запаса порожних вагонов - 12 ваг., максимальный уровень запаса вагонов - 51 ваг., производительность пункта погрузки — 176,32 т/ч., суммарные затраты, приходящиеся на один вагон - 1115,08 грн. Построены зависимости, позволяющие оценить характер изменения этих параметров в сложившихся условиях при изменении величин управляемых параметров.

Ю. Рассмотрены отдельные составляющие экономической эффективности разработанной ПТЦ и предложена методика определения экономического эффекта для магистрального железнодорожного транспорта и производства. Определено, что эффект который может реализовать потребитель транспорта составляет 644980,55 грн/год, эффект, достигаемый железной дорогой — 948218,9 грн/год. Эффект достигается за счет сокращения затрат:

- на формирование отправительского маршрута m_{opt} — 1,28 грн/ваг.;
- на строительство бункеров в результате сокращения уровня запасов — 483,07 грн/сут.;
- связанных с сокращением резервного уровня запаса вагонов — 129,36 грн/сут.;
- связанных с потерей грузов вследствие уменьшения времени их транспортирования и хранения — 4,29 грн/ваг.;
- связанных с уменьшением "омертвленного капитала" на колесах и на складе и сокращения запасов оборотных средств — 0,85 грн/ваг.;
- от ускорения оборота вагона — 12,33 грн/ваг.;
- в результате сокращения простоя вагонов в ожидании обработки документов — 2,5 грн/сут.

11. Предложены практические рекомендации по:

- а) совершенствованию и оптимизации эксплуатационной работы железнодорожного транспорта, основанные на планировании маневровой работы грузо-

вой станции, с определением: очередности подачи вагонов на пункты погрузки, числа вагонов в подаче, числа пунктов погрузки;

б) созданию единого технологического процесса функционирования всей ПТЦ с регламентированием продолжительности производственного цикла предприятия-поставщика и предприятия-потребителя, интенсивности поступления сырья в производство, продолжительности транспортировки;

в) разработке графиков взаимодействия производства, транспорта и потребления.

12. Предложенная математическая модель апробирована на Южной и Донецкой железных дорогах и показала адекватность и реальность описания производственно-транспортного процесса. В качестве эксперимента сформировано 4 отправительских маршрута составом 60 вагонов назначением Золотнишино-Сартана. В результате проведения экспериментальных исследований, суммарный экономический эффект для производителя составил 354557,35 грн/год; экономический эффект при использовании результатов моделирования - 327985,35 грн/год. Расхождение составляет 26572 грн или 8,1%. Достоверность полученных результатов свыше 90%. Суммарный экономический эффект Южной железной дороги составит 97629,71 грн/год, Донецкой железной дороги 106896,33 грн/год, что подтверждено соответствующими актами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ источников

1. Концепція та Програма реструктуризації на залізничному транспорті України. - К.: НАБЛА, 1998. -145 с.
2. Стратегия коммерциализации Укрзалізнички /Европейский банк реконструкции и развития. -1998. - 56 с.
3. Статут залізниць України. - Київ: Транспорт України, 1998. -46 с.
4. Правила перевозок грузов. Часть 1. - М.: Транспорт, 1985. -384 с.
5. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом України. Тарифне керівництво № 1. -Київ: Транспорт України, 1999. -267 с.
6. Тарифное руководство № 4 железных дорог Украины. -Киев: Транспорт України, 1997. -193 с.
7. Вентцель Е. С. Исследование операций. — М.: Наука, 1980.- 206 с.
8. Смехов А. А. Маркетинговые модели транспортного рынка. — М.: Транспорт, 1998. — 120 с.
9. Миротин Л. Б., Мадалиев К. О., Ташбаев Ы. Э. Выбор оптимального варианта доставки. <http://www.madi.ru>
- Ю.Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях. Вопросы анализа и процедуры принятия решений. — М.: Мир, 1976.
- 11 .Абрамов А. П. Ценовая стратегия в системе маркетинга. // Железнодорожный транспорт. - 1993. - №7. - С. 49-55.
- 12 .Быкадоров С. А. Себестоимость перевозок грузов и территориальная дифференциация тарифов. // Вестник ВНИИЖТ. - 1994. №4.- С. 42-45.
- 13 .Кожевников Ю. Н. Железнодорожные грузовые тарифы в условиях конкуренции с другими видами транспорта. // Железнодорожный транспорт: Серия Маркетинг и коммерческая деятельность. ЭИ/ЦННИТЭИ. -1997. -Вып. 2, -С. 39-59.
- 14 .Кожевников Ю. Н. Оптимизация железнодорожных тарифов и особенности изучения спроса на грузовые перевозки. // Железнодорожный транспорт: Серия

- Маркетинг и коммерческая деятельность. ЭИ/ЦННИТЭИ. - 1996. - Вып. 3. - С.16-31
- 15 .Орлов В. Н., Чудов А. С. Калькуляция и анализ себестоимости железнодорожных перевозок. - М.: Транспорт, 1967. -288с.
 - 16 .Крейнин А. В., Мазо Л. А., Малышев А. С. Проблемы формирования грузовых и пассажирских тарифов в условиях рыночной экономики // Вестник ВНИИЖТ. - 1993. - №4. - С. 31-36.
 - 17 .Шульга А. М., Смехова Н. Г. Себестоимость железнодорожных перевозок. - М.: Транспорт, 1985. - 280 с.
 - 18 .Дерибас А. Т., Повороженко В. В., Смехов А. А. Организация грузовой и коммерческой работы на железнодорожном транспорте. - М.: Транспорт, 1980.
 - 19 .Орлов А. В. Транспорт в системе рыночных отношений и конкурентного рынка // Железнодорожный транспорт. - 1995. -№12. - С. 38 - 41.
 - 20 .Мандриков М. Е., Мачерет Д. А. Транспортное обслуживание в условиях рыночной экономики. // Железнодорожный транспорт. - 1993. - №7. - С. 56-59.
 - 21 .Вентцель Е. С. Элементы динамического программирования. - М.: Наука, 1964. -176 с.
 - 22 .Смехов А. А. Математические модели процессов грузовой работы. - М.: Транспорт, 1982. - 256 с.
 - 23 .Акулиничев В. М., Боровой Н. Е., Кирьянова О. С. и др. Эксплуатация железных дорог. - М.: Транспорт, 1968. - 410 с.
 - 24 .Акулиничев В. М., Кирьянова О. С., Боровой Н. Е. Организация вагонопотоков и маршрутизация перевозок. - М.: Транспорт, 1970. - 318 с.
 - 25 .Толкачева М. М., Котов Г. В. Работа железных дорог в условиях рынка // Железнодорожный транспорт. - 1996. - №3. - С.70-72.
 - 26 .Смехов А. А. Основы транспортной логистики. - М.: Транспорт, 1995. - 197 с.
 - 27 .Данько Н. И. Исследование вопросов надежности транспортного обслуживания топливно-энергетического комплекса Украины (на примере перевозок каменного угля). / Дисс. канд. техн, наук: Спец. 05.22.08 — Эксплуатация железнодорожного транспорта. - Харьков: ХарГАЖТ, 1994. -210с.

- 28 .Промышленный транспорт./ С. А. Абрамов, Л. Н. Берников, А. С. Гельман, А. С. Королев и др./ Под ред. А. Т. Дерибаса. - М.: Транспорт, 1974. - 560 с.
- 29 .Ферапонтов Г. В. Эксплуатация железнодорожных подъездных путей. - М.: Транспорт, 1972. - 296 с.
- 1 О.Единые нормы выработки и времени на вагонные, автотранспортные и складские погрузочно-разгрузочные работы. - М.: Экономика, 1987. - 156 с.
- 31 .Ф. П. Кочнев, В. М. Акулиничев, А. М. Макарович. Организация движения на железнодорожном транспорте. -М.: Транспорт, 1979. - 568 с.
- 32 .Осипов В. Т. Маршрутизация перевозок грузов. - М.: Транспорт, 1973. - 200 с.
- 33 .Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. - М.: Высшая школа, 1979. - 240 с.
- 34 .Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. - М.: Высшая школа, 1977. - 480 с.
- 35 .Местные руководящие указания по Южной железной дороге в связи с введением правил технической эксплуатации железных дорог Украины. - Харьков: ЮЖД, 1996.
- 36 .Шабалин Н. Н. Оптимизация процесса переработки вагонов на станциях. - М.: Транспорт, 1973. - 184 с.
- 37 .Черчмен У., Акоф Р., Арноф Л. Введение в исследование операций: Пер с англ. - М.: Наука, 1968. - 488 с.
- 38 .Гриневич Г. П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте. - М.: Транспорт, 1981. - 343 с.
- 39 .Падня В. А. Погрузочно-разгрузочные машины.: Справочник. - М.: Транспорт, 1981.-448 с.
- 40 .Типовой технологический процесс работы грузовой станции. - М.: Транспорт, 1991.-216 с.
- 41 .Грузовые вагоны колеи 1520 мм железных дорог СССР: Альбом-справочник. -М.: Транспорт, 1980. - 176 с.

