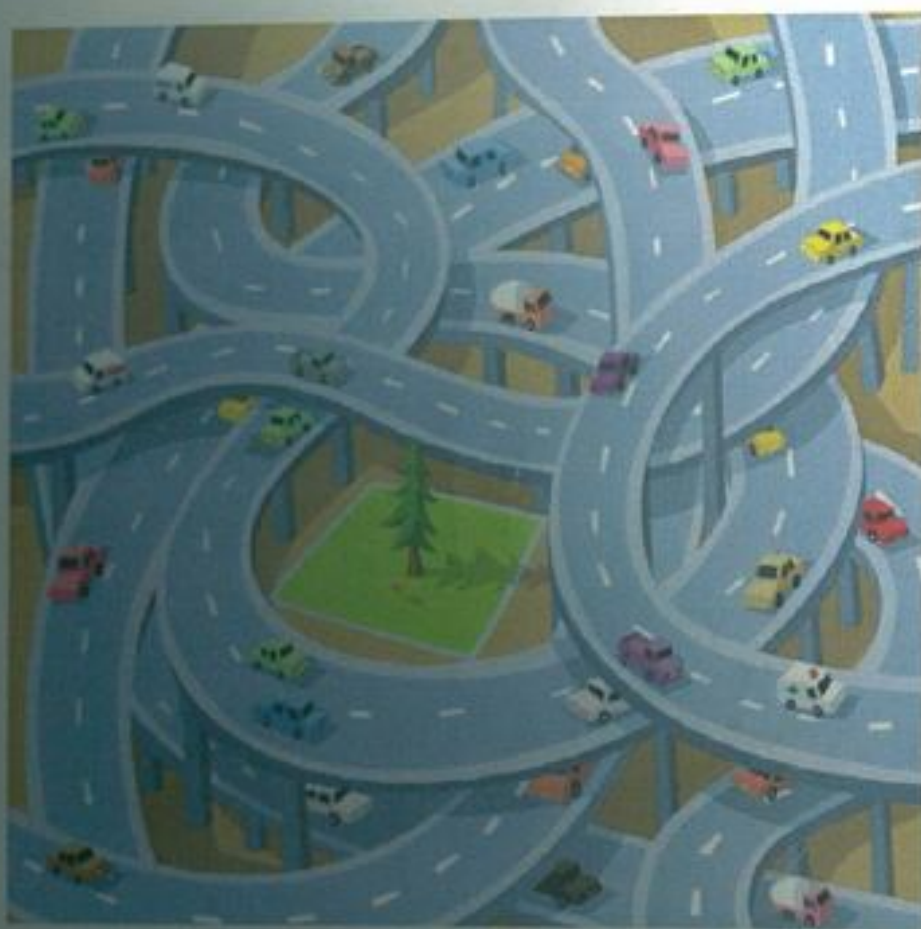


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК



Е.О. ЧЕБАКОВА, С.М. МОЧАЛИН, В.В. ВАРАКИН

Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная
академия (СибАДИ)»

Е.О.Чебакова, С.М.Мочалин, В.В.Варакин

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ
ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО
ПРОЦЕССА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

Монография

Омск
СибАДИ
2009

УДК 656.1
ББК 39.33
Ч34

Рецензенты:

д.э.н., профессор Бирюков В.В.

к.э.н., доцент Шеблова О.Н.

Монография одобрена редакционно-издательским советом СибАДИ.

Чебакова Е.О., Мочалин С.М., Варакин В.В.

Ч34 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК: монография. – Омск: СибАДИ, 2009. – 320 с.

В монографии представлены результаты исследования влияния технико-экономических показателей на эффективность транспортного процесса и функционирование парка грузовых автомобилей в прямых и интегрированных цепях поставок. Разработанные в монографии модели функционирования подвижного состава автомобильного транспорта в цепях поставок и модели для анализа функционирования интегрированных цепей поставок базируются на концепции системного подхода, общей теории функционирования автотранспортных систем, теории компромиссов.

Монография рассчитана на студентов, аспирантов и практических работников, занимающихся технико-экономическим планированием цепей поставок.

Табл. 141 Ил.29 Библиогр.: 135 назв.

ISBN 978-5-93204-480-3

© ГОУ «СибАДИ», 2009

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ И ПЛАНИРОВАНИЮ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	11
1.1. СОСТОЯНИЕ НАУКИ И ПРАКТИКИ ПО ВОПРОСАМ ПЛАНИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	11
1.2. ОБЗОР ПУБЛИКАЦИЙ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВОПРОСАМ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОГИСТИКИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ	41
ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА И ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК .	61
2.1. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	61
2.2. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ТРАНСПОРТНОМ ПРОЦЕССЕ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК	71
2.2.1. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В ОПИСАНИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРЯМЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК.....	72
2.2.2. КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ.....	76
2.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ	80
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЭП НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ПРЯМЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК	90
3.1 КОНЦЕПЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЭП НА СЕБЕСТОИМОСТЬ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК	90
3.1.1 СЕБЕСТОИМОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ В ЦЕПИ ПОСТАВОК.....	90
3.1.2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	95
3.2 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ СРЕДНЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ПРЯМЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК	103
3.3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ АВТОМОБИЛЯ И КОЭФФИЦИЕНТА ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ПРЯМЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК.....	113
3.4 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ПОГРУЗКИ - РАЗГРУЗКИ АВТОМОБИЛЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ПРЯМЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК	120
3.5. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЛИНЫ ГРУЖЕНОЙ ЕЗДКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ПРЯМЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК.....	125

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЭП НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПАРКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ПРЯМЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК	135
4.1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ТЭП НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПАРКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК.....	135
4.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЭП НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПАРКА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ПРЯМЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК	145
4.2.1 ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ВРЕМЕНИ ПРЕБЫВАНИЯ В НАРЯДЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК	146
4.2.2 ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И КОЭФФИЦИЕНТА ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК	152
4.2.3 ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ СРЕДНЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК	158
4.2.4 ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ РАССТОЯНИЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК	163
4.2.5 ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ВРЕМЕНИ ПРОСТОЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА ЭФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК	169
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК.....	179
5.1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК.....	179
5.2. МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БОЛЬШОЙ АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ПАРКА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА.....	183
5.3 ТЕКУЩАЯ МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БОЛЬШОЙ АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ.....	241
ГЛАВА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНИКО- ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК (НА ПРИМЕРЕ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРОИТЕЛЬСТВА).....	249
6.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СРЕДНЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК	251
6.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК	261

6.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК.....	271
6.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК.....	281
6.5. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАССТОЯНИЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК.....	291
ГЛАВА 7. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК.....	300
7.1. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК.....	300
7.2. РАЗРАБОТКА БЛОК-СХЕМЫ АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	310
7.3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	316
7.4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА.....	324
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	333

Введение

Переход страны к рыночным условиям хозяйствования выдвинул перед автомобильным транспортом ряд проблем по адаптации к рыночной экономике. Ранее в отечественной практике хозяйствования большинство предприятий грузового автомобильного транспорта выполняли только перевозочные операции, не интересуясь потребностями потребителей услуг транспорта. Это было вызвано жестким централизованным планированием и, как следствие, отсутствием конкуренции. В такой системе не было необходимости заниматься научно-обоснованным планированием, а диктовать потребителям его услуги свои условия. В рыночных условиях грузоотправителям предоставлена возможность выбора перевозчика, и в лучшем положении оказывается то предприятие автомобильного транспорта, которое окажется готовым предоставить свои услуги по более широкой номенклатуре, низкой цене и с высоким уровнем качества. Поэтому предприятия автомобильного транспорта вынуждены пересмотреть весь характер своей коммерческой и производственной деятельности, направив ее на анализ, изучение, планирование и удовлетворение потребностей потребителей транспортных услуг [1]. Но для этого необходимо иметь в своем распоряжении современные передовые технологии доставки грузов и в этих условиях применение принципа планирования «от достигнутого» неприемлемо.

Кроме того в современных условиях приоритетным становится направление, связанное с активизацией транспорта в производственно-транспортных системах, обеспечивающих рациональное перемещение материальных ресурсов [2]. Работа транспорта слабо скоординирована с другими участниками транспортного процесса, что приводит к увеличению порожних пробегов автомобилей, снижению объема перевозок и повышению их себестоимости [3].

Для исследования и построения методологии управления всеми звеньями производственно-транспортных систем необходимы новые принципы и подходы, нашедшие отражение в новом научном направлении-логистике. Логистика как методологическая наука охватывает непосредственно само производство, сферу планирования и управления его деятельностью, важнейшие информационные аспекты в цепи «поставщик-производство-потребитель». При этом особо выделяются транспортные связи, объединяющие все представленные выше звенья производственной цепочки и ее информационные аспекты, на основании которых весь производственный процесс рассматривается как единая система. [4].

До сих пор слабо изучена роль транспорта, несовершенны методики планирования транспортного процесса в цепях поставок. Например, проектная документация по организации транспортного процесса в строительстве ограничивается графиком поставки материалов, который недостаточно увязывается с возможностями поставщиков материалов и их потребителей. Как свидетельствует зарубежный опыт, логистический подход позволит повысить эффективность строительного производства за счет координации процессов доставки материалов и изделий по всем звеньям логистической цепи; тесной увязки материалопотоков с процессами производства; комплексного моделирования процессов движения материалов и изделий и использования моделей для оптимизации управления материалопотоками.[5]

Теория логистического подхода применительно к автомобильному транспорту слабо разработана для описания процессов протекающих в логистических системах. Нет четкого представления о закономерностях влияния изменения организационных и эксплуатационных факторов на эффективность деятельности отдельно взятых транспортных средств и подразделений автомобильного транспорта в логистических цепях поставок и на их эффективность.

Основная задача транспорта в логистической системе – доставить в срок и в необходимом количестве грузы, но при этом организация доставки должна способствовать снижению стоимости конечной продукции за счет повышения качества и эффективности транспортного обслуживания.

По данным проведенных в США исследований, стоимость транспортной составляющей процесса производства и распределения продуктов составляет до 1/3 цены конечного продукта. Поэтому эффективное транспортное обеспечение распределения товаров является одним из важных резервов экономии ресурсов.

Исследованию протекания транспортного процесса посвящено значительное количество работ, но к настоящему моменту практически отсутствует методическая база для анализа и планирования работы предприятий автомобильного транспорта в цепях поставок.

Вышеизложенное доказывает актуальность разработки научно-обоснованных моделей и методологических основ для анализа и планирования транспортного процесса в логистических цепях поставок. Для того в первую требуется изучить результаты ранее выполненных исследований в теории транспортного процесса; исследовать функционирование предприятий автомобильного транспорта в цепях поставок, начиная от добычи сырья и заканчивая реализацией готовой продукции; обосновать целесообразный уровень технико-эксплуатационных показателей для эффективного функционирования цепи поставок; разработать модель функционирования предприятий автомобильного транспорта в цепи поставок; разработать методику анализа влияния технико-эксплуатационных показателей транспортного процесса на эффективность функционирования логистических цепей поставок.

Решение поставленных задач основано на теории грузовых автомобильных перевозок, теории исследования операций, общей теории систем, математической статистики, дискретности транспортного процесса,

системном подходе, использовался аппарат математического моделирования, включая алгоритмизацию и программную реализацию моделей на ЭВМ.

Практическая реализация результатов исследований обеспечит повышение качества транспортного обслуживания логистических цепей поставок; создаст условия для снижения совокупных издержек обращения, себестоимости и цен на готовую продукцию, позволит оперативно планировать доставку груза в срок и сократить запасы сырья, материалов и готовой продукции у потребителей. Наибольший эффект от разработанной методики можно получить в условиях автоматизированной системы управления, позволяющей перейти к системе непрерывного анализа и планирования работы предприятий автомобильного транспорта в логистических цепях поставок.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ И ПЛАНИРОВАНИЮ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

1.1. Состояние науки и практики по вопросам планирования и анализа работы предприятий автомобильного транспорта

Вопросам экономики, анализа и планирования деятельности предприятий автомобильного транспорта, организации перевозок грузов и механизации погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте, решению теоретических вопросов и проблемы эффективного использования грузового автомобильного транспорта посвящены работы Е.А.Чудакова, Д.П.Великанова, Л.Л.Афанасьева, Л.А.Бронштейна, Г.Н.Дегтярева, С.Р.Лейдермана, Н.Я.Говорущенко, А.Ф.Дергачева, Л.Б.Миротина, В.Н.Лившица, З.И.Аксеновой, В.И.Николина, Н.Т.Белухи, К.А.Савченко-Бельского и многих других ученых и практиков.

В настоящее время для анализа и планирования работы подвижного состава предприятий автомобильного транспорта применяется математический аппарат и положения, разработанные проф. С.Р.Лейдерманом [6,7]. Им были выведены формулы, позволяющие, по мнению автора, определить производительность автомобиля, вести учет его работы, использовать при планировании и организации перевозок. В действительности же, при математическом построении произошло отождествление понятий производительности автомобиля и системы.

Дальнейшее развитие теоретические положения С.Р.Лейдермана получили в работах Л.Л.Афанасьева [8,9,10,11] и действующей по сей день система технико-эксплуатационных показателей (ТЭП). Но на практике эта система очень часто не согласуется с фактической работой. Это связано с

тем, что показатели разрабатывались применительно к единице подвижного состава, либо к одной ездке, либо к однотипному парку, работающему в одну смену, что не соответствует сегодняшним условиям функционирования предприятий автомобильного транспорта, имеющих в наличии большое количество автомобилей, многочисленную и разнообразную клиентуру, множество маршрутов перевозки.

Недостатки действующих теоретических положений и математического аппарата отмечались многими учеными, в том числе самим Л.Л.Афанасьевым и практиками. Расхождение между плановыми и фактическими показателями производительности подвижного состава на практике может достигать пятидесяти процентов. Данное расхождение рассматривалось, как несовершенство системы технико-эксплуатационных показателей и планирования работы автомобильного транспорта в целом. Приводились конкретные примеры, когда в результате непродуманного планирования на предприятиях автомобильного транспорта искусственно создаются диспропорции, ведущие к нарушению хозяйственного расчета. Отмечалось, что научно обоснованного планирования нет, и определение ряда показателей производится, исходя из результатов работы отчетного года. В качестве выхода из сложившейся ситуации указывалось на необходимость обновления отдельных нормативов и учета конкретной обстановки, создающейся на предприятиях автомобильного транспорта к планируемому периоду.

Уральским государственным университетом были проведены исследования в области совершенствования планирования работы предприятий автомобильного транспорта. Выявленные недостатки в значительной степени обусловлены несовершенством системы оперативного управления перевозок, что приводит к нарушениям, срывам планов перевозок, графиков доставки грузов, к различным организационным неполадкам на автотранспорте и в обслуживаемых им отраслях.

Основной причиной несовершенства системы планирования на предприятиях автомобильного транспорта является отсутствие системного подхода к изучаемой проблеме, системности в ее рассмотрении. В результате многие связи и функции системы планирования на практике не реализованы должным образом, а в выполненных исследованиях им не уделено должного внимания, многие вопросы не решены, отдельные звенья системы упущены совсем. Это обуславливает неэффективность системы планирования предприятий автомобильного транспорта. Таким образом, система планирования на автомобильном транспорте в производственно-транспортных системах не соответствует уровню реализации системы. Обеспечение эффективности системы требует рассмотрения ее в целом, учета всех звеньев логистической цепи поставок, решения всего комплекса вопросов.

Основными задачами оперативного планирования автомобильного транспорта являются обеспечение ритмичности работы всех звеньев производства и ритмичного выполнения плана автомобильных перевозок. Важнейшим документом оперативного планирования является план перевозок, в котором определяется потребность в подвижном составе для выполнения заявок грузовладельцев. Суточный план перевозок служит основой для разработки графика выпуска автомобилей на линию и устанавливается для каждого водителя или автомобиля, исходя из условий перевозок, рода груза, расстояния перевозок, типа и грузоподъемности подвижного состава. Схема выполняемых при этом расчетов [12, 13] следующая:

- 1) определение возможного числа ездов с грузом

$$Z_e = \frac{T_n \cdot V_m \cdot \beta}{l_{ze} + t_{n-p} \cdot V_m \cdot \beta}, \quad (1.1)$$

где T_n – продолжительность работы ПС на линии за сутки (смену), ч;

V_T – среднетехническая скорость, км/ч;

β – коэффициент использования пробега;

$l_{ге}$ – средняя длина ездки с грузом на маршруте, км;

$t_{п-р}$ – время простоя под погрузкой и разгрузкой за ездку, ч;

2) суточная (за смену) производительность ПС

в тоннах

$$Q_c = Z_e \cdot q_n \cdot \gamma_c, \quad (1.2)$$

в тонно-километрах

$$P_c = Q_c \cdot l_r, \quad (1.3)$$

где q_n – номинальная грузоподъемность единицы ПС, т;

γ_c – коэффициент статического использования грузоподъемности;

l_r – расстояние перевозки одной тонны груза, км.

3) необходимое для выполнения запланированного объема перевозок по маршруту количество подвижного состава

$$A_э = \frac{Q_m}{Q_c}; \quad (1.4)$$

$$A_э = \frac{P_m}{P_c}, \quad (1.5)$$

где Q_m – планируемый объем перевозок по каждому из маршрутов, т;

P_m – грузооборот по каждому из маршрутов, т·км.

Полученные результаты служат основанием для составления разрядки и дальнейшей передачи в диспетчерскую службу для заполнения и выдачи водителям путевых листов.

В качестве путей совершенствования оперативного планирования перевозок предлагалось применение экономико-математических методов при

решении следующих важнейших оптимизационных задач: маршрутизации перевозок грузов; составлении часовых графиков доставки грузов потребителям; распределения подвижного состава по маршрутам перевозок.

В одной из своих работ Ерофеевский Н.П. отмечал, что оперативный план грузовых автомобильных перевозок должен быть документом высокой точности. При этом автор предлагает упростить процесс оперативного планирования, заменив применяемые на практике расчеты использованием специальных таблиц норм времени на пробеги автомобилей и выполнение погрузочных и разгрузочных работ при контейнерных перевозках и перевозке тарно-упаковочных, штучных, насыпных и массовых навалочных грузов. «В связи с повседневной необходимостью выполнения массовых вычислительных операций, связанных с разработкой оперативного плана перевозок и определением потребности в подвижном составе для выполнения заявок грузовладельцев, особое значение приобретает упрощение расчета затрат времени на погрузочно-разгрузочные работы и пробег автомобилей, поскольку суммарное время, затрачиваемое на выполнение перевозки, является переменной величиной, изменяющейся по мере изменения расстояния перевозки, расчетной нормы времени пробега автомобилей и нормы времени на погрузку-разгрузку».[14]

Автором на примере сравнения трудоемкости выполнения расчетов и предлагаемого метода доказывається сложность применения действующей методики оперативного планирования работы подвижного состава. При этом он использует формулы для «определения часовой производительности в тонно-километрах на одну тонну номинальной грузоподъемности автомобиля (прицепа):

при маятниковой перевозке

$$P_{\text{ч}} = \frac{q_{\text{н}} \cdot l_{\text{г}}}{q_{\text{н}} \cdot \left(\frac{\frac{120 \cdot l_{\text{г}}}{V_{\text{т}}} + t_{\text{п-р}}}{60} \right)} = \frac{60 \cdot l_{\text{г}}}{\frac{120 \cdot l_{\text{г}}}{V_{\text{т}}} + t_{\text{п-р}}}; \quad (1.6)$$

при челночной перевозке

$$P_{\text{ч}} = \frac{2 \cdot q_{\text{н}} \cdot l_{\text{г}}}{q_{\text{н}} \cdot \left(\frac{\frac{120 \cdot l_{\text{г}}}{V_{\text{т}}} + 2 \cdot t_{\text{п-р}}}{60} \right)} = \frac{120 \cdot l_{\text{г}}}{\frac{120 \cdot l_{\text{г}}}{V_{\text{т}}} + 2 \cdot t_{\text{п-р}}}. \quad (1.7)$$

При выполнении расчетов по перевозке грузов 2, 3 и 4-го классов, автор рекомендует умножать числитель формулы на соответствующий коэффициент использования грузоподъемности автомобиля.

В работах М.Н.Бедняка, Геронимуса Б. оперативное планирование рассматривается как сфера деятельности диспетчерской службы и сводится к взаимодействию и разделению обязанностей между диспетчерской службой и планово-экономическим отделом предприятия автомобильного транспорта. При этом определены основные функции диспетчерской службы:

- прием заказов, заданий и поручений на перевозки; рассмотрение заказов и сортировка их по степени очередности выполнения; регистрация заказов в специальной книге; составление сменно-суточного плана перевозок;
- выписка путевых листов и выдача их водителям; организация выпуска подвижного состава на линию; организация движения подвижного состава, разработка графиков и расписания его работы; контроль за работой подвижного состава на линии;
- прием от водителей путевой документации, проверка правильности ее заполнения и оформления; транспортная таксировка путевых листов; составление диспетчерского отчета;

- организация технической помощи автомобилям на линии; рассмотрение дорожно-транспортных происшествий;
- представление материалов о работе водителей и разработка всей необходимой документации, связанной с оперативным планированием.[15,16]

В работе Л.А.Бронштейна [17] также уделено большое внимание организации работы диспетчерской службы, основной задачей которой является оперативное планирование перевозок по рациональным маршрутам, в процессе которого решаются три последовательные задачи:

- 1) закрепление потребителей однородного груза за поставщиками с целью сокращения среднего расстояния перевозки;
- 2) маршрутизация перевозок с целью сокращения порожних пробегов однотипного подвижного состава;
- 3) закрепление автомобилей предприятий автомобильного транспорта за маршрутами перевозок с учетом наличия их в составе парка.

Основной причиной расхождения плановых и фактических показателей является модель, применяемая для описания функционирования предприятий автомобильного транспорта. Анализ, представленный в работе В.И.Николина [18], показал, что используемая «модель применима для описания функционирования маятникового маршрута с обратным негруженным пробегом, на котором выполняется работа одним автомобилем, а недостатком является то, что она построена на представлении о непрерывности транспортного процесса, который в действительности дискретный». Автор делает вывод о том, что «глубочайшей ошибкой является существующее положение, что в любых условиях эксплуатации улучшение ТЭП увеличивает производительность и снижает себестоимость перевозок. Такой вывод был получен на основе неверного описания транспортного процесса в системах доставки груза».

Планирование с помощью системы «от достигнутого» предполагает систематическое улучшение технико-эксплуатационных показателей работы,

что позволяет, как считают на практике, увеличить производительность и тем самым годовую выработку транспортных средств. Но рост показателей вызывает увеличение нагрузки на подвижной состав и более интенсивный его износ, что требует более частого ремонта и обслуживания, это в свою очередь может привести к сокращению количества автомобиле-дней в эксплуатации. Таким образом, повышая интенсивность эксплуатации, стремятся увеличить выработку, в результате же указанное противоречие снижает ее, а планирование «от достигнутого» не позволяет определить оптимальное соотношение величин технико-эксплуатационных показателей.

В связи с тем, что разработанный основоположниками методологических положений теории транспортного процесса традиционный подход в области планирования, организации и управления на автомобильном транспорте, на практике в большинстве случаев не дает правильного ответа, предпринимались попытки разработки других подходов к решению этой проблемы.