- 42 .Приказ Министерства транспорта Украины N113 от 25.02.99 г. "Правила користування вагонами і контейнерами (ст. 119-126 Статуту залізниць України)". - Київ: Укрзалізниця, 1999.
- 43 .Сотников Е. А. Эксплуатационная работа железных дорог. М.: Транспорт, 1987.-256 с.
- 44 .Котлер Ф. Основы маркетинга. -М.: Прогресс, 1990. - 736 с.
- 45 .Иловайский Н. Д. Маркетинг в перевозках грузов // Вестник ВНИИЖТ. - 1993. -№2. -С. 3-8.
- 46 .Нечаев Г. И. Основы организации работы и управления транспортно-складскими комплексами. - Луганск: ВУГУ, 1998. - 226 с.
- 47 .Брагин Б. Ф., Нечаев Г. И. Модель многономенклатурного склада в агрегированном виде // Вестник ВУГУ. - 1999. - №2 (18). - С. 215-220.
- 48 .Нагорный Е. В., Черныш Н. Ю. Принципы моделирования процессов транспортного рынка // Вестник ВУГУ. -1999. - № 2 (18). - С. 31-37.
- 49 .Нагорный Е. В., Черныш Н. Ю. Методика формирования дифференцированных железнодорожных грузовых тарифов в условиях конкуренции с другими видами транспорта // Совершенствование эксплуатационной работы железных дорог в современных условиях: Межвуз. сб. научи, тр. под ред. д. т. н. проф. Ю. И. Ефименко. -С.-П. -1999. - С.193-195.
- 50 .Нагорный Е. В., Черныш Н. Ю. Математическая модель функционирования каналов грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами // Проблемы развития транспортных коммуникаций: Междун. сб. научи, тр. -Гомель: БелГУТ, 2000. - С.36-40.
- 51 .Нагорный Є. В., Черниш Н. Ю. Аналіз результатів моделювання функціонування логістичного ланцюга перевезення масових вантажів залізничним транспортом // 36. наук, пр., - Харків: ХарДАЗТ, 2000. 4.1 Вип.42 - С. 63-68.
- 52 .Нагорный Е. В., Черныш Н. Ю. и др. Методика оптимизации технических и технологических параметров пограничных передаточных станций.// ИУСЖТ. —1998.-№5.-С. 43-51.

- 1 3.Черныш Н. Ю. Единый технологический процесс функционирования производства, транспорта и потребления: рекомендации по разработке. // ИУСЖТ. -2000.-№6.-С. 21-23.
- 2 4.Эксплуатация железных дорог/ Под ред. В. В. Повороженко и А. М. Акулиничева. -М.: Транспорт, 1974. - 470 с.
- 55 .Гордон М. П., Тишкин Е. М., Усков Н. С. Как осуществить экономическую доставку товара отечественному и зарубежному покупателю: справочное пособие для предпринимателя. - М.: Транспорт, 1993. - 64 с.
- 56 .Перепон В. П., Поликарпочкин П. В. Грузовая и коммерческая работа: Организация и управление. - М., Транспорт, 1986. - 351 с.
- 57 .Сиваев И. П., Перепон В. П. Коммерческая эксплуатация железных дорог. - М.: Транспорт, 1978. - 376 с.
- 58 .Бабушкин Г. Ф., Завгородний И. П. Организация перевозок и коммерческая работа на промышленном железнодорожном транспорте. - Киев: Вища школа, 1981.-247с.
- 59 .Котенко А. Н. Математические модели грузосортировочного комплекса и грузовой станции. // Межвуз. сб. науч. тр. /ХарГАЗТ 1995. - вып. 27 - с. 32-45.
- 60 .Акоф Р., Сасиени М. Основы исследования операций. :пер. с англ. - М.: Мир, 1971 -534 с.
- 61 .Беллман Р. Динамическое программирование. :Пер. с англ. -М.: Ин. Лит-ра., - 1960.-400с.
- 62 .Котенко А. Н. Оптимизация технического оснащения и численности работающих грузовой станции. // Труды научно-методической конференции "Современные научные аспекты функционирования транспортного комплекса и развитие его кадрового потенциала". - Москва. РГОТУПС - 1995. - с.24.
- 63 .Таха Х. Введение в исследование операций в 2-х кн.: пер. с англ. - М.: Мир,1985-480 с.
- 64 .Зайченко Ю. П. Исследование операций: нечеткая оптимизация: Учеб. Пособие. - К. Вища школа, 1991. - 191с.

- 65 .Айвазян С. А. и др. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных. -М.: Финансы и статистика, 1983, - 471с.
- 66 .Бакаев А. А. Экономико-математические модели систем. - Киев:Техника,1973. - 129с.
- 67 .Ктенко А. Н. Логистический подход к оптимизации функционирования грузовых станций // Сборник докладов международной научно-практической конференции "Логистика Приазовья - Евротехнология материальных потоков" Мариуполь: ПГТУ. Часть 1. 1998. - с. 64-68.
- 68 .Баландюк Г. С., Картуков Я. М. Технология работы железнодорожного транспорта металлургических заводов. -М.:Металлургия, 1985. -256с.
- 69 .Моисеев И. Н. Математические задачи системного анализа. -М.:Наука,1981.- 396с.
- 70 .Моисеев И. Н. Иванчиков Ю. П., Столерова Е. М. Методы оптимизации. - М.: Наука, 1976 - 352с.
- 71 .Научная организация эксплуатационной работы железных дорог. /Годович Л. М., Левонтова Ю. Н. и др. М.: Транспорт, 1976. - 518с.
- 72 .Математическое моделирование / Под ред. Дж. Эндрюса и Р. Мак-Лоуна: Пер. с англ. - М.: Мир, 1979. - 277с.
- 73 .Котенко А. Н. Математические модели и проблемы эффективности функционирования грузовых станций. // "Актуальные проблемы развития ж.д.т." в двух томах. Том 1. под ред. д. т. н. проф. В. Н. Лысенко. Москва: МНИТ. - 1996. - с. 39.
- 74 .Галабурда В. Г. Комплексная оценка качества качества транспортного обслуживания потребителей транспортных услуг // Железнодорожный транспорт. - Сер. Маркетинг и коммерческая деятельность. ЭИ/ЦНИИТЭИ. - 1998. - вып.2. -с.1-10
- 75 .Мишарин А.С., Самуйлов В. М., Петров М. Б. Пути повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта в грузовых сообщениях // Железнодорожный транспорт. - Сер. Маркетинг и коммерческая деятельность. ЭИ/ЦНИИТЭИ. - 1998. - вып.1. -с.1-27.

76. Магерет Д. А. Особенности транспортного рынка и их влияние на транспортную политику // Железнодорожный транспорт. - Сер. Маркетинг и коммерческая деятельность. ЭИ/ЦНИИТЭИ. - 1996. - вып.3. - с. 11-16.
77. Миротин Л. Б. Мадалиев К. О. Транспортно-экспедиционное обслуживание: слагаемые качества. // РИСК. -1996. -№4-5. - с.35-38.
78. Миротин Л. Б. Мадалиев К. О. Проектирование доставки грузов. // РИСК. - 1996. -№6-7. - с.60-65.
79. Абрамов А. П., Балабурда В. Г. Формирование маркетинга в сфере грузовых перевозок. // Вестник ВНИИЖТ. - 1993 -№1. -с. 11-17.
80. Рогинский Б. Я., Циганов В. В. Управление региональной транспортной системой в условиях рыночной экономики. -Л.: Знание, 1991.-32с.
81. Гончарук О. В. Экономическая эффективность транспортно-технологических систем.-М.:Наука, 1991.-128с.
82. Тулупов Л. П. Автоматизированные системы управления перевозочными процессами на железных дорогах. -М. Транспорт, 1990. -204с.
83. Лубочков В. Маркетинговая логистика // РИСК. - 1996 №4-5. - с. 50-55.
84. Лубочков В. Маркетинговая логистика // РИСК. - 1996 №6-7. - с. 54-59.
85. Балашевич В. А. Математические методы в управлении производством. - Минск: Вышэйшая школа, 1976. -343с.
86. Карнелевич Ф. И., Сотников И. Б. Очередность подачи - уборки групп вагонов // Вестник ВНИИЖТ, 1988. -№1. -С. 8-11.
87. Боровой Н. Е. Маршрутизация перевозок грузов. -М.: Транспорт, 1978. - 214с.
88. Коновалов В. С. Организация, механизация и экономика заводского транспорта. -М.: Машиностроение, 1980. -311с.
89. Технические средства транспорта металлургии / Под ред. А. С. Хоружего и В. И. Тиверовского. М.: Металлургия, 1980. -334с.
90. Кочнев Ф. П., Сотников И. Б. Управление эксплуатационной работой железных дорог. -М.: Транспорт, 1990. - 424с.
91. Типовые нормы времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожном транспорте / МПС СССР. -М.: Транспорт, 1987. -96с.

- 92 .Рыжиков Ю. И. Управление запасами. М.: Наука, 1969. -343с.
- 93 .Маталасов С. Ф., Носков Ю. А. Перевозки смерзающихся грузов. -М.: Транспорт, 1964. -132с.
- 94 .Nachfagerbewertung der Gutertransportangebote auf Strase Schiene / Rudelstorfer K. // Int. Verkehrsw. -1991. - N 5. - P. 190-194. -(Грузовые перевозки в Австрии)
- 95 .Beforderungsqualitat in der Bundesverkehrswegeplanung // Int. Verkehrsw. -1991. - N 4. - P. 126-128. - (Вопросы качества перевозок в Германии)
- 96 .L'informatisation: une strategic fondamentale pour le messenger/ Monueret P. // Transports. -1989. - N 337. - P. 255-278. -(Информатизация - основная стратегия развития грузовых перевозок)
- 97 .Aktionsplan des Euro-Parlaments / Buschmann K. // Bus-Fahrt.-1991.- N 3.- S.34-35.- (Развитие комбинированных перевозок в Европе).
- 98 .Just-in-time ein Ruckschritt in die Mangelwirt-Schaft / Hahn O. // Int. Verkehrsw.-1991.- N 3.- S. 101-102.- (Доставка грузов в точные сроки).
- 99 .Driving down infomd costs // Traffic Management-1990.- N 11 .-P.43-47.- (Снижение расходов по доставке грузов от поставщиков).
- 100 . L'informatisation: une strategic fondamentale pour le messenger / Monueret P. // Transports. -1989. - N 338. - P. 337-380. -(Информатизация - основная стратегия развития грузовых перевозок)

Приложение А
Ставки платы за пользование грузовыми вагонами железных дорог
Украины

Таблица А.1

Ставки платы за пользование грузовыми вагонами железных дорог

Время пользования вагоном, ч	Ставка платы за пользование полувагоном $C_{ис}$, грн/ваг.
1	0,3
2	0,5
3	0,7
4	1,0
5	1,3
6	1,6
7	1,8
8	2,0
9	2,3
10	2,7
11	3,2
12	3,8
13	4,5
14	5,2
15	6,0
16	6,9
17	7,9
18	9,0
19	10,2
20	11,4

Продолжение табл. А. 1

21	12,7
22	14,0
23	15,5
24	16,0
Время пользования вагоном, ч	Ставка платы за пользование Полувагоном $C_{ис}$, грн/ваг.
При пользовании свыше одних суток до 8 суток включительно к плате за первые сутки за каждый час добавляется	2,0
При пользовании свыше 8 суток до 15 суток включительно к плате за восемь суток за каждый час добавляется	3,0
При пользовании свыше 15 суток к плате за пятнадцать суток за каждый час добавляется	5,0

Приложение Б

Показатели работы дирекций железнодорожных перевозок Южной железной дороги и результаты расчетов поучастковых коэффициентов себестоимости.

Таблица Б. 1

Показатели работы Сумской дирекции железнодорожных перевозок

Наименование участка (туда и обратно)	Длина участка, км	Километр в голове поездов	IIIИИИ в тыс.	тн-км брутто, в тыс.	пробега порожних ваг. к общему	вес поезда брутто,	средний состав поезда, ваг.	ЛИЦ! участковая скорость км/ч
ИМИі ИіИИМИ	112	29756	41726	80541	45,9	2630	49,3	35,7
W S (j s j	112	39177	82845	126305	25,7	3180	46	37,1
	113	25833	38769	69534	40,1	2616	45,7	33
	ИЗ	30836	72386	109232	18,7	3481	46,9	32,8
ВНйяяВВийяИИ	111	56705	80080	162187	58,4	2832	57,9	39,2
	111	86230	183510	308088	40,5	3561	57,6	44,1
Илек-Пеньковка	49	77	10	474	100	2844	103,9	25,7
Басы	49	246	178	591	56,3	1415	28,5	24,6
VjMMffliiiiiffll”	2646	1466504	IIIIII	4402348	46,4	2957	52,2	35

Таблица Б.2

Результаты расчета для Сумской дирекции железнодорожных перевозок

Наименование участка (туда и обратно)	Длина участка, км	e^{2P} грн.	P^{NS} грн.	‘.3’ грн.	$f_{top}^{3>}$ грн.	грн.	K_3^{2P}	$in^{0P}_{K_3}$	
	112	22,049	13,754	0,085	0,045	0,13	0,697	0,369	1,04
ІдИИВі 8 иИі^^^МД	112	25,101	12,592	0,088	0,015	0,103	0,721	0,123	0,906
МММММііііі	113	21,912	13,034	0,087	0,035	0,122	0,713	0,287	1
ІВІИІІІІ	ИЗ	27,095	13,208	0,094	0,011	0,105	0,77	0,09	0,916
ВІІВММДІІІІІІ	111	23,492	15,138	0,069	0,063	0,132	0,566	0,516	1,049
ш ІІІІІІ	111	27,63	15,04	0,077	0,029	0,106	0,631	0,238	0,921
Илек-Пеньковка	49	26,814	26,046	0	2,006	2,006	0	16,443	10,266
Басы	49	14,352	10,072	0,087	0,078	0,165	0,713	0,639	1,211
Всего	2646	26,239	14,907	0,082	0,04	0,122	0,672	0,328	1

Таблица Б.3

Показатели работы Харьковской дирекции железнодорожных перевозок

Наименование участка (туда и обратно)	s.g j i	Кило-метр пробега в голове поездов	нетто, в тыс.	тн-км брутто, в тыс.	Процент пробега порожних ваг. к общему	средний вес поезда брутто, тонн	средний состав поезда, ваг.	Средняя участковая скорость км/ч
Мерефа-	29	6175	10005	17500	43,8	2822	48,1	28,2
	29	8813	18772	28629	20,6	3232	46,1	30,5
Пост 4 км-Лоз-	127	43300	71642	123705	45,9	2836	51,5	45,5
IIВІІІІІІІІІІІІІІІІ	127	43628	82468	131260	29,1	2973	46	43,4
IIДІІІІІІІІІІІІІІІІ	12	12528	13703	30665	65,8	2447	57,2	33,2
	12	8820	28194	40376	11	4576	58,7	38,5
MIЙІІІІІІІІІІІІІІ	6	3661	8046	12543	28	3418	50	23
IIIIД	6	2022	2508	5186	57,3	2493	51,4	31,1
	51	5352	13633	20339	17,7	3780	51,8	25,2
Каз. Лопань	51	4927	10260	15864	27,6	3212	47,5	33,1
(IIIIIIIIIIII	7	7755	16608	27227	35,7	3501	55,6	18,6
Н. Бавария	7	5156	6967	13810	54,6	2653	52,6	14,7
IIIIД	18	13635	18661	36945	54,1	2692	53,5	37,9
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	18	19378	42376	68769	35,7	3548	55,1	27,7
Букигто	134	96092	224158	337252	24,6	3495	48,2	40,1
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	134	77056	64341	165473	71,9	2116	53,7	44,7
	76	3319	3786	6516	48,7	1782	32,5	31,6
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	76	4759	1795	6349	87,4	1218	38	36,6
	14	3189	5624	9831	43,5	3072	52,4	35,4
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	14	0	0	0	0	0	0	0
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	6	421	671	1160	29,4	1252	28,5	15,6
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	6	912	367	890	65	838	18,6	16
	3	210	58	406	84,6	838	38,1	35
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	3	1423	102	901	93,8	499	18,3	41,9
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	10	1280	735	1855	76,1	1431	35,9	18,3
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	10	2160	4624	6540	21,3	3004	33,8	19,5
	6	41	37	132	66,7	1439	24,4	20,5
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	6	66	44	81	0	1091	0	13,2
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	18	54	0	15	0	278	0	27
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	18	54	58	111	0	2037	18,5	27
Индустриальная	10	610	236	561	53,8	682	16,4	18,5
	10	210	440	749	44,4	548	14,3	17,5
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	10	3	44	88	50	2933	66,7	30
Буды	10	0	0	0	0	0	0	0
Бавария	14	14	1	1	0	71	0	14
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	14	0	8	15	0	0	0	0
Красноград	95	8668	3166	12915	85,3	1258	43,3	30,5
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	95	9212	12637	22744	49	2285	39,8	31,1
IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	75	750	493	1193	60,7	1247	29,3	26,8
Одноробовка	75	1034	254	856	84	785	24,2	20,3
Всего	814	400343	668012	115044	IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	49,6	36,2