На основании итогов работы Рязанского автотреста в работе Л.А.Бронштейна [19] анализировались причины отклонений фактических показателей транспортной работы от запланированных и выводилась зависимость себестоимости от ряда показателей. Автор работы указывает на необходимость широкого применения автоприцепов, приводящее к снижению себестоимости на 30%, повышению коэффициента использования пробега, рационализации маршрутов, улучшения технического состояния подвижного состава.

В работе [20] приводится метод планирования работы автопарков в Италии с применением графической системы Sched-U-Graph Kardex. Она представляет собой табло с применением карточек, заведенных на каждый автомобиль, и подвижных цветных сигналов. При планировании работы на длительное время проводятся количественное сравнение (по показателям – например, грузообороту) между спросом на транспорт и его предложением. При планировании работы автопарка на срок средней длительности для

каждого автомобиля намечается программа его поездок с учетом перегрузок и порожняков. При планировании на короткий срок водителям выдаются задания на 1 день. На табло имеется четкая картина наличия автомобилей в любой момент времени и времени их занятости.

В работе [21] Успенский А.И. отмечает, что показатели работы водителей, автоколонн и предприятий автомобильного транспорта, полученные в разных объективных условиях перевозки грузов, не обладают необходимой сравнимостью и сопоставимостью. Это затрудняет проведение анализа результатов работы и может привести к ошибочным выводам. Влияние на показатели заданных условий перевозок (расстояния транспортирования, класса груза и др.) можно учесть. Для этого необходимо использовать научно-обоснованную методику составления техтрансфинплана и оценки результатов его выполнения. В частности, при экономическом анализе следует применять приемы выравнивания первоначальных точек анализа, если заданные условия перевозок по отчету отклонились от плановых. Зная отличие отчетных расстояний перевозок от плана, не трудно, по мнению автора, провести корректировку плановых тонно-километров и переменных расходов по моделям подвижного состава на отчетное расстояние. Условный индекс увеличения грузооборота определяется отношением отчетных и скорректированных тонно-километров.

В работе [22] рассматривается использование графического метода для определения производительности автомобилей, предложенного Куйбышевским инженерно-строительным институтом. Авторы предлагают использовать данный метод для определения требуемого количества автомобилей для выполнения заданного объема перевозок. В основу расчетов при построении графиков производительности автомобилей положена методика организации работы автомобильного транспорта в строительстве. На основании расчетных данных приводится график для автомобилей, грузоподъемностью от 1,5 до 7 тонн, и таблица с дальностью перевозок

строительных грузов до 10 км (1 часть таблицы), во второй части таблицы – от 10 до 150 км.

В работе Католиченко В. [23] рассматриваются вопросы планирования подачи универсальных контейнеров на контейнерные площадки товарных станций Московского железнодорожного узла. Предлагается на основании приведенных в работе расчетов и графиков схема планирования и составления диспетчерских графиков, в которых учитывается соответствие времени оборота автомобилей с контейнерами и времени, необходимого для операций погрузки-выгрузки при заданном количестве кранов и автопогрузчиков.

В работе Басова М. [24] предлагается установить для каждого предприятия автомобильного транспорта такую систему показателей плана перевозок и плана работы подвижного состава, при которой записываются конкретные грузы, маршруты и время выполнения. В плане отражается структура перевозок, состав автопарка и условия его эксплуатации. Смысл системы заключается в сопоставлении планов «снизу-вверх», в увязке их с получением необходимых материальных ресурсов, технологией производства и выпуском продукции на местах. Предлагается введение единых норм на перевозки, что позволило бы установить зависимость между объемами выполненных перевозок, зарплаты водителя и эксплуатационными расходами.

В работе Успенского А.И. [25] отмечается, что в результате исследований получены необходимые основания для рекомендации метода равноценных тонн для практического использования при оперативном планировании и анализе перевозок грузов. Определены основные преимущества и пределы применения этого метода. В порядке дальнейшего развития предлагаемой методики единицу измерения транспортной работы, равноценную тонне, целесообразно привязать к данной категории дороги и одному из способов проведения погрузочно-разгрузочных операций.

В работе [26] для определения эффективности работы автотранспорта автором разработана формула:

$$\Phi = \frac{S}{t \cdot n} \cdot \frac{P}{t \cdot n} = \frac{S \cdot P}{t^2 \cdot n^2}, \quad (1.8)$$

где S – пробег автопарка за месяц, км.;

t – число дней в месяце;

P – количество перевезенного груза за месяц, т.;

n – число автомобилей в парке.

При определении контрольной величины Φ берутся следующие среднестатистические показатели: $S = 19$ млн. км., $t = 30$ дней, $n = 800$ автомобилей, $P = 125$ тыс. тонн. При подстановке значения в формулу было получено: $\Phi = 4123$ ткм в сутки на один автомобиль. По мнению автора, подставляя в формулу уточненные данные можно подсчитать величину Φ на планируемый период, кроме того, формула дает возможность планировать пробег в километрах и объем перевозок в тонно-километрах для имеющегося парка, определять количество автомобилей для обеспечения перевозок при заданном расстоянии и объеме перевозок.

В работе Белоуса Я. [27] отмечается, что применяемый коэффициент использования парка не учитывает продолжительности рабочего дня автомобиля и поэтому не может быть использован при сравнительной оценке различных предприятий автомобильного транспорта между собой или одного за различные периоды времени.

Предлагается изменение методики определения коэффициента:

$$\alpha_{и} = \frac{(D_{к} - D_{пр}) \cdot T_{п}}{D_{к} \cdot T_{н}}, \quad (1.9)$$

где $D_{к}$ – количество календарных дней,

$D_{пр}$ – количество дней простоя автомобиля,

$T_{п}$ – планируемая продолжительность автомобиле-дня, ч.,

$T_{н}$ – нормативная продолжительность автомобиле-дня, принятая равной 8,2 ч.

Внедрение предлагаемой методики, по мнению автора, позволит на основании изучения сложившихся условий обслуживания организаций перевозками обоснованно принимать решения по использованию количества рабочих дней в планируемом периоде, продолжительности рабочего дня автомобиля.

Анисимов А.П. [12] отмечал, что «качественные изменения в отрасли привели к тому, что управление и планирование требуют научной основы и должны строиться на комплексном, системном подходе, обеспечивающем решение вопросов в их единстве и взаимосвязи. Научное управление возможно лишь на основе использования большого объема статистической информации, экономико-математических методов (ЭММ) и ЭВМ».

Автомобильный транспорт относится к одной из тех отраслей, которая первой начала на практике использовать экономико-математические методы, позволяющие учесть влияние большого числа факторов, часто взаимосвязанных, действующих постоянно и случайным образом и существенно нарушающих стабильность как производственного процесса, так и выходных технико-эксплуатационных показателей. Самыми первыми нашли применение классические методы – математический анализ, дифференциальное и интегральное исчисление как методы аналитического исследования экономико-математических моделей.

Кроме классических методов математики для решения задач оперативного и текущего планирования стали широко использоваться методы математического линейного, нелинейного, целочисленного и динамического программирования и т.д., а также элементы теории вероятности. Например, методами линейного программирования решаются задачи планирования и организации перевозочного процесса для получения оптимальных вариантов плана, т.е. вариантов, обеспечивающих максимальное использование

провозной возможности подвижного состава в заданных условиях [12, 28,29 и др.].

Отечественная практика использования экономико-математических методов (ЭММ) и ЭВМ насчитывает несколько этапов [18].

Первый этап (конец 50-х начало 60-х годов) характеризуется использованием классических моделей и точных методов на базе моделей линейного программирования для решения задач закрепления поставщиков за потребителями и простейших задач распределения подвижного состава по объектам и маршрутизации. На ЭВМ возлагаются большие надежды по упорядочению работы подвижного состава, снижению непроизводительных пробегов и простоев и снижению затрат на доставку грузов [30,3,32].

Второй этап (60-е годы - первая половина 70-х) – это этап применения наряду с точными приближенных методов, позволяющих сократить размерность задач и время их решения, что, безусловно, положительно сказалось на экономическую сторону применения ЭВМ [18]. В это время создаются кустовые вычислительные центры, оснащенные ЭВМ третьего поколения единой серии ЕС. Предполагалось, что коллективное использование ЭВМ автотранспортными организациями территориальных производственных объединений позволит создать условия для более полного применения вычислительных мощностей.

В работе [33] дан анализ причин нерационального использования автотранспорта и простоев монтажных потоков, приведены рекомендации по совершенствованию монтажных и транспортных процессов. Рассчитана технико-экономическая эффективность рекомендаций. Приведены построенные номограммы и программы расчета на ЭВМ.

Третий этап (с середины 70-х и по настоящее время) характеризуется созданием программных комплексов, соединением воедино задач планирования перевозочного процесса с информационно-вычислительным обеспечением и обоснованием создания и внедрения автоматизированных систем управления (АСУ) на автомобильном транспорте [18].

В основном автоматизированные системы управления на грузовом автомобильном транспорте развивались в следующих направлениях:

- обработка товаротранспортной документации;
- месячное, квартальное и годовое планирование автотранспортного обслуживания организаций народного хозяйства ;
- планирование сезонных перевозок сельского хозяйства;
- оперативное планирование и управление грузовыми перевозками.

Наиболее эффективно развивается первое из указанных направлений, а оперативное планирование и управление сводится в основном к решению задач маршрутизации.

В работе [34] сообщается об экономико-математической модели перевозочного процесса, и приводится поэтапный метод ее решения для автоматизированной системы управления автотранспортом. Произведенные подсчеты показали, что данный метод обеспечивает получение решения поставленной задачи в приемлемые сроки и целочисленные решения отличаются от оптимальных нецелочисленных решений по значению функционала на 0,5-3%.

В работе Панова С.А. [35] обобщаются результаты исследований по проблемам использования методов решения и алгоритмы решения транспортной задачи. Отмечается, что «при решении различных планово-производственных задач все большее применение находят методы математического программирования, позволяющие из множества возможных вариантов функционирования выбрать оптимальный вариант. Наиболее разработаны (в математическом и вычислительном аспектах) методы линейного программирования. В частности на автотранспорте при решении задач оперативного планирования грузопотоков большое распространение получила транспортная задача линейного программирования».

Методам решения и постановке транспортной задачи посвящено значительное количество работ, опубликованных в отечественных и зарубежных изданиях. В работе [36] указывается, что в Польше первые

опыты применения линейного программирования и дальнейшее внедрение связаны с оптимизацией увязки между поставщиками и потребителями однородной продукции. Автором освещается эксперимент для маршрутизации перевозок строительных грузов в Варшаве в 1966 году, в результате которого коэффициент использования пробега изменился с 0,473 до 0,629, пробег на 1 тонну перевезенного груза составил 3,7 км. (до эксперимента – 4,9 км.).

В работе [37] анализируется опыт автоперевозок в Новосибирском управлении строительства. Установлена зависимость транспортного процесса от вида перевозимых материалов и организационно-технологических решений, принимаемых на строительной площадке. На основе этого формулируются требования к технологическому транспорту и даются рекомендации по его развитию. При помощи методов линейного программирования дан пример расчета оптимального закрепления потребителей основных строительных материалов за заводами-поставщиками. Предложены рациональные типы транспортных средств для перевозки различных строительных материалов и конструкций. Изложена методика планирования и контроля транспортных затрат в строительстве.

В работе Марунченко Ю.М. [38] отмечается, что «...в настоящее время вопросы планирования перспективных объемов перевозок грузов и грузооборота на автомобильном транспорте решаются различными методами, которые можно разделить на методы прямого расчета и косвенные. Из косвенных методов наибольшее применение получили метод экстраполяции по динамическому ряду (метод экспертных оценок) и метод нормативных показателей. Косвенные методы планирования еще недостаточно исследованы. В связи с этим (а также ввиду несовершенства учета) трудно, а в отдельных случаях невозможно при выявлении общих объемов перевозок грузов и грузооборота на перспективу учесть истинные потребности народного хозяйства в перевозках, дифференцировать грузы по родам,

массовости, способу транспортировки, а также разделить их на экономические и технические.

Совершенствование косвенных методов должно основываться на детальном анализе развития отраслей народного хозяйства, с применением ЭММ (в том числе многофакторных корреляционных моделей) с учетом недостатков, допущенных в прошлом при планировании развития автотранспорта.

В работе Прядехина В. [39] рассматриваются вопросы эффективности применения математических методов при планировании работы автотранспорта. Отмечается, что с помощью этих методов можно более рационально закрепить поставщиков за потребителями, связать автотранспортные организации с клиентурой, распределить автомобили разных марок за маршрутами, увязать работу автомобилей с работой погрузочно-разгрузочных пунктов и решить многие другие задачи, обеспечивающие сокращение расстояния перевозок грузов, уменьшения нулевых пробегов, увеличения коэффициента использования пробега, повышения производительности автопарка, сокращения простоев автомобилей под грузовыми операциями и ликвидацию неоправданных порожних пробегов.

В работе Бобарыкина В.А. [40] на основе обобщения передового опыта и теоретических исследований даны элементы методики сменно-суточного планирования перевозок грузов, основанные на методе линейного программирования (оптимального планирования). Главное внимание уделяется моделированию задач маршрутизации перевозок в различных производственных условиях.

Авторами работы [41] отмечается, что в результате использования математических методов планирования в Крымском облавтотресте значительно повысилась производительность, а коэффициент использования пробега $\beta = 0,815$.

В работах [28,29] рассматривается использование математического метода в планировании грузовых автомобильных перевозок, обеспечивающего наибольшее значение коэффициента использования пробега, суть которого заключается в обработке заявок клиентов, сгруппированных по маршрутам, типу подвижного состава и времени исполнения, при помощи математического метода линейного программирования. В результате получают оптимальное распределение порожних пробегов автомобилей. Однако в работе [18] отмечается, что план перевозок, составленный по критерию получения максимальной величины β оказался наихудшим по сравнению с другими.

Подводя итог применению математического метода линейного программирования в анализе и планировании деятельности организаций грузового автомобильного транспорта, можно отметить, что при помощи этого метода решаются задачи, связанные, в основном, с оптимизацией перевозочного процесса: закрепление потребителей за поставщиками; маршрутизация перевозок массовых грузов; планирование перевозок мелкопартионных грузов по развозочным, сборным и сборно-развозочным маршрутам; перевозка грузов по часовым графикам на различных видах маршрутов; распределение подвижного состава по маршрутам; закрепление маршрутов за автотранспортными организациями; распределение погрузочно-разгрузочных механизмов по пунктам погрузки и разгрузки.

Типичными областями применения моделей динамического программирования являются задачи, несвязанные непосредственно с перевозкой грузов, т.е. это – управление запасами, обоснование потребного объема запасных частей, распределение ограниченных финансовых ресурсов между возможными направлениями их использования, составление календарных планов текущего и капитального ремонтов и т. д.

Теория вероятностей – раздел математики, предметом изучения которой являются закономерности случайных явлений. Выводы, законы и закономерности теории вероятностей относятся к случайным событиям,

которые носят массовый характер. Для решения практических задач планирования, организации, управления деятельностью предприятием автомобильного транспорта применяется не сама теория вероятностей, а ее прикладные науки: математическая статистика, теория массового обслуживания, теория надежности. Они, опираясь на фундаментальные зависимости и законы теории вероятностей, позволяют решать задачи в ситуациях, которые по своему характеру относятся к случайным событиям [12].

Изучение системы массового обслуживания и решение задач при взаимодействии многочисленных случайных процессов производится методом статистического моделирования, сущность которого состоит в том, что для изучения процесса строится моделирующий алгоритм, имитирующий поведение всех элементов сложной системы, взаимодействие между ними с учетом действия случайных возмущающих факторов. Применение метода статистического моделирования, в связи с большим объемом вычислений, возможно только при выполнении всех расчетов на ЭВМ.

Математическая статистика занимается прогнозированием и планированием случайных производственных процессов. Она дает возможность по данным обследования определить важнейшие характеристики рассматриваемого явления, оценить достоверность выборочных данных. Особенно широко применяется на практике корреляционно-регрессионный, факторный и дисперсионный анализы, позволяющие выявить взаимосвязи между различными явлениями, количественно оценить тесноту связи между различными факторами изучаемого явления. При этом автор [12] отмечает, что «одним из главных условий успешного использования аппарата математической статистики для решения практических задач является хорошее знание экономической и производственной сущности изучаемого явления. Только хорошая профессиональная ориентация позволит корректно сформулировать и правильно решить возникшую производственную статистическую задачу. В

противном случае увлечение внешней привлекательностью математического аппарата может привести к выводам, мало соответствующим действительности».

В работе Аликариева Н.С. [42] отмечается, что одним из важных вопросов на автомобильном транспорте является изменение величины факторов роста производительности подвижного состава. Методы, основанные на сравнении фактического выполнения с плановым заданием за отчетный период не учитывают взаимосвязь между технико-эксплуатационными показателями и не анализируются факторы, стохастически действующие на них и являющиеся резервами повышения производительности. Математический метод многофакторного корреляционного анализа, по мнению автора, позволяет количественно оценить связи между изменяемыми величинами в условиях действия большого числа факторов, имеющих между собой стохастическую связь. Проанализировав средние величины времени пребывания автомобилей в наряде, среднюю техническую скорость, коэффициент использования парка, коэффициент использования пробега и ряд других факторов, считает автор, можно раскрыть влияние на эти показатели таких величин, как среднее расстояние перевозки, грузоподъемность, численность и квалификация рабочих, техническое состояние автомобиля и др. На основе данных о работе 15-ти автохозяйств управления Мосстройтранса за 6 лет с помощью программирования на ЭЦВМ М-20 были рассчитаны по методу корреляции численные значения влияния указанных факторов на эксплуатационные показатели. Эти расчеты показали, что такое влияние весьма существенно и им можно пользоваться при оценке работы предприятий автомобильного транспорта и при планировании.

Применение многофакторных регрессионных моделей анализа экономического процесса с последующим прогнозированием тенденций развития главных факторов на краткосрочную перспективу предлагается автором работы [43]. Построение этих моделей возможно лишь на основе

использования большого объема статистической информации. Но учитывая специфику функционирования предприятий автомобильного транспорта, заключающуюся, как правило, в частом изменении клиентуры, видов грузов и их объемов, расстояний перевозок, количества и типа подвижного состава, средних величин ТЭП, насыщения улиц и дорог автомобилями, наличия водителей, состояния технической базы и материально-технического снабжения и т.д., использование статистического материала прошлых периодов для текущего и оперативного планирования предприятий автомобильного транспорта неправомерно.

Экономико-статистические (корреляционные) модели позволяют дать количественную характеристику связей, зависимостей и взаимной обусловленности показателей изучаемой системы. Установленные с помощью этих моделей корреляционные зависимости между определенными явлениями, которые в отличие от функциональных, проявляются лишь в общем и среднем и только в массе наблюдений, дают возможность определить будущее поведение системы. То есть сделать прогноз, что может послужить основой для принятия решения на высшем уровне управления. Данная методика представляет собой принципы долгосрочного планирования и управления организацией.

К задачам теории массового обслуживания на автомобильном транспорте относятся: определение необходимого количества линий или постов технического обслуживания и ремонта автомобилей, количества мест стоянки подвижного состава, ожидающего погрузки или разгрузки, необходимого количества постов и размеров фронта погрузочно-разгрузочных работ, величины запасов агрегатов, частей и материалов.

В работе [44] авторами отмечается, что разработка модели перевозочного процесса является одной из важных проблем при создании автоматизированных систем управления автотранспортом. Основой такой разработки может получить линейная модель оптимизации процесса транспортировки грузов. Существенное допущение этой модели состоит в

использовании при расчетах параметров осуществления перевозок средних величин. Фактические значения параметров могут значительно отличаться от расчетных. Предлагается способ вероятностного описания процесса движения, приемлемый для исследования движения при достаточно общих предположениях о составе транспортного потока, структуре и взаимодействии транспорта и характеристик транспортной сети. Исследуемый транспортный поток состоит из автомобилей различных типов, каждый из которых характеризуется, прежде всего, максимальной скоростью движения (скоростью свободного движения).

Описательные модели содержат обобщенные сведения о явлениях, происходящих в транспортных системах. Это могут быть модели развития, модели «спрос-предложение», модели эластичности [18]. Модели дают верные результаты только в том случае, если удастся правильно оценить будущее значение влияющих факторов. В результате внутренних взаимосвязей в транспортно-экономических системах это выполнить далеко не просто, так как между факторами в таких системах всегда существуют обратные связи.

Модели эластичности основаны на понятии эластичности функции. Такие модели пригодны для обобщенных расчетов и прогнозов. В общем виде модель такого типа представляет собой зависимость следующего вида:

$$y = c \prod_{i=1}^n x_i^{\varepsilon_i}, \quad (1.10)$$

где x_i – исходные факторы;

ε_i – коэффициент эластичности влияния исходных факторов на результативный показатель.

На транспорте модели эластичности используются, прежде всего, для составления прогноза на транспортные услуги.

В результате изучения практики эксплуатации подвижного состава предприятий автомобильного транспорта исследователями СибАДИ [45,46] было выявлено, что теоретические положения, которыми описывалась работа автотранспортных средств, далеко не всегда могут быть успешно применимы для описания выработки как автомобиля, так и системы. «Анализ протекания транспортного процесса показывает, что в системе организации эксплуатационной работы по доставке массовых грузов имеется ряд существенных недостатков, что является следствием неправильного представления о закономерностях, действующих в системах (маршрутах), где производится транспортная продукция [18]. Это, в свою очередь, приводит к необоснованному планированию потребности в ресурсах для выполнения транспортного процесса и невозможности обеспечивать более эффективную и экономичную работу подвижного состава». В отличие от других отраслей экономия ресурсов при производстве транспортной продукции в основном может быть получена, если будут разработаны мероприятия по их экономии на стадии планирования транспортного процесса, поскольку если перевозка совершена, то она одновременно и потреблена и говорить об экономии уже поздно [47]. Выявлено, что существующий в современной теории математический аппарат расчета объемов работы в тоннах и тонно-километрах в некоторой мере соответствует единственной технологии транспортного процесса – функционированию маятникового маршрута с обратным негруженым пробегом. Однако современная ситуация на транспорте характеризуется предприятиями имеющими в наличии большое количество автомобилей, многочисленную и разнообразную клиентуру, множество маршрутов перевозки и транспортных систем.

Предприятия автомобильного транспорта можно подразделить на:

- специализированные (молоковозы, цистерны), которые характеризуются работой специализированного подвижного состава преимущественно на маятниковом маршруте с обратным негруженым пробегом;

- общего пользования, выполняющие помашинные перевозки грузов на маятниковых и радиальных маршрутах;
- по обслуживанию организаций мелкооптовой и розничной торговли, выполняющие перевозки торговых грузов на развозочно-сборных маршрутах;
- спецавтохозяйства по очистке населенных пунктов от бытовых и промышленных отходов, работающих в городских условиях эксплуатации на сборных маршрутах;
- по перевозке строительных конструкций, обслуживанию контейнерных станций, которые могут представлять собой радиальный маршрут или их совокупность;
- по обслуживанию карьеров и разработок полезных ископаемых и т.д., в которых для перевозок грузов применяются самосвалы большой грузоподъемности;
- осуществляющие перевозки сельскохозяйственных грузов и обладающие собственными специфическими особенностями функционирования как в условиях эксплуатации, так и в выполнении погрузочно-разгрузочных работ, организации работы пунктов погрузки и т.д.;
- специализирующиеся на магистральных перевозках, для которых характерно применение автопоездов широкой специализации, имеющих различные эксплуатационные свойства.