Таблица Б.5

Показатели работы Купянской дирекции железнодорожных перевозок

Наименование участка (туда и обратно)	Километр пробега в голове поездов	тн-км нетто, в тыс.	тн-км брутто, в тыс.	пробега li К-/ваг, к общему	вес поезда брутто, тонн	состав поезда, ваг.	Средняя участковая скорость км/ч
	45	42310	36644	98287	76,7	2316	49,1
	45	53686	167553	238715	14,7	4442	50,1
	117	56469	130671	198481	27,9	3498	39,4
	117	30342	36755	76158	56,4	2432	36,4
	69	66952	43954	132798	79,9	1979	36,9
	69	65479	183485	264913	16,8	4041	36,9
	117	4470	2468	6800	76,7	917	26,9
	117	4046	2603	6795	68,3	1058	27
	27	135	238	395	42,9	2778	33,8
	27	231	581	852	30,8	3688	46,2
	377	324237	605309	1024796	45,2	3130	46,2

Таблица Б.6

Результаты расчета для Купянской дирекции железнодорожных перевозок

Наименование участка (туда и обратно)	Длина участка, км	$\frac{P}{NS}$ грн.	$\frac{P}{NS}$ грн.	$\frac{P}{NS}$ грн.	$\frac{P}{NS}$ грн.	$\frac{P}{NS}$ грн.	$\frac{P}{NS}$ грн.	$\frac{P}{NS}$ грн.	K_n
	45	27,599	19,798	0,074	0,175	0,249	0,607	1,434	1,625
	45	46,467	18,356	0,127	0,009	0,136	1,041	0,074	1,069
	117	38,009	17,167	0,118	0,021	0,139	0,967	0,172	1,083
Безлюдовка	117	28,482	17,571	0,103	0,082	0,185	0,844	0,672	1,31
	69	24,701	18,788	0,076	0,229	0,305	0,623	1,877	1,9
Купянськ	69	43,067	17,828	0,128	0,011	0,139	1,049	0,09	1,083
	117	13,705	8,732	0,058	0,121	0,179	0,475	0,992	1,28
	117	15,044	9,25	0,074	0,098	0,172	0,607	0,803	1,246
	27	31,75	15,871	0,103	0,039	0,142	0,844	0,32	1,098
	27	39,707	17,053	0,109	0,021	0,13	0,893	0,172	1,039
	377	34,822	18,007	0,102	0,044	0,146	0,836	0,361	1,118

Таблица Б.8

Результаты расчета для Полтавской дирекции железнодорожных перевозок

Наименование участка (туда и обратно)	Расстояние, км	e_{NS}^{np} , грн.	f_{NS}^{nop} , грн.	$\cdot >$, грн.	Qn^op , грн.	$\wedge z$, грн.		7^{nop}_{K3}	K_n
	19	19,111	17,425	0,057	0,645	0,702	0,467	5,287	3,852
Полтава	19	35,37	16,639	0,102	0,012	0,114	0,836	0,098	0,96
	5	28,266	18,39	0,08	0,073	0,153	0,656	0,598	1,152
	5	33,997	19,569	0,096	0,036	0,132	0,787	0,295	1,049
	43	9,28	3,856	0,053	0,026	0,079	0,434	0,213	0,788
	43	10,195	1,758	0,037	0,008	0,045	0,303	0,066	0,621
	80	31,644	16,169	0,094	0,022	0,116	0,77	0,18	0,97
	80	16,019	14,09	0,128	0,38	0,508	1,049	3,115	2,898
	58	17,28	10,726	0,064	0,07	0,134	0,525	0,574	1,059
	58	14,629	10,951	0,089	0,134	0,223	0,73	1,098	1,497
	65	17,64	13,952	0,11	0,168	0,278	0,902	1,377	1,767
	65	27,678	15,426	0,098	0,03	0,128	0,803	0,246	1,029
	114	21,386	16,877	0,063	0,203	0,266	0,516	1,664	1,708
	114	30,628	15,363	0,096	0,02	0,116	0,787	0,164	0,971
	99	12,6	9,086	0,06	0,132	0,192	0,492	1,082	1,344
	99	16,629	10,515	0,096	0,055	0,151	0,787	0,451	1,143
	78	14,633	10,617	0,078	0,122	0,2	0,639	1	1,383
	78	23,726	12,633	0,095	0,026	0,121	0,779	0,213	0,995
	7	19,293	18,176	0,103	1,001	1,104	0,844	8,205	5,829
	7	23,588	16,256	0,087	0,09	0,177	0,713	0,738	1,271
	7	15,401	14,821	0,057	1,669	1,726	0,467	13,68	8,888
Калачевський	7	34,686	14,345	0,104	0,004	0,108	0,852	0,033	0,931
	72	21,611	17,341	0,071	0,217	0,288	0,582	1,779	1,817
	72	33,971	15,587	0,101	0,011	0,112	0,828	0,09	0,951
	131	19,562	12,491	0,099	0,056	0,155	0,811	0,459	1,162
Полтава	131	31,612	15,168	0,099	0,015	0,114	0,811	0,123	0,96
Полтава	81	18,807	14,367	0,061	0,171	0,232	0,5	1,402	1,541
	81	19,481	13,41	0,072	0,1	0,172	0,59	0,82	1,246
	119	25,268	16,512	0,072	0,08	0,152	0,59	0,656	1,148
	119	27,675	16,891	0,075	0,06	0,135	0,615	0,492	1,064
	989	25,965	15,462	0,08	0,052	0,132	0,656	1 0,426	1,049

Приложение В
Исследование спроса на порожние вагоны

Выборочная средняя

$$\bar{X}_B = \frac{\left(\sum_{i=1}^k n_i x_i \right)}{\Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_k = n}$$

$$\Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_k = n$$

где Π_i - частоты значений признака;

X_i - значение признака выборки;

n - объем выборки.

Математическое ожидание дискретной СВ.

Выборочная дисперсия $M(x) = X$

$$D_B = \frac{\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)^2 \right)}{n}$$

ИЛИ

$$D_B = \frac{\left(\sum_{i=1}^k n_i (x_i - \bar{x}_B)^2 \right)}{n}$$

Выборочное среднеквадратическое отклонение

$$\sigma_B \sim \sqrt{D_B}$$

Таблица В.1

Результаты расчетов параметров распределения

ДТ показатель	X_B	D_B	σ_B
1998 - 1999 гг.	47	95	10
Зимний период 1998 - 1999 гг.	48	97	10
Летний период 1998 - 1999 гг.	46	93	10

Приложение Г

Проверка гипотезы о нормальном законе распределения спроса на порожние вагоны на станции 3.

Таблица Г.1

I	Границы интервала		Pi	Границы пересчитанного интервала		φ(иГ)	Φ(ИГ+/-)	Л= =Φ(иГ+/-)- -Φ(и)	ΠI=ΠPI= =460Pi
		Xi+l		Uj= =(x-a)/a	Ц+I =(xi+Γ-a)/(Γ)				
1	13	18	1	-∞	-2,9	-0,5000	-0,4981	0,0019	0,874
2	18	23	4	-2,9	-2,4	-0,4981	-0,4918	0,0063	2,898
3	23	28	12	-2,4	-1,9	-0,4918	-0,4713	0,0205	9,430
4	28	33	18	-1,9	-1,4	-0,4713	-0,4192	0,0521	23,966
5	33	38	52	-1,4	-0,9	-0,4192	-0,3159	0,1033	47,518
6	38	43	84	-0,9	-0,4	-0,3159	-0,1554	0,1605	73,830
7	43	48	72	-0,4	0,1	-0,1554	0,0398	0,1952	89,792
8	48	53	113	0,1	0,6	0,0398	0,2257	0,1859	85,514
9	53	58	54	0,6	1,1	0,2257	0,3643	0,1386	63,756
10	58	63	30	1,1	1,6	0,3643	0,4452	0,0809	37,214
И	63	68	20	1,6	∞	0,4452	0,5000	0,0548	25,208

14-460

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{11} \frac{(n_i - nP_i)^2}{nP_i} \quad /n=460/$$

I	Πi	πi	ΠI-ΠI	(ΠI-ΠI) ²	(n-ΠI) ² /Πi	n ²	ΠI / Πi
1	1	0,874	0,126	0,0159	0,018	1	1,14
2	4	2,898	1,102	1,2144	0,419	16	5,52
3	12	9,430	2,570	6,6049	0,700	144	15,27
4	18	23,966	-5,970	35,5930	1,485	324	13,52
5	52	47,518	4,842	20,0880	0,423	2704	56,90
6	84	73,830	10,170	103,4290	1,401	7056	95,57
7	72	89,792	-16,792	281,9700	3,140	5329	59,35
8	112	85,514	26,486	701,5080	8,203	12544	146,59
9	54	63,756	-9,756	95,1800	1,493	2916	45,74
10	30	37,214	-7,214	52,0420	1,398	900	24,18
11	20	25,208	-5,208	27,1230	1,076	400	15,87

$$\chi^2_{\text{ЛГ}} - n = 479,75 - 460 = 19,75$$

Вычисления произведены правильно.

Найдем число степеней свободы, учитывая, что число групп выборки (число различных вариантов) $S = 1$; $\kappa = I - 2 - 1 = 8$.

По таблице критических точек распределения по уровню значимости $\alpha = 0,01$ и числу степеней свободы $\kappa = 8$ находим $\chi^2_{\text{кр}}(0,01; 8) = 20,1$.

Т.к. $\chi^2_{\text{набл}} < \chi^2_{\text{кр}}$ — нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу.

Приложение Д

Пример работы программы выбора рациональных параметров каналов грузопотоков перевозки массовых грузов

```
> restart; Digits:=20;
```

Таблица: Ставки платы за пользование грузовыми вагонами железных дорог Украины

```
kk := 1
```

```
tables := proc(m2)
```

```
local t, b, r, m;
```

```
  b := [0, 0, 0, .3, .5, .7, 1, 1.3, 1.6, 1.8, 2.2, 3, 2.7, 3.2,
        3.8, 4.5, 5.2, 6, 6.9, 7.9, 9, 10.2, 11.4, 12.7, 14, 15.5,
        16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42,
        44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70,
        72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98,
        100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114, 116, 118, 120,
        122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 136, 138, 140, 142,
        144, 146, 148, 150, 152, 154, 156, 158, 160];
```

```
  m := m2 + 3;
```

```
  t := ceil(m);
```

```
  r := kk*b[t - 1] + kk*(b[t] - b[t - 1])*(m + 1 - 1);
```

```
  r
```

```
end
```

Зависимость расходов за пользование вагонами, находящимися под погрузкой, от оптимальной партии подачи

```
> q_st:=60;
```

```
q_st := 60
```

```
> q_pgr1:=54.4; q_pgr2:=65.1; q_pgr3:=72.4; q_pgr4:=81.4;
```

```
q_pgr1 := 54.4
```

```
q_pgr2 := 65.1
```

```
q_pgr3 := 72.4
```

```
q_pgr4 := 81.4
```

```
> Cis:=proc(m,q) tables(m*q_st/q+1 .5); end;
```

```
Cis := proc(m, q) tables(m*q_st/q + 1.5) end
```

```
> Ris:=proc(m,q) Cis(m,q)*m; end;
```

```
Ris := proc(m, q) Cis(m, q)*m end
```

```
> plot([Ris(x,q_pgr1), Ris(x,q_pgr2),Ris(x,q_pgr3),Ris(x,q_pgr4)], x=0..40, color=[red,blue,green,brown],
style=[line,line]);
```

Зависимость общих расходов, приходящихся на один вагон, от числа вагонов в маршруте при разной производительности пунктов погрузки

```
> R:=proc(m,q) local a; a:=Cis(m,q)+720.86/m+43.356; a; end;
```

```
R := proc(m, q) local a; a := Cis(m, q) + 720.86/m + 43.356; a end
```

```
R(10,54.4);
```

```
119.61258823529411765
```

```
> plot([R(x,q_pgr1), R(x,q_pgr2),R(x,q_pgr3),R(x,q_pgr4)], x=0..40, y=60..200, color=[red,blue,green,brown], style=[line,line]);
```

Зависимость общих расходов, приходящихся на один вагон, от числа вагонов в маршруте при разной интенсивности поступления груза в производство

```
> R2:=proc(m,n) local a,q; q:=54.4; a:=Cis(m,q)+720.86/m+43.356+48*(n-1-sum('i-r,'i-1..n)/n); a; end;
```

```
R2 := proc(m, n)
```

```
local a, q;
```

```
q:=54.4;
```

```
a := Cis(m, q) + 720.86/m - 4.644 + 48*n  
- 48*sum('i - Γ, Ĩ = 1 .. n)/n;
```

```
a
```

```
end
```

```
119.61258823529411765
```

```
> plot([R2(x,1), R2(x,2),R2(x,3),R2(x,4)], x=0..40, y=60..700, color=[red,blue,green,brown], style=[line,line]);
```

Зависимость числа вагонов подачи от продолжительности погрузки одного вагона

```
> m_nn:=proc(t_n,m) (t/ sum('2/i','i-1..4))/t_n; end;
```

```
m_nn := proc(t_n, m) m/(sum('2/i', 'i' = 1 .. 4)*t_n) end
```

```
> plot([m_nn(x,10), m_nn(x,15),m_nn(x,20),m_nn(x,25),m_nn(x,30),m_nn(x,35)], x=0.5..2, y=0..20, color=[red,blue,green,brown,magenta,black], style=[line,line]);
```

Зависимость оптимального состава маршрута от производительности пункта погрузки

```
> R3:=proc(m,n,q) local a; a:=Cis(m,q)+720.86/m+43.356+48*(n-1-sum('i-r,'i=1..n)/n); a; end;
```

```
R3 := proc(m, n, q)
```

```
local a;
```

```
a := Cis(m, q) + 720.86/m - 4.644 + 48*n  
- 48*sum('i - Γ, T = 1 .. n)/n;
```

```
a
```

```
end
```

```
getmopt := proc(q)
```

```
local ml vec, n, r3_min, m, r3_tek, m_min, m_opt;
```

```
ml_vec := array[1 .. 8];
```

```
for n to 8 do
```

```
  r3_min := R3(1, n, q);
```

```
  for m to 40 do
```

```
    r3_tek := R3(m, n, q);
```

```

        if r3_tek < r3_min then mmin := m; r3_min := r3_tek
        fi
    od;
    ml_vec[n] := m_min;
    m_min := 100
od;
for n to 8 do
    mopt := mlvecfn]; print('n' = n, 'mopt' = mopt)
od
end