В настоящей работе объектом исследования выбраны цепи поставок, обслуживаемые предприятиями грузового автомобильного транспорта общего пользования, выполняющие помашинные перевозки грузов на маятниковых и радиальных маршрутах. Поставлена задача построения принципиально нового подхода к текущему и оперативному планированию деятельности предприятий автомобильного транспорта цепях поставок, учитывающего объективные свойства транспортного процесса.

На основе традиционных подходов и методов расчета работы единицы подвижного состава были созданы модели для планирования работы предприятий автомобильного транспорта, которые в дальнейшем использовались для проведения анализа основной деятельности предприятий [48]:

- производительность одного ходового автомобиля

$$W_Q = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot \beta \cdot V_T}{l_{ге} + V_T \cdot \beta \cdot t_{п-р}} \quad \text{т/авт-ч}, \quad (1.11)$$

$$W_P = \frac{q \cdot \gamma_d \cdot \beta \cdot V_T \cdot l_{ге}}{l_{ге} + V_T \cdot \beta \cdot t_{п-р}} \quad \text{ткм/авт-ч}. \quad (1.12)$$

- часовая производительность рабочего парка грузовых автомобилей

$$Q_ч = W_Q \cdot A_э = W_Q \cdot A_{и} \cdot \alpha_{и} \quad \text{т/ч}, \quad (1.13)$$

$$P_ч = W_P \cdot A_э = W_P \cdot A_{и} \cdot \alpha_{и} \quad \text{ткм/ч}. \quad (1.14)$$

За $D_{и}$ календарных дней парк автомобилей $A_{и}$ перевезет тонн

$$Q = A D_{и} \cdot \alpha_{и} \cdot T_{н} \cdot W_Q, \quad (1.15)$$

и выполнит тонно-километров

$$P = A D_{и} \cdot \alpha_{и} \cdot T_{н} \cdot W_P, \quad (1.16)$$

или

$$Q = A D_{и} \cdot \alpha_{и} \cdot 24 \cdot \rho \cdot W_Q, \quad (1.17)$$

$$P = A D_{и} \cdot \alpha_{и} \cdot 24 \cdot \rho \cdot W_p, \quad (1.18)$$

где ρ – коэффициент использования времени суток ($\rho = T_{н} / 24$).

Автор при этом замечает, что все расчеты производительности по данным формулам можно вести для парка автомобилей, имеющих одинаковую грузоподъемность.

Часовая работа парка в тоннах и тонно-километрах:

$$W'_Q = \frac{\alpha_{и} \cdot \rho \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma_c \cdot V_э}{l_{ге}} \quad \text{т/авт-ч}, \quad (1.19)$$

$$W'_P = \alpha_{и} \cdot \rho \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma_d \cdot V_э \quad \text{ткм/авт-ч}, \quad (1.20)$$

или

$$W'_Q = \frac{\alpha_{и} \cdot \rho \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma_c \cdot \delta \cdot V_T}{l_{ге}} \quad \text{т/авт-ч}, \quad (1.21)$$

$$W'_P = \alpha_{и} \cdot \rho \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma_d \cdot \delta \cdot V_T \quad \text{ткм/авт-ч}, \quad (1.22)$$

где δ – коэффициент использования рабочего времени ($\delta = V_э / V_T$).

В работе [49] для анализа влияния факторов, ставших причиной расхождения плановых и фактических показателей работы парка автомобилей предлагается произвести расчет аналитического объема перевозок (Q_a) с использованием приема выравнивания начальных точек анализа. «Аналитический объем перевозок в данном случае – это количество тонн, которое можно было перевезти фактически имеющимся подвижным составом с учетом структуры парка при сложившейся по отчету длине ездки. Все остальные показатели остаются в плановом значении. Таким образом, определяют, чему бы равнялось плановое задание по тоннам, если бы в плане были предусмотрены отчетное среднесписочное количество автомобилей,

отчетная структура автомобильного парка (отчетная средняя грузоподъемность автомобиля) и отчетная длина ездки».

В зависимости от формы ведения учета и планирования в организации предлагаются формулы расчета аналитического объема перевозок по моделям автомобилей, сроку эксплуатации подвижного состава и без учета моделей и «возрастных» групп автомобилей:

- по моделям автомобилей

$$Q_a = \sum_1^m \left(\frac{T_H \cdot V_T \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma_c \cdot D_k \cdot \alpha_B}{l_e + V_T \cdot \beta \cdot t_{п-р}} \right) \cdot A_{сп}, \quad (1.23)$$

где m – количество моделей автомобилей;

l_e – среднее расстояние ездки;

α_B – коэффициент выпуска автомобилей на линию;

D_k – дни календарные;

$A_{сп}$ – списочное количество автомобилей.

Аналитический объем перевозок определяется по каждой модели автомобилей отдельно, а результаты затем суммируются.

- по «возрастным» группам автомобилей

$$Q_a = \sum_1^k Q_{час} \cdot \delta_{l_e} \cdot T_H \cdot A_{сп} \cdot \alpha_B \cdot D_k, \quad (1.24)$$

где k – количество «возрастных» групп автомобилей;

$Q_{час}$ – часовая производительность автомобилей;

δ_{l_e} – коэффициент, учитывающий влияние изменившегося расстояния ездки на выработку списочного автомобиля.

$$\delta_{l_e} = \frac{l_e + V_T \cdot \beta \cdot t_{п-р}}{l'_e + V_T \cdot \beta \cdot t_{п-р}}, \quad (1.25)$$

где l_e, l'_e – плановое и отчетное среднее расстояние ездки.

В этом случае в автотранспортной организации должен быть налажен учет работы автомобилей по отдельным «возрастным» группам по каждой модели или по группам однотипных автомобилей, если в составе автопарка много различных моделей автомобилей. В учете должны быть отражены по каждой «возрастной» группе такие показатели, как часовая производительность автомобилей, время в наряде и коэффициент выпуска автомобилей на линию.

- без учета «возрастных» групп и моделей автомобилей

$$Q_a = \frac{T_n \cdot V_T \cdot \beta \cdot q' \cdot \gamma_c \cdot D_k \cdot \alpha_B \cdot A'_{сп}}{l'_e + V_T \cdot \beta \cdot t_{п-р}} \quad (1.26)$$

В данном случае, если на предприятии автомобильного транспорта нет хорошо налаженного учета по моделям и «возрастным» группам автомобилей, то выполняется ориентировочный расчет по всему парку автомобилей, для чего используются средние по предприятию технико-эксплуатационные показатели.

Как правило, изменение среднесписочного количества автомобилей сопровождается изменением структуры автомобильного парка, следствием чего является изменение средней грузоподъемности автомобиля. Поэтому в формуле (1.26) средняя грузоподъемность автомобиля взята в отчетном значении.

Аналитический грузооборот (P_a):

$$P_a = Q_a \cdot l_T, \quad (1.27)$$

где l_T – среднее расстояние перевозки 1 тонны груза.

Автором также отмечается, что на практике применяются формулы:

$$P = A_{\text{сп}} \cdot \alpha_{\text{в}} \cdot T_{\text{н}} \cdot V_{\text{э}} \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma_{\text{д}}, \quad (1.28)$$

или

$$P = A_{\text{сп}} \cdot \alpha_{\text{в}} \cdot T_{\text{н}} \cdot \tau \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma_{\text{д}}, \quad (1.29)$$

где $V_{\text{э}}$ – средняя эксплуатационная скорость;

τ – коэффициент использования рабочего времени;

$$\tau = \frac{T_{\text{дв}}}{T_{\text{н}}}. \quad (1.30)$$

«Однако при расчетах по этим формулам получается, что β , а в формуле (1.29) и $V_{\text{т}}$ связаны с P пропорциональной зависимостью, что неверно. Кроме того, по этим формулам нельзя определить влияние $t_{\text{п-р}}$ и $l_{\text{е}}(l_{\text{т}})$ ».

В работе [12] для определения степени влияния каждого показателя на выполнения плана перевозок, выявления причин, вызвавших отклонение отчетных показателей от плановых, и дополнительных возможностей повышения производительности автомобилей вследствие улучшения ТЭП, предлагается использование формулы производительности парка автомобилей:

$$Q = \frac{T_{\text{н}} \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma_{\text{с}}}{l_{\text{ге}} + t_{\text{п-р}} \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta} \cdot A_{\text{э}} \cdot D_{\text{э}}, \quad (1.31)$$

$$P = \frac{T_{\text{н}} \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma_{\text{д}}}{l_{\text{ге}} + t_{\text{п-р}} \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta} \cdot A_{\text{э}} \cdot D_{\text{э}} \cdot l_{\text{ге}}, \quad (1.32)$$

которые после преобразования представлены в следующем виде:

$$Q = (T_n \cdot A_э \cdot D_э \cdot q) \cdot \frac{1}{\frac{l_{ге}}{V_T \cdot \beta \cdot \gamma_c} + \frac{t_{п-р}}{\gamma_c}}, \quad (1.33)$$

$$P = (T_n \cdot A_э \cdot D_э \cdot q) \cdot \frac{1}{\frac{1}{V_T \cdot \beta \cdot \gamma_d} + \frac{t_{п-р}}{\gamma_d \cdot l_{ге}}}, \quad (1.34)$$

где $A_э$ – среднее количество автомобилей в эксплуатации;

$D_э$ – количество дней в эксплуатации.

Первый множитель в формулах (1.33) и (1.34) характеризует производственную мощность парка в автомобиле-тонно-часах, второй – представляет собой производительность автомобилей в тоннах и тонно-километрах на один автомобиле-тонно-час производственной мощности. Степень влияния каждого эксплуатационного показателя на производительность парка автомобилей определяют методом цепных подстановок, последовательно подставляя в формулы один из фактических показателей при сохранении плановых величин для остальных.

В работе [17] для планирования работы подвижного состава предприятия автомобильного транспорта применяется аналогичная, по своей сути, формула производительности парка автомобилей:

$$\Sigma P = \frac{A D_э \cdot T_n \cdot V_T \cdot \beta \cdot l_{ге} \cdot q \cdot \gamma_d}{l_{ге} + t_{п-р} \cdot V_T \cdot \beta}, \quad (1.35)$$

$$\Sigma Q = \frac{A D_э \cdot T_n \cdot V_T \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma_d}{l_{ге} + t_{п-р} \cdot V_T \cdot \beta}. \quad (1.36)$$

Общим для таких моделей является использование средних величин технико-эксплуатационных показателей. Поэтому при планировании по этим формулам на основании средних величин ТЭП невозможно определить какие

маршруты какими транспортными средствами обслуживаются. Результаты не согласуются с теорией автотранспортных систем [18], в которой доказано, что на практике автомобили работают в перечисленных выше автотранспортных системах, а в организациях автомобильного транспорта при подведении итогов результат получается не путем перемножения ТЭП, как это указано в формулах выше, а путем сложения результатов работы по каждому автомобилю в каждой автотранспортной системе. Это и есть основная причина, почему расчеты по формулам 1.13-1.36 и анализ хозяйственной деятельности (перевозок) не согласуется с фактом работы.

Следовательно, нужны исследования, которые бы позволили разработать модели, адекватные практике и которые были бы пригодны для проведения анализа.

Из теории автоматического регулирования и управления [50,51,52,53,54] известно, что любая система устойчива (или адекватна условиям эксплуатации) только тогда, когда существует обратная связь, причем так называемая «отрицательная обратная связь». Рассмотренные методы анализа и описания функционирования предприятий автомобильного транспорта не содержат в явном виде математических выражений, описывающих негативное влияние величин ТЭП на функционирование автотранспортных средств и цепи поставок в целом.

Поэтому можно сделать вывод о том, что результаты анализа, полученные с помощью ранее созданных и рассмотренных в настоящей работе моделей и подходов, в силу отсутствия обратной связи, неадекватны реальным процессам, протекающим в больших системах при исполнении транспортной работы, а сами системы являются «неустойчивыми» по отношению к рассчитанному результату. Неустойчивость в данном случае следует понимать как появление отклонения реального состояния системы от расчетного.