```

Вычисление глобального оптимума градиентным способом

```
get_m_q_opt := proc
```

```
    local e,m0,q0,d_m,d_q
```

```
    e:=0.001;
```

```
    m0:=10;
```

```
    q0:=50;
```

```
    d_m:=(R4(12,12+m0+e,q0)-R4(12,12+m0,q0))/e
```

```
    d_q:=(R4(12,12+m0,q0+e)-R4(12,12+m0,q0))/e
```

```
    While (d_m^2 + d_q^2)>0,0001 do
```

```
        dm :=(R4( 12,12+m0+e,q0)-R4( 12,12+m0,q0))/e
```

```
        dq:=(R4( 12,12+m0,q0+e)-R4( 12,12+m0,q0))/e
```

```
        m0:=m0-(d_m/sqrt(d_m^2+d_q^2))
```

```
        q0:=q0-(d_q/sqrt(d_m^2+d_q^2))
```

```
    od
```

```
    m0
```

```
    q0
```

```
end;
```

```
get_m_opt_q_n := proc(q, n)
```

```
local r3_min, m, r3_tek, m_min, m_opt;
```

```
    r3_min := R3(l, n, q);
```

```
    for m to 40 do
```

```
        r3_tek := R3(m, n, q);
```

```
        if r3_tek < r3_min then m_min := m; r3_min := r3_tek fi
```

```
    od;
```

```
    mmin
```

```
end
```

```
> get_m_opt_q_n(70,1);
```

```
26
```

```
> #plot([get_m_opt_q_n(x,1)], x=54.4..81.4, y=0..30, #color=[red,blue,green,brown,magenta,black],
style=[line,line]);
```

Построение зависимостей по целевой функции

```
ff := 1
```

```

AA := 1500
Q_p := 630
laa := 965.13

```

```

R4 := proc(III, Imax, q)
local rr, n, m, a, sigma, integr, integr2, II;
  II := III;
  m := abs(Imax - II);
  n := 1;
  a:=51;
  sigma := 4;
  integr := q_st*evalf(int(
    (II - S)*exp(- 1/2*(S - a)^2/sigma^2)/(sigma*sqrt(2*Pi)),
    S = 0 .. II)/q;
  integr2 := 1/8760*AA*q_st*evalf(int(
    (S - II)*exp(- 1/2*(S - a)^2/sigma^2)/(sigma*sqrt(2*Pi)),
    S = II.. Imax));
  rr := (m*Cis(m, q) + 3*ff*(720.86 + 27.356*m)
    + m*(-32 + 48*n - 48*sum('i - Γ, T = 1 .. n)/n)
    + tables(integr) + integr2 + laa*m)/m;
  rr
end

```

```

sigma := 4

```

```

get_m_opt_q_n_4 := proc(q)
local r4_min, r4_tek, 10,10_, ImaxO, II, Imax, 100;
  r4_min := R4(0, 1, q);
  100 := 3*sigma;
  for 10 from 100 to 12 do for ImaxO from 10 + 1 to 100 do
    r4_tek := R4(I0, ImaxO, q);
    if r4_tek < r4_min then
      II := 10; Imax := ImaxO; r4_min := r4_tek
    fi
  od
od;
printfq ' = q, ' Γ' = II, ' Imax ' = Imax,
  Rmin' = evalf(r4_min, 5));
  Imax - II
end

```

```
> kk:=1; for q from 108.8 to 162.8 by 5.4 do m_op:=get_m_opt_q_n_4(q): od;
```

```
> kk:=3; for q from 108.8 to 162.8 by 5.4 do m_op:=get_m_opt_q_n_4(q): od;
```

```
> kk:=1;plot([R4(12,x+12, 108.8), R4(12,x+12, 119.6),R4(12,x+12, 130.4),R4(12,x+12, 141.2),R4(12,x+12,
152.0),R4(12,x+12, 162.8)], x=1..80, y=1 110..1180, color=[red,blue,green,brown,red,brown], style=[line,line]);
```

```
kk:= 1
```

```
>plot3d(R4(x,y,141.2),x=0..50,y=0..50,grid=[30,30]);
```

```

> m_opt_n:=array[1..4,1..10]:
> kk:=1; for j from 1 to 4 do ff:=1; for i from 1 to 10 do m_opt_n[j,i]:=get_m_opt_q_n_4(141.2): ff:=ff+0.1; od;
kk:=kk+1.5; od;
> m_opt:=proc(n,x) local t,m,r;
> m:=(x-1)*10+1; t:=ceil(m);
> r:=m_opt_n[n,t-1]+(m_opt_n[n,t]-m_opt_n[n,t-1])*(m+1-t);

> end;

m_opt := proc(n, x)
local t, m, r;
  m := 10*x - 9;
  t := ceil(m);
  r := m_opt_n[n, t - 1]
    + (m_opt_n[n, t] - m_opt_n[n, t - 1])*(m + 1 - 1);

end

> plot([m_opt(1,x),m_opt(2,x),m_opt(3,x),m_opt(4,x)], x=1..2, y=20..80, color=[red,blue,green,brown],
style=[line,line]);

> kk:=1; ff:=1; plot3d(R4(12,12+x,y),x=20..80,y=100..170,grid=[30,30]);

          kk := 1
          ff := 1
> m_opt_AA:=array[1..50]:
> kk:=1; ff:=1; AA:=600; for i from 1 to 30 do m_opt_AA[i]:=get_m_opt_q_n_4(141.2): AA:=AA+200; od;

> m_opt_A:=proc(x) local t,m,r;
> m:=(x-600)/200+1; t:=ceil(m);
> r:=m_opt_AA[t-1 ]+(m_opt_AA[t]-m_opt_AA[t-1 ])*(m+1 -t);

>r;
> end;

```

Приложение Б

Результаты моделирования функционирования производственно-транспортной цепи перевозки массовых грузов

Таблица Е.1

Расчет оптимальных параметров при заданной величине ш.

m	I _{max}	Ядьюгр	Z	π	R
1	13	10,00	1	0,10	3 187,66
2	14	10,00	1	0,10	2 097,73
3	15	10,00	1	0,20	1 738,64
4	16	10,00	1	0,20	1 563,89
5	17	10,00	1	0,30	1 464,05
6	18	10,00	1	0,30	1 402,74
7	19	10,00	1	0,40	1 362,24
8	20	10,00	1	0,40	1 334,75
9	21	10,00	1	0,50	1 315,94
10	22	10,00	1	0,50	1 303,19
Π	23	10,00	1	0,60	1 294,87
12	24	53,50	1	0,60	1 208,18
13	25	58,10	2	0,70	1 195,45
14	26	62,70	2	0,70	1 184,69
15	27	67,30	2	0,80	1 175,51
16	28	71,90	2	0,80	1 167,62
17	29	76,40	2	0,90	1 160,79
18	30	81,00	2	0,90	1 154,84
19	31	85,60	2	1,00	1 149,64
20	32	90,20	2	1,00	1 145,06
21	33	94,80	2	1,10	1 141,03
22	34	99,40	2	1,10	1 137,46
23	35	104,00	2	1,20	1 134,30
24	36	108,50	2	1,20	1 131,50
25	37	113,10	3	1,30	1 129,01
26	38	117,70	3	1,30	1 126,79
27	39	122,30	3	1,40	1 124,83
28	40	126,90	3	1,40	1 123,08
29	41	131,50	3	1,50	1 121,54
30	42	136,10	3	1,50	1 120,19
31	43	140,60	3	1,60	1 119,01
32	44	145,20	3	1,60	1 117,99
33	45	149,80	3	1,70	1 117,14
34	46	154,40	3	1,70	1 116,45
35	47	159,00	3	1,80	1 115,91
36	48	163,60	4	1,80	1 115,52
37	49	168,20	4	1,90	1 115,27

Продолжение таблицы Е.1

m	I _{max}	Япогр	Z	i _i	R
38	50	172,70	4	1,90	1 115,13
39	51	177,30	4	2,00	1 115,08
40	52	181,90	4	2,00	1 115,10
41	53	186,50	4	2,10	1 115,15
42	54	191,10	4	2,10	1 115,23
43	55	195,70	4	2,20	1 115,32
44	56	200,20	4	2,20	1 115,41
45	57	204,80	4	2,30	1 115,50
46	58	209,40	4	2,30	1 115,59
47	59	214,00	4	2,40	1 115,70
48	60	218,60	5	2,40	1 115,83
49	61	223,20	5	2,50	1 115,99
50	62	227,80	5	2,50	1 116,17
51	63	232,30	5	2,60	1 116,38
52	64	236,90	5	2,60	1 116,63
53	65	241,50	5	2,70	1 116,91
54	66	246,10	5	2,70	1 117,21
55	67	250,70	5	2,80	1 117,55
56	68	255,30	5	2,80	1 117,91
57	69	259,90	5	2,90	1 118,30
58	70	264,40	5	2,90	1 118,72
59	71	269,00	5	3,00	1 119,15
60	72	273,60	6	3,00	1 119,61
61	73	278,20	6	3,10	1 120,09
62	74	282,80	6	3,10	1 120,60
63	75	287,40	6	3,20	1 121,12
64	76	292,00	6	3,20	1 121,66
65	77	296,50	6	3,30	1 122,21
66	78	301,10	6	3,30	1 122,79
67	79	305,70	6	3,40	1 123,37
68	80	310,30	6	3,40	1 123,98
69	81	314,90	6	3,50	1 124,60
70	82	319,50	6	3,50	1 125,23

Таблица Е.2

Расчет оптимальных параметров при заданной величине $q_{\text{нор}}$.

$q_{\text{нор}}$	I_{max}	m	Z	n	R
90	47	35	2	1,80	1 122,12
95	46	34	2	1,70	1 121,38
100	46	34	2	1,80	1 120,35
105	47	35	2	1,80	1 119,44
110	47	35	3	1,80	1 118,65
115	47	35	3	1,80	1 118,00
120	48	36	3	1,80	1 117,41
125	48	36	3	1,80	1 116,90
130	48	36	3	1,90	1 116,49
135	49	37	3	1,90	1 116,13
140	49	37	3	1,90	1 115,85
145	49	37	3	1,90	1 115,62
150	50	38	3	1,90	1 115,43
155	50	38	3	1,90	1 115,30
160	50	38	3	2,00	1 115,20
165	51	39	4	2,00	1 115,13
170	51	39	4	2,00	1 115,10
175	51	39	4	2,00	1 115,08
180	51	39	4	2,00	1 115,08
185	52	40	4	2,10	1 115,11
190	52	40	4	2,10	1 115,16
195	53	41	4	2,10	1 115,22
200	53	41	4	2,10	1 115,28
205	53	41	4	2,10	1 115,36
210	54	42	4	2,10	1 115,43
215	54	42	4	2,20	1 115,51
220	55	43	5	2,20	1 115,60
225	56	44	5	2,20	1 115,68
230	56	44	5	2,30	1 115,77
235	57	45	5	2,30	1 115,85
240	57	45	5	2,30	1 115,94
245	58	46	5	2,30	1 116,03
250	58	46	5	2,40	1 116,12
255	59	47	5	2,40	1 116,22
260	60	48	5	2,40	1 116,34
265	60	48	5	2,40	1 116,45
270	60	48	5	2,40	1 116,57
275	60	48	6	2,50	1 116,70
280	60	48	6	2,50	1 116,82
285	61	49	6	2,50	1 116,95
290	61	49	6	2,50	1 117,08
295	61	49	6	2,50	1 117,22
300	62	50	6	2,50	1 117,37
305	62	50	6	2,50	1 117,52
310	62	50	6	2,50	1 117,67

Продолжение таблицы Е.2

Q _{норп}	I _{max}	m	Z	n	R
315	62	50	6	2,50	1 117,82
320	62	50	6	2,60	1 117,98
325	62	50	6	2,60	1 118,13
330	62	50	7	2,60	1 118,29
335	63	51	7	2,60	1 118,45
340	63	51	7	2,60	1 118,62
345	63	51	7	2,60	1 118,79
350	63	51	7	2,60	1 118,96
355	63	51	7	2,60	1 119,14
360	64	52	7	2,60	1 119,31
365	64	52	7	2,60	1 119,49
370	64	52	7	2,60	1 119,66
375	64	52	7	2,60	1 119,84
380	64	52	7	2,60	1 120,01
385	64	52	8	2,70	1 120,19
390	64	52	8	2,70	1 120,37
395	65	53	8	2,70	1 120,55
400	65	53	8	2,70	1 120,74
405	65	53	8	2,70	1 120,93
410	65	53	8	2,70	1 121,11
415	65	53	8	2,70	1 121,30
420	65	53	8	2,70	1 121,49
425	65	53	8	2,70	1 121,68
430	65	53	8	2,70	1 121,86
435	66	54	8	2,70	1 122,05
440	66	54	9	2,70	1 122,24
445	66	54	9	2,70	1 122,43
450	66	54	9	2,70	1 122,62
455	66	54	9	2,70	1 122,81
460	66	54	9	2,80	1 122,99
465	66	54	9	2,80	1 123,19
470	67	55	9	2,80	1 123,38
475	67	55	9	2,80	1 123,57
480	67	55	9	2,80	1 123,77
485	67	55	9	2,80	1 123,96
490	67	55	1	2,80	1 124,16
495	67	55	1	2,80	1 124,35
500	67	55	1	2,80	1 124,55
505	67	55	1	2,80	1 124,74
510	67	55	1	2,80	1 124,93
515	67	55	1	2,80	1 125,13
520	68	56	1	2,80	1 125,32
525	68	56	1	2,80	1 125,51
530	68	56	1	2,80	1 125,71
535	68	56	1	2,80	1 125,90
540	68	56	1	2,80	1 126,09
545	68	56	1	2,90	1 126,29

Продолжение таблицы Е.2

Q _{норп}	ууууууууу- уу:жууШпійЖі^уууууу?уі уіуу'	ШШШШШШШШШШ	ійя^йю	ШШШШШШШШШШ	ШШШШШШШШШШ
550	68	56	11	2,90	1 126,48
555	68	56	и	2,90	1 126,67
560	68	56	11	2,90	1 126,86
565	68	56	и	2,90	1 127,06
570	69	57	11	2,90	1 127,25
575	69	57	11	2,90	1 127,44
580	69	57	и	2,90	1 127,63
585	69	57	11	2,90	1 127,82
590	69	57	и	2,90	1 128,01
595	69	57	и	2,90	1 128,20
600	69	57	12	2,90	1 128,39

Таблица Е.3

Глобальный оптимум целевой функции.

	I _{max}	Q _{норп}	Z	n	■ 1ШШШШШШШШШШ
39	51	176,32	4	2,00	1 115,08

Міністерство транспорту України
Харківська державна академія залізничного транспорту
ІНСТИТУТ
перепідготовки та підвищення
кваліфікації кадрів
Адреса: 61000, м. Харків,
пл. Об'єднання, 7
№ 35 від 29 01 2001

Довідка

про впровадження в Інституті перепідготовки і підвищення кваліфікації кадрів Харківської державної академії залізничного транспорту результатів дисертаційної роботи Н. Ю. Черниш з питань удосконалення вантажної та комерційної роботи залізничного транспорту.

Питання удосконалення вантажної та комерційної роботи залізничного транспорту, організації поїздо- та вантажопотоків, а також пов'язані з організацією, управлінням, оптимальним використанням та ефективною експлуатацією оснащення виробничо-транспортних систем виявляються сучасними та актуальними на цей час.

Аспіранткою Харківської державної академії залізничного транспорту Н. Ю. Черниш запропоновані методи організації поїздо- та вантажопотоків від постачальника до споживача, методологія встановлення диференційованих вантажних тарифів на залізничному транспорті, математична модель оптимізації параметрів каналів вантажопотоків перевезення масових вантажів. Наведено практичні рекомендації щодо розробки графіків взаємодії виробництва, транспорту та споживання, удосконалення та оптимізації управління експлуатаційною роботою залізничного транспорту.

Ці розробки було використано та впроваджено в учбовий процес навчання магістрів транспорту та при підвищенні кваліфікації кадрів робітників Укрзалізниці, служб вантажної та комерційної роботи залізниць та лінійних підрозділів в 1999 і 2000 роках.



Директор ППК ХарДА

З оригіналом узгоджено



Особистий підпис
Відчую 27.03 19 2001 р.
Директор Інституту
ХарДАСТ

Висновок № 64.820.04
В.М. Захаря

В.М. Астахов
В. М. Астахов



Утверждаю

Главный инженер

Бзной дороги

В. А. Семелетов

200 ₴.

г. Харьков

Акт внедрения

результатов диссертационной работы "Выбор рациональных параметров каналов грузопотоков при совершенствовании маршрутных способов перевозки массовых грузов железнодорожным транспортом" Черныш Н. Ю.

Комиссия в составе:

- Мостипанов Н. А. — начальник коммерческой службы ЮЖД,
- Котляров Ю. В. — главный инженер службы перевозок ЮЖД,
- Дмитрия Н. М. — начальник отдела договоров и тарифной политики коммерческой службы ЮЖД
- Каныгина Н. И. — начальник отдела планирования и координации грузовых перевозок коммерческой службы

рассмотрела результаты эксперимента по перевозке железорудного сырья в четырех отправительских маршрутах составом 60 вагонов назначением Золотишино-Сартана. При этом резервный уровень запаса порожних вагонов на станции отправления сокращен с 19 до 12 вагонов.