Отмеченный недостаток указывает на необходимость проведения исследований по анализу функционирования предприятий автомобильного транспорта в цепях поставок и разработке моделей их описания.

1.2. Обзор публикаций научных исследований по вопросам применения логистики на автомобильном транспорте

Вопросам применения логистики на автомобильном транспорте и в производстве посвящены работы: Одинцова Д.Г., Жаворонкова Е.П., Николина В.И., Миротина Л.Б., Мытника Н.П., Беккера А.В., Безеля Б.П., Смехова А.А., Ковалика А.Г., Колика А.В., Пурлика В.М., Гудкова В.А., Вейцмана М.Е., Резера С.М., Шарова В.А., Тарновского В.Н., Крампе Х., Родникова А.Н., Иванова А.В., Кузнецова Е.И., Фроловой А.Т., Колесника Л.Н., Сыч Е.Н., Гаджинского А.М., Лавровой О.В., Гордона М.П., Залмановой М.Е., Новикова О.А., Сергеева В.И., Уварова С.А., Аникина Б.А., Новикова О.А., Нагловского С.Н., Костоглодова Д.Д., Харисовой Л.М. и др.

В этих работах рассматриваются и уточняются понятия логистики, излагаются результаты исследований западных ученых, а также применение отдельных элементов логистических технологий в нашей стране.

Логистика является закономерным развитием логики как науки о свойствах и методах мышления и так называемых разумных подходах к построению формальных систем. Следовательно, многое, что свойственно логистике, в той или иной мере вытекает из свойств и принципов логического мышления. Так, например, с этимологической точки зрения, само слово логистика имеет греческий корень “Logos” – разум .[55]

Известно также, что логика как наука на ранних стадиях сводилась в общем виде к умению “правильно” рассуждать и делать “верные” выводы. Поэтому здесь вполне уместно отметить и такой факт, что первые понятия о логических схемах, а также дедуктивные принципы доказательств при рассуждениях были заложены еще в древности во времена известного

мыслителя и философа Аристотеля. Так, например, в одной из древнейших аксиом, олицетворяющей логическую схему, исходя из тех же дедуктивных принципов доказательств, утверждалось: ”все, что говорится о целом, говорится и о каждой части этого целого”.

Существуют и другие исторические примеры, где логистика становилась предметом некоторой практической деятельности. В середине 19 века логистика получила признание как военная наука и начала быстро развиваться [56,57,58,59 и др.].

В годы второй мировой войны американская армия широко применяла логистические подходы при организации взаимодействия между предприятиями военно-промышленного комплекса, транспортом и снабжением армии. В мирной области логистика стала применяться значительно позднее. Делались попытки использования логистики для планирования, распределения и управления перевозками и поставками [56,58].

Развитие логистики ускорил энергетический кризис, разразившийся в первой половине 70-х годов. Он дал мощный толчок работам по совершенствованию снабжения, перевозок, их технике и технологиям в Западной Европе и США .[57]

В первой половине 80-х годов во Франции начал разрабатываться системный подход к перемещению товаров путем автоматизированного связывания потоков передвижения продукции с производственным процессом, в котором эти продукты потребляются.

В экономической литературе термин “логистика” трактуется достаточно вольно и широко. Французские исследователи Э.Мате и Д.Тиксье определяют “логистику“ как способ организации деятельности предприятия, позволяющий объединить усилия различных единиц, производящих товары и услуги, с целью оптимизации финансовых, материальных и трудовых ресурсов, используемых фирмой для реализации своих экономических целей“.

Американский исследователь Дж.Л.Хескетт в своей статье, опубликованной в 1979 г. Harvard Business Review, определяет логистику “как совокупность видов деятельности по управлению потоками продукции, координации использования ресурсов и рынков сбыта при данном уровне услуг с минимальными затратами”.

По определению американского экономиста Р.Баллоу, логистика есть “планирование, организация и контролирование, всех видов деятельности по перемещению и складированию, которые обеспечивают прохождение материального потока от пункта закупки сырья до пункта конечного потребления, и соответствующих информационных потоков.

В словаре по логистике понятие этого термина трактуется следующим образом: “Логистика (Logistics) – наука о планировании, контроле и управлении транспортированием, складированием и другими материальными и нематериальными операциями, совершаемыми в процессе доведения сырья и материалов до производственного предприятия, внутризаводской переработки сырья, материалов и полуфабрикатов, доведения готовой продукции до потребителя в соответствии с интересами и требованиями последнего, а также передачи, хранения и обработки соответствующей информации“ [60].

Анализ деятельности более 80 промышленных предприятий Германии показал, что применение логистической системы “Канбан”, то есть метода управления движением материалов и сырья, производственные запасы снижаются в среднем на 50%, готовой продукции на 80%, а производительность труда повышается на 20-50% [57,58].

На предприятиях компании “Форд” США и Западной Европы использование логистических методов “точно ко времени” позволило только за два года сократить запасы на 40%. Такое же снижение уровней запасов достигнуто и на отдельных предприятиях компании “Дженерал Моторс” [57,58].

Особенно возрастает роль экспедиторских фирм в связи с внедрением метода “точно ко времени“. При работе по этому методу логистики, например при поставке грузов шведской фирмы “СААБ” транспортные расходы сократились на 13% при одновременном увеличении объема сервисных услуг на 7% [57].

Высокий уровень запасов, слабая взаимосвязь участников по производству, доставке и потреблению продукции в нашей стране требует поиска новых решений. Поэтому положительный опыт создания логистических систем за рубежом представляет интерес для производителей, снабженцев и в первую очередь для автотранспортных предприятий. Основная цель деятельности автотранспортных предприятий сформировать логистическую цепь, объединить всех участников процессов производства, снабжения и транспорта в единую производственно-хозяйственную систему, действующую эффективно в условиях рыночной экономики.

Справедливости ради следует заметить, что первые шаги применения логистического подхода были сделаны в бывшем СССР на макроуровне еще при разработке первых балансов народного хозяйства.

В дальнейшем в СССР был разработан алгоритм решения ряда других оптимизационных задач:

- прикрепление потребителей к поставщикам;
- ассортиментная загрузка производства;
- установление рациональных хозяйственных связей;
- размещение складского хозяйства и др.

Решение этих задач осуществлялось на макроуровне, в которых был реализован логистический подход, хотя сам термин “логистика” и не использовался [59].

В условиях рыночной экономики меняются социально-экономические ориентиры управляющих воздействий. Это трансформирует не только саму постановку логистических задач в сфере материально-технического обеспечения (МТО) и сбыта, но и условия их реализации. В то же время при

решении проблем логистики необходимо учитывать опыт, накопленный МТО в предыдущие годы, а не стараться начинать с нуля. Так, анализ деятельности различных звеньев логистического конвейера показал, что большинство традиционных задач, которые решались бывшей системой МТО, сохраняет свою актуальность, при внесении соответствующих корректив (с учетом рыночных условий) как в своей постановке, так и при выборе альтернативных способов их решения [61].

В частности, в логистической подсистеме закупок сохраняют свою актуальность такие традиционные задачи МТО, как определение потребности в материальных ресурсах, установлении рациональных норм и нормативов их расхода, нормирование и управление запасами, внутризаводское планирование ресурсов, разработка технологической схемы складской переработки грузов.

Что касается логистической подсистемы сбыта (поставок), то здесь решаются такие традиционные задачи, как ассортиментная загрузка производства (после того, как сформировался портфель заказов), рациональное размещение готовой продукции, разработка плана поставки, централизованная доставка продукции по оптимальным маршрутам и др.

Произведенные ИТКОРОм расчеты совокупных затрат в логистической системе по источникам формирования показали следующее распределение:

- у потребителей - в среднем 24,3%
- у поставщиков - 13,5%
- у посреднических организаций - 3,2%
- на транспорте -54% [61]

Что касается стадий товародвижения, то распределение затрат выглядит следующим образом:

- на перевозку, включая затраты на загрузку и разгрузку транспортных средств - 62,5%
- на складирование - 37,5%

Причем затраты, непосредственно связанные с перевозкой, в среднем составляют 54%, а на грузовые операции приходится 8,5% издержек. Оптимальные параметры единовременной поставки продукции позволяют обеспечить экономию совокупных затрат при автомобильных перевозках лесопродукции более чем на 30% , металлопродукции на 7-20% .

Изучение существующих методов выполнения транспортного обслуживания позволяет сделать вывод об отсутствии опыта системного подхода. Как правило, в ранее проведенных исследованиях рассматривался не весь процесс транспортного обслуживания, а его отдельные фрагменты, причем основное внимание уделялось вопросам технологии взаимодействия элементов. Об этом свидетельствуют работы авторов [62,63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71,72].

В работе Фроловой А.Т. [73] проводится исследование транспортно-экспедиционного обслуживания с позиций системного анализа, изучается влияние транспортно - экономических связей на состав операций и работ технологического процесса ТЭО. В результате получена достаточно сложная задача математического программирования с непрерывными переменными.

В работе [74] отмечается, что анализ мирового и отечественного опыта показал, что отсутствуют современные разработки, а также системный подход и научно-обоснованная методология проектирования доставки грузов. И это в конечном итоге вынуждает экспедиторов принимать субъективные решения по планированию доставки без учета воздействия многочисленных факторов, что в целом приводит к снижению эффективности функционирования логистической системы.

В работе Колесникf Л.Н. [75] отмечается принципиально новый момент во взаимоотношениях перевозчиков и грузовладельцев, когда автотранспортное предприятие несет ответственность не только за доставку груза, но и за сбыт. В работе предлагается матричный метод оценки, в основе которого лежат усредненные показатели деятельности автотранспортных предприятий.

НИИАТом предложена методика составления оперативного плана перевозок с учетом принципов логистики. Согласно этой методике транспортный процесс предлагается регулировать с помощью информации о фактических и текущих запасах отправителей и получателей в сравнении с их нормативными. Определяется приоритет перевозки, введена функция срочности перевозки.

В работе [76] разработаны основы функционирования логистической системы обеспечения населения крупных городов и промышленных центров сельскохозяйственной продукцией на основе производственно-транспортно-распределительных систем обслуживания. Определены необходимые критерии и условия их создания. Установлены взаимосвязи и согласованность всех этапов цикла “производство-потребление” сельскохозяйственной продукции, а также взаимосогласованность хозяйственных субъектов в создаваемой логистической системе.

В работе Зяева В.А. [77] отмечаются условиями эффективного использования транспортных средств на уборке урожая являются: четкая организация их работы во всех звеньях транспортного процесса, взаимодействие с уборочной техникой колхозов и совхозов, применение на различных участках работы наиболее рациональных видов транспортных средств и типов подвижного состава, согласованная работа автомобилей различной ведомственной принадлежности; широкое использование передовых методов организации перевозок сельскохозяйственных продуктов подвижным способом и прогрессивной системы руководства работой всех транспортных средств на уборке урожая.

Автором ставится вопрос о необходимости расширять и совершенствовать комплексную систему организации перевозок, централизованное оперативное руководство всем подвижным составом, привлекаемым к уборке урожая независимо от ведомственной принадлежности, способы организации перевозок различных видов сельскохозяйственных грузов, методы оперативного планирования по

осуществлению единого технологического процесса уборки, транспортировки, заготовки, а в ряде случаев хранению и переработке сельскохозяйственных продуктов.

В работе [74] отмечается, что современный рынок ставит перед логистикой как связующей цепью между потребностями рынка, производством, сетью распределения и доставки задачи ускорения движения материальных потоков по логистической цепи. Длительный процесс транспортировки приводит к тому, что продукция морально устаревает, едва попав на рынок. Необходимо ускорить движение товаров, сделать всю систему более гибкой, быстро адаптирующейся к условиям рынка.