Ставки платы за пользование вагонами установлены на уровне действующих нормативов. Тариф на перевозку железной руды установлен на основании Тарифного руководства №1. Погрузка производится средствами грузоотправителя. Интервал поставки составляет 3 суток.

Экономический эффект за счет сокращения резервного уровня запасов вагонов составил:

- при использовании результатов моделирования - 129,36 грн/сут.;
- при проведении эксперимента-129,36 грн/сут.

Расхождения между полученными результатами отсутствуют.

Эффект от сокращения рабочего парка вагонов и затрат на его содержание составляет 431,51 грн/сут.

Себестоимость перевозки железной руды по участкам Южной железной дороги, рассчитанная по предложенной методике, составила 19,853 коп/10 ткм.

Себестоимость грузовых перевозок по Южной железной дороге согласно калькуляции составляет 23,765 коп/10 ткм.

Затраты на перевозку одного вагона (65т) железной руды на расстояние 95 км составляют: 19,853-65-95

- по предложенной методике: ----- = 122,59 грн;

100-10

л

„

23,765-65-95

- исходя из себестоимости, определенной по калькуляции: ----- j = 146,75 грн.

Разница составляет 24,16 грн.

Соответственно тариф за перевозку одного вагона железной руды может быть снижен на 24,16 грн. или 7,11%. В связи с этим затраты для грузоотправителя сократятся на 60 • 24,16 = 1449,40 грн. или 176343,18 грн/год. Это приведет к привлечению дополнительного объема перевозок, что обусловит получение дополнительной прибыли Южной ж. д. в размере 176343,18 • 0,2/1,2 = 29390,53 грн/год.

ставит:

(431,51 + 129,36) • 365 / 3 + 29390,53 = 97629,71 грн/год.

Полученные результаты подтверждаются.



Свідчую 27.03.19 р. Завіуючи підписом Хар Д-31

В.М. Запаря В.М. Запаря

Мостипанов Н. А.
Котляров Ю. В.
Дмитрик Н. М.
Каныгина Н. И.

ПРОТОКОЛ

технічної наради Донецької залізниці

"У" №

2000 року

м. Донецьк

Присутні: усі замісники начальника дороги, усі головні інженера служб, начальники служб.

Порядок денний

Розгляд дисертаційної роботи "Оптимізація параметрів каналів вантажопотоків при маршрут-ному способі перевезення масових вантажів залізничним транспортом"

СЛУХАЛИ: доповідь інженера Н. Ю. Черниш.

ВИСТУПИЛИ: Белоусов І. Б. (пом. начальника Донецької залізниці), Шатура Ю. М. (начальник комерційної служби), Корнюшенко Д. І. (гол. інженер комерційної служби), Подлузьський В. О. (гол. інженер служби перевезень), Труфанов О. І. (начальник вагонної служби).

Технічна нарада встановила, що в дисертаційній роботі розглядаються сучасні та актуальні на цей час питання пов'язані з організацією поїздо- та вантажопотоків, удосконаленням вантажної та комерційної роботи залізничного транспорту, а також з питаннями організації, управління, оптимального використання та ефективної експлуатації оснащення виробничо-транспортних систем. Проведено аналіз математичних моделей, що описують функціонування транспортного ринку. Крім цього запропоновано методологія встановлення диференційованих залізничних вантажних тарифів з урахуванням особливостей окремих поїздо-дільниць та показників використання рухомого складу, заснована на інтеграції та чіткому взаємозв'язку інтересів виробників та споживачів продукції що перевозиться.

Практичну цінність в дисертаційній роботі представляють моделі оптимізації параметрів каналів вантажопотоків та рекомендації по розробці єдиного технологічного процесу функціонування всього логістичного ланцюга. Це дозволяє одержати додатковий річний економічний ефект і підвищити обсяг пред'явлення вантажів до перевезення.

Заслухавши та обговоривши доповідь про оптимізацію параметрів каналів вантажопотоків при перевезенні масових вантажів маршрутами-технічна нарада

ПОСТАНОВЛЯЄ

на Донецькій залізниці впровадити наступні результати досліджень та розробок:

- концепцію та методологію оптимізації параметрів каналів вантажопотоків;
- методологію встановлення диференційованих вантажних тарифів на залізничному транспорті;
- методи організації поїздо- та вантажопотоків від постачальника до споживача;
- моделі та програмне забезпечення оптимізації параметрів каналів вантажопотоків перевезення масових вантажів;
- практичні рекомендації щодо розробки єдиного технологічного процесу функціону-

вання всього логістичного ланцюга перевезення масових вантажів маршрутами, а також удосконалення організації управління експлуатаційною роботою залізничного транспорту.



М. В. Рагов

2223
Зив/Оу юч., і. у ! Г :яріЄЮ

Служба керування рухомим складом
№ 64.820.04
В. М. Захар

Утверждаю



Первый заместитель начальника
Донецкой железной дороги
Н. В. Рогов
19 Октабр, 2000 г.
г. Донецк

Акт внедрения

Комиссия в составе:

- Шатура Ю. Н. — начальник коммерческой службы Дон.ж.д.,
- Подлuzский В. А. — главный инженер службы перевозок Дон.ж.д.,
- Жмуренко А. Н. — начальник отдела договоров и тарифной политики коммерческой службы Дон.ж.д.

рассмотрела результаты эксперимента по перевозке железорудного сырья в четырех от-
правительских маршрутах со станции Золотнишино назначением на станцию Сартана составом
60 вагонов.

Ставки платы за пользование вагонами установлены на уровне действующих нормативов
Плата за перевозку железной руды установлена согласно Тарифному руководству №1. Выгруз
ка производится средствами грузополучателя.

Себестоимость перевозки железной руды назначением на станцию Сартана, рассчитанная
согласно предложенной методики с учетом особенностей отдельных поездо-участков
Донецкой железной дороги и показателей использования подвижного состава, составила
21,845 коп/10 ткм.

Себестоимость грузовых перевозок по Донецкой железной дороге согласно калькуляции
составляет 24,132 коп/10 ткм.

Тарифное расстояние перевозки 687 км, из них по Донецкой железной дороге 591 км.
Затраты на перевозку одного вагона (65т) железной руды на расстояние 591 км составляют:

- по предложенной методике: $21,845 \cdot 65 \cdot 591 = 839,18$ грн. оопю
- исходя из себестоимости, определенной по калькуляции: $24,132 \cdot 65 \cdot 591 = 927,03$ грн.

Разница составляет 87,86 грн.

Соответственно тариф за перевозку одного вагона железной руды может быть снижен на
87,86 грн (927,03 - 839,18), что составляет 7,90%. В результате затраты на перевозку железной
руды маршрутом, состав которого 60 вагонов, для потребителя сократится на 5271,60 грн
(60 • 87,86) или на 641378 грн/год. Это приведет к увеличению объема перевозок в данном на-
правлении, что в свою очередь обусловит получение дополнительной прибыли Донецкой ж. д. в
размере 641378 • 0,2/1,2 = 106896,33 грн/год.

Полученные результаты подтверждаются.

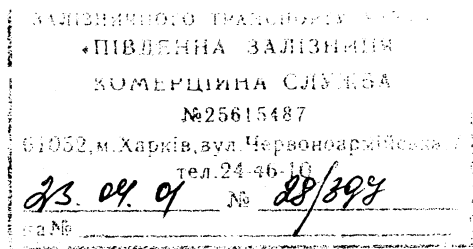
* «
//

Ю. Н. Шатура
В. А. Подлuzский
А. Н. Жмуренко

оригиналом згідно

Особистий підпи
засвідчую 27.03 1926 р.
завідоуючи підписарією
ХарДнЗГ

А30,



Справка

о внедрении результатов диссертационной работы "Выбор рациональных параметров каналов грузопотоков при совершенствовании маршрутных способов перевозки массовых грузов железнодорожным транспортом" на соискание ученой степени кандидата технических наук инженера Черныш Н. Ю.

Диссертационная работа инженера Н. Ю. Черныш, направленная на совершенствование технологии грузовой, коммерческой и эксплуатационной работы железных дорог, была практически использована при корректировке технологического процесса работы станции Золотнишино, а также в перспективных мероприятиях по совершенствованию грузовой и коммерческой работы на Южной железной дороге.

Начальник коммерческой службы
Южной железной дороги



Н. А. Мостипанов