Чтобы решить проблему гибкости и адаптации логистической системы, нужен инструмент, с помощью которого можно на предплановой стадии с высокой точностью спрогнозировать результат в конце логистической цепи. Этим инструментом должна стать методика анализа логистических цепей поставок.

Логистический подход к анализу снабжения производства и распределения продукции, призван максимально сократить совокупные затраты на всех стадиях хранения и передвижения товаров. В работе [119] показано применение технологических маршрутов по методике, разработанной ВНИИЖТом на Южной и Юго-Восточной дорогах в межотраслевой системе “Ритм”.

При логистическом подходе транспорт включает не только перевозку груза от поставщика до потребителя, с предприятия на склад, со склада на склад, но также доставку со склада потребителю. Учитываются все транспортные связи, даже если поставщик и потребитель оплачивают наемный транспорт[78].

В работах [79,80] изложены методы проектирования звеньев технологического автотранспорта по всей цепи системы материальных потоков. Приводится математическая модель транспортного процесса, представляющая собой систему дифференциальных уравнений,

соответствующих закону сохранения вещества для каждого состояния. Транспортный процесс представлен как линейная функция и для построения математической модели предлагается использовать методику динамики средних.

В работе [55] отмечается, что основными чертами в газовой промышленности являются не стационарность режимов технологических процессов и соответственно режимов работы оборудования, необходимость прогнозирования газопотребления с целью обеспечения надежности газоснабжения потребителей, а также постоянной сбалансированности газотранспортных потоков. Такие аспекты производственно-хозяйственной деятельности предприятий газовой промышленности, как: жесткая взаимосвязь и взаимозависимость процессов добычи и транспорта газа, необходимость системного подхода к оптимизации затрат текущего и капитального характера, управление материально-техническим обслуживанием предприятий газовой промышленности, дает основание рассматривать их с логистических позиций.

Авторами в работе [82] проводятся исследования операций в логистических системах и выделяют при этом проблему, как имеющую наибольшую значимость, решение транспортной и производственно-транспортной задачи.

В работе [83] анализируются основные составляющие логистики в их взаимосвязи, требования, предъявляемые к транспорту в целях повышения качества его работы в логистических системах и его организационные структуры наиболее полно удовлетворяющие этим требованиям.

В работе Гаджинского А.М.[56] приводится характеристика участников логистического процесса, описывает методы, обеспечивающие повышение эффективности хозяйственной деятельности за счет организации материальных потоков. Автором отмечается, что значительная часть логистических операций на пути движения материального потока от первичного источника сырья до конечного потребителя осуществляется с

применением различных транспортных средств. Затраты на выполнение этих операций составляют до 50% от суммы общих затрат на логистику. Первоочередными задачами транспортной логистики отмечаются: совместное планирование транспортных процессов со складскими и производственными; в случае смешанных перевозок - совместное планирование транспортных процессов на различных видах транспорта; обеспечение технологического единства транспортно-складского процесса; определение рациональных маршрутов доставки.

В работе Уварова С.А. [84] рассматривается критерий оптимальности В.Парето для логистической системы. Понятие оптимальности по Парето выражает такое экономическое поведение, согласно которому хорошо делать так, чтобы кому-нибудь стало лучше, если при этом никому другому не становится хуже. Также автором рассматривается производственно-транспортная задача с позиции логистического подхода. Модель данной задачи характеризует минимизацию приведенных затрат на производство с учетом транспортных расходов по доставке сырья и материалов в данный пункт производства, а также минимум затрат на доставку готовой продукции потребителям. Сущность приводимого алгоритма решения заключается в последовательном нахождении значений приведенных затрат при изменении размера предприятий и транспортных расходов, связанных с доставкой готовой продукции потребителям.

Отечественный пример внедрения на машиностроительном предприятии внутрипроизводственной логистической комплексной системы транспортного обслуживания описан в работе [61]. Необходимым условием для создания такой системы явились устойчивые транспортные связи, в результате были решены следующие задачи:

- создана оптимальная система постоянно действующих маршрутов и построена математическая модель внутризаводских перевозок;
- оптимизирована структура парка и количество транспортных средств для обслуживания технологических перевозок;

- изучена динамика существующих на предприятии грузовых потоков и разработан алгоритм моделирования перевозок с учетом минимизации перевозок;
- разработана методика определения удельных затрат на погрузочно-разгрузочные, транспортные и складские работы при межцеховых перевозках.

В работе [85] отмечается, что сложившаяся на сегодня транспортная система в строительстве не гарантирует доставку грузов на стройки в запланированное время и необходимыми комплектами. Работа транспорта слабо скоординирована с другими участниками транспортного процесса, что приводит к увеличению порожних пробегов автомобилей, снижению объема перевозок и повышению их себестоимости.

Авторы предлагают обратить внимание на централизованные формы управления, получившие распространение в странах с развитой рыночной экономикой. В крупных корпорациях и фирмах объединены сбытовые и транспортные службы и, таким образом, сформированы логистические структуры, занимающиеся управлением и организацией потоков материальных ресурсов в соответствии с потребностями заказчиков. И для повышения уровня транспортного обслуживания строек решить задачу, связанную с созданием комплексных логистических систем в строительном производстве.

В работе [86] предлагается рассматривать все стадии обработки строительных материалов, начиная от добычи сырья и заканчивая возведением зданий, отмечая, что на всех стадиях широко применяются различные виды транспорта. Затраты на все виды перевозок в строительстве составляют около 30% от его общей стоимости.

Авторами работы приводятся данные исследований, согласно которым, что из-за несвоевременной поставки материалов, вызванной нарушением спроектированного графика работы транспорта, составляют около 10-15% рабочего времени. Фактические простои транспортных средств при их

загрузке и разгрузке более чем в 1,5-2 раза превышаю предусмотренные нормами. Недостаточен контроль за использованием автомобилей на линии, отсутствует учет транспортных затрат в строительных подразделениях.

Ввиду того, что эффективность работы транспорта в значительной мере зависит от качества планирования и уровня организации поставок материальных ресурсов, можно сделать вывод: центральный орган управления транспортной системы в строительстве должен быть составным компонентом системы снабжения и комплектации.

В работе [87] рассматриваются основные принципы организационно-технологического моделирования строительных потоков предусматривают и их неразрывную связь с процессом поставки материалов, где решающую роль имеет транспортно-технологический процесс.

Основой совершенствования транспортного процесса при обеспечении строительства, предлагается использование методов и средств многовариантного организационно-технологического моделирования, позволяющих проводить комплексный функциональный анализ, выбор и оценку альтернативных решений на всех стадиях подготовки транспортного процесса.

В работе [88] Д.Г.Одинцов отмечает, что для управления транспортно-технологическими процессами в строительстве необходимо знать закон их движения и область управления. Оптимизацию управления транспортно-технологическими процессами осуществлять в два этапа. На первом этапе, на базе плановых заданий, экономико-математических моделей и методов статистического и имитационного моделирования и прогнозирования, определяется наиболее целесообразный вариант и составляется расписание выполнения процессов.

Дальнейшее управление заключается в обеспечении такой производственной обстановки, которая позволяла бы осуществлять согласованное выполнение программ каждым звеном и процесса в целом на основе расписания.

В работе [89] отмечается, что в условиях перестройки хозяйственного механизма существенно меняются функции транспорта в строительстве и приоритетным становится направление, связанное не столько с формированием парка автотранспортных средств и с совершенствованием ремонта и технического обслуживания автомобилей, сколько с активизацией транспорта в производственно-транспортных (логистических) системах, обеспечивающих рациональное перемещение материальных ресурсов при строительстве зданий и сооружений.

Авторы обращают внимание на основные принципы логистики и ее влияние на работу транспорта, особенно в строительном производстве и тем более, что транспорт в строительстве занят не сфере материального распределения строительной продукции, поскольку она неподвижна, а активно способствует движению материалов и изделий в процессе строительства объектов.

Строительное производство несет так называемые скрытые издержки, их учитывают как издержки производства, которые полностью зависят от качества выполнения транспортного процесса. К таким издержкам относятся расходы на погрузочно-разгрузочные работы, связанные с простоями строительных бригад, машин и механизмов из-за несвоевременного и нерегулярного подвоза строительных материалов, изделий и конструкций.

С другой стороны, транспорту наносится ущерб из-за неравномерности предъявления заказов на перевозку грузов, неполного использования транспортных средств по времени и грузоподъемности и т.д.[90]

До настоящего времени усилия исследований по организации транспортных услуг в строительстве были направлены на оптимизацию перевозочного процесса при использовании транспортных средств. Подобный подход к организации перевозочного процесса был бы закономерным, если бы перевозки выполнялись только одной транспортной организацией без участия заводов-поставщиков, комплектующих и строительных организаций.

Для исследования и построения методологии управления всеми звеньями транспортного процесса в строительстве необходимы новые принципы и подходы, нашедшие отражение в научном направлении-логистике, которое является некоторым специализированным ответвлением системного подхода. Очевидно, трудно создать единую имитационную модель функционирования такой сложной системы. Поэтому автор предлагает иерархическую систему взаимосвязанных имитационных моделей.

Логистический подход позволит повысить эффективность строительного производства за счет координации процессов доставки материалов и изделий по всем звеньям логистической цепи; тесной увязки материалопотоков с процессами производства, бизнесом, маркетингом и др.; комплексного моделирования процессов движения материалов и изделий и использования моделей для оптимизации управления материалопотоками. [91]

В настоящее время получили распространение методы имитационного моделирования. Необходимость имитационного моделирования вызвана сложностью, комплексностью и динамичностью логистических систем, которые включают транспортные, снабженческие и производственные подсистемы. Очень важно для строительного производства разрабатывать научные основы управления материалопотоками. Это поможет обеспечить надежность, устойчивость и гибкость функционирования логистической системы в строительстве.

В работах В.И.Сергеева [92,93] системно изложены теоретические, методические и практические аспекты логистики в бизнесе и прослежена эволюция логистики, исследованы методология и научная база логистики и управления цепями поставок. Детально рассмотрен функциональный комплекс логистического менеджмента, включающего транспортировку. Роль транспортировки настолько велика, что круг вопросов, относящийся к этой логистической функции, часто выделяется в предмет изучения специальной

дисциплины – транспортная логистика. Современное понятие транспортировки в нашей стране существенно изменилось с развитием рыночных отношений. Транспортной принадлежит особая роль в становлении и развитии логистики в нашей стране. Отечественные транспортные и экспедиторские предприятия, участвующие в международных перевозках грузов, первыми на себе почувствовали необходимость внедрения логистических технологий транспортировки и грузопереработки.

В работе [94] на примере зарубежных стран рассмотрены функции и принципы транспортировки. Делается обзор набора услуг, предоставляемых перевозчиками, рассматриваются организационные принципы их деятельности и возможности выбора, имеющиеся у заказчиков. Детально описана транспортная инфраструктура по различным видам транспорта и их функциональные характеристики. Рассмотрены основы экономики транспорта и специфика ценообразования: структура издержек, стратегии ценообразования и тарифные ставки.

В работе [95] изложены новейшие подходы, концепции и идеи в материально-техническом снабжении и сбыте. Рассмотрены проблемы управления перевозками: консолидация небольших партий грузов, отслеживание и ускорение перевозок, переадресовка и реконсигнация, выбор маршрута, выбор перевозчика, определение тарифов и проведение переговоров.

Транспортировка является важной составляющей логистического процесса и управления цепями поставок, поэтому она требует эффективного управления. Перевозчики должны понимать роль, которую играет транспортировка в логистических системах их потребителей. С точки зрения грузоотправителя, наиболее важными особенностями при принятии решений являются входящие и выходящие транспортные потоки, выбор вида транспорта и перевозчика. Для перевозчика наиболее важными вопросами являются характеристики ценообразования, маршрутизация, предложения по услугам, конкуренция и маркетинговые виды деятельности. [96]

Большая доля общих транспортных расходов предназначена на перемещение товаров с предприятия-поставщика промышленному покупателю. В зависимости от типа перемещаемых товаров, перевозка может составлять 40% стоимости изделия, особенно если это изделие относительно небольшой стоимости и крупногабаритное, например строительные материалы. Но если бы сокращение расходов было бы единственной целью при покупке услуг по перевозке, то задача была бы легковыполнимой. Однако покупатель транспортных услуг учитывает не только расходы, но и предоставляемые услуги. Например, изделия приобретаются для того, чтобы соблюдать производственный график, а для имеющихся в наличии видов транспортировки необходимо различное время на перевозку. Кроме того предприятия могут отличаться по степени надежности и по уровню обслуживания. [97]

В работе А.В. Кириченко [98] раскрывается содержание и рассматриваются пути становления концепции логистической интенсификации транспортных систем в нашей стране и за рубежом. Приводится опыт организации скоординированной работы промышленности и транспорта. Описываются методы и даются рекомендации по формированию и развитию транспортно-логистических систем применительно к отечественному транспортному рынку.

Важным компонентом любой экономической системы и критически важным звеном связи в цепочках поставок большинства компаний является транспортировка. Принципиально новые возможности использования цепей поставок радикально меняют способы управления бизнесом, но это одновременно означает и изменение способа управления транспортными услугами. Исторически транспортировка рассматривалась как вспомогательная функция, где вопросам контроля уделялось мало внимания. Компоненты бизнеса, которые считались вспомогательными, не включались в состав реинжиниринговых проектов, из-за чего транспортировке не уделялось должное внимание, а порой о ней вообще забывали. [100]

В настоящее время интерес к реинжинирингу ослабевает, а эффективное управление транспортировкой имеет большой потенциал. Из-за отсутствия правильного управления и низких показателей функционирования затраты могут резко возрасти, что вызовет отрицательные последствия по всей цепи поставок, сбои в производстве, накопление запасов и ухудшение взаимоотношений с потребителями. [100]

У транспортировки есть несколько рычагов, которыми она воздействует на создание ценности компании через повышение валовой прибыли, снижение операционных издержек и рациональное распределение капитала компании, а именно:

- снижение транспортных расходов;
- снижение потребности в дорогостоящем экспедировании грузов;
- снижение операционных затрат на работу парка транспортных средств;
- снижение эксплуатационных расходов;
- снижение требуемого парка транспортных средств;
- увеличение скорости и надежности доставок (позволит предоставлять различный уровень обслуживания потребителям и сократить страховой запас). [100]

Компании, перемещающие продукт как от поставщиков и продавцов к себе, так и от себя к потребителям и конечным пользователям должны понимать основы транспортировки и видеть роль, которую играет транспортировка в деятельности предприятия. Недопонимание значимости транспортировки может привести к необоснованному росту затрат, плохому обслуживанию и более высоким уровням запасов, чем это необходимо. Существуют две убедительные причины, указывающие на необходимость совершенствования управления транспортировкой. Первая связана с рыночной конкуренцией, вторая – с обслуживанием потребителей. В последнее время эффективные транспортировки стали рассматриваться как важная составляющая, способствующая получению конкурентных преимуществ.

Концепция интегрированного управления транспортировкой предназначена, прежде всего, для того, чтобы добиться сфокусированности и координации взаимосвязанных серий похожих событий, чтобы при этом улучшилось обслуживание, а затраты снизились. Компании, улучшающие управление своей транспортировкой, могут повысить рентабельность, повысить уровень использования активов, снизить объем привлекаемого капитала и улучшить обслуживание потребителей. Применение концепции интегрирования в цепи поставок повышает эффективность операций, снижает затраты и в конечном счете улучшает обслуживание потребителей. Данный подход позволяет скоординировать все транспортные функции друг с другом и с другими звеньями цепи поставок.

Чтобы оптимально организовать транспортировку продуктов по всей сложной сети, необходимо глубоко разобраться в сущности важнейших элементов цепи поставок, их составе и конфигурации. [100]

В работах [100, 101, 102] всесторонне показана производственная и логистическая деятельность в плане интеграции в цепях поставок ключевых бизнес-процессов: производства, распределения, транспортировки, прогнозирования и планирования спроса, управления запасами, управления сервисом и поставками запасных частей, контролинга и управления возвратными материальными потоками.

В работе [103] авторами популярно излагаются основы логистики и управления цепями поставок, анализируется эволюция логистики в мире. История логистики рассматривается, прежде всего, с военных позиций, показывая как логисты помогали армиям побеждать.

Логистическая цепь компании включает географически распределенные объекты, где приобретаются, преобразуются, хранятся или продаются сырье, незавершенная и готовая продукция, и каналы распределения, соединяющие эти объекты, по которым перемещается продукция. Цель компании производителя – эффективное управление ресурсами, в том числе продуктами, по мере того как они перемещаются по

цепи поставок и транспортируются на географически распределенные рынки в необходимом количестве, в необходимой комплектации, в требуемое время и по конкурентоспособной цене.[104]

В работе Бочкарева А.А [104] изложены методологические основы интегрированного планирования и моделирования цепи поставок. Основное внимание уделено моделям линейного программирования, в том числе многопериодным и стохастическим, а также моделям смешанного целочисленного линейного программирования. Приведены примеры компьютерного моделирования цепей поставок.

Аналитический аппарат, используемый в некоторых функциональных сферах транспорта и логистики, характеризуется разрозненностью, незавершенностью, неполнотой, отсутствием глубоких прикладных разработок. В монографии [105] описаны процессы, происходящие в настоящее время в транспорте и логистике, показана роль синергетических эффектов в транспортно-логистических системах. Особое внимание уделено возможностям прикладного решения задач выявления синергетических эффектов, их оценки и прогнозирования.

Ритмичные поставки сырья позволяют обеспечить непрерывный и экономичный производственный процесс. Классический логистический подход к управлению предприятием основывается на выделении единой функции координации материальных потоков и технической, технологической, экономической и методологической интеграции отдельных подразделений предприятия, а также звеньев всей товаропроводящей цепи в единую систему. Однако к настоящему времени данный подход претерпел некоторые изменения. Акценты сместились от ориентации на жесткий централизованный контроль комплекса функций к процессному управлению. Данный подход не противоречит логистическому, а только дополняет его. [106]

Фрагментарное управление процессами компании приводит к тому, что учет логистических расходов либо ведется не полностью, либо по компании в

целом нет «сквозного» учета. При таком подходе нет полной картины расходов, и никакие самые современные методы моделирования или исследования операций не приведут к оптимальным расходам.

Данные, получаемые посредством учета и анализа логистических затрат, должны являться индикатором наличия проблем у предприятия в области логистики и служить основой для выбора эффективных вариантов решения этих проблем. Поэтому анализ должен проводиться на базе достоверной учетной информации, получение которой возможно лишь при условии тщательного планирования и учета затрат. [107]

В настоящее время, в связи с новыми экономическими реформами, система транспортного обслуживания строительства разрушена. Функции транспорта меняются. Приоритетным становится направление, связанное с активизацией транспорта в производственно-транспортных (логистических) системах, обеспечивающих рациональное перемещение материальных ресурсов.

Таким образом, анализ научных исследований посвященных вопросам логистики на транспорте позволяет сделать следующие выводы:

- в ранее выполненных исследованиях функционирования подвижного состава не учитывалось, что транспортные средства являются составным элементом единой логистической цепи поставок, интегрирующей производителей, потребителей продукции и транспорт.
- в большинстве случаев при анализе используются внутрипроизводственные цепи, при этом не рассматривается отдельно вопрос влияния транспортной составляющей на результат складывающийся в конце логистической цепи;
- при расчете показателей работы транспортных средств в цепи «поставщик-производство-потребитель» не учитывается действительный характер транспортного процесса.
- в настоящее время отсутствует методика анализа влияния транспортной составляющей на эффективность функционирования цепей поставок.

В практической деятельности предприятий автомобильного транспорта сегодня назрела необходимость в математическом и методическом инструменте для обеспечения высококачественного анализа и планирования деятельности автотранспорта в логистических цепях поставок.

Успешная реализация намеченных направлений позволит решить важную научную и практическую проблему, что создаст условия для научно обоснованного планирования и управления работой подвижного состава на звеньях логистических цепей поставок.

ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА И ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

2.1. Методы анализа производственной деятельности предприятий грузового автомобильного транспорта

Ориентация хозяйственного механизма на рыночные отношения требует пересмотра традиционного понимания многих важных экономических категорий, а в отдельных случаях наполнения их совершенно иным смыслом и практическим содержанием.

Анализ (от греческого – analysis) буквально означает расчленение, разложение изучаемого объекта на части, элементы, на внутренние присущие этому объекту составляющие. Формирование рыночной экономики обуславливает необходимость развитие анализа в первую очередь на микроуровне - на уровне отдельных предприятий и структурных внутренних подразделений, поскольку эти низовые звенья составляют основу рыночной экономики.

Анализ – это метод исследования, заключающийся в расчленении целого на части, позволяющий глубоко изучить явление, познать связи и

зависимости его развития. Применительно к анализу перевозок, являющихся основным видом производственной деятельности организаций грузового автомобильного транспорта, можно сказать, что он заключается в рассмотрении с максимальной детализацией исследуемого процесса как совокупности многих его образующих элементов; отдельном исследовании положительного и отрицательного влияния различных факторов на этот процесс; изучении причинной зависимости и взаимной связи изменений, происходящих в исследуемом явлении, с другими процессами.

Цель анализа – раскрыть зависимость результатов деятельности организации грузового автомобильного транспорта от эксплуатационных, технических и организационных факторов, определить степень влияния каждого фактора на выполнение плана перевозок, выявить резервы повышения производительности автомобилей и вскрыть причины, вызвавшие отклонение отчетных показателей от плановых [12,48, 49 109 и др.].

Основными задачами анализа являются: определение степени выполнения плана по производственным, эксплуатационным и финансовым показателям работы предприятия автомобильного транспорта в целом и каждого производственного подразделения в отдельности; выявление причин и факторов, повлиявших на выполнение установленных плановых заданий; выявление резервов производства; определение достигнутого организационно-технического уровня. В данной работе, согласно поставленной цели, рассматривается только основная производственная деятельность предприятий автомобильного транспорта, а именно – перевозка грузов.

К приемам анализа, с помощью которых можно выявить направление и степень влияния отдельных факторов или группы факторов относятся: сравнение показателей, цепные подстановки, исчисление разниц, процентные соотношения, выравнивание начальных точек анализа, детализация общих результатов, балансовые сопоставления, методы математической статистики [48, 49, 109, 110, 111, 112, 113, 114 и др.].

Сравнение – один из логических приемов, позволяющий дать характеристику явления через другие явления и понятия. Существует несколько приемов сравнения показателей [113]:

- сравнение отчетных показателей с плановыми позволяет дать предварительную оценку работе организации (положительную или отрицательную) и получить первоначальную ориентировку в итогах выполнения плана и выделить участки работы, требующие особо внимательного дальнейшего анализа;

- сравнение отчетных данных с данными предшествующих периодов дает возможность оценить темпы развития и напряженность плана анализируемого периода;

- сравнение отчетных показателей с данными других организаций;

- сравнение отчетных показателей со среднеотраслевыми.

Применение приемов сравнительного анализа имеет большое практическое значение при проведении анализа производственно-финансовой деятельности нескольких организаций [49]. При этом основное внимание уделяют сопоставлению качественных показателей работы: производительности труда, себестоимости перевозок, рентабельности и т.д. Количественные же показатели (среднесписочное количество автомобилей, объем перевозок и т.д.) имеют второстепенное значение и учитываются как факторы, оказывающие влияние на величину качественных показателей при значительной абсолютной их разнице по отдельным организациям. Зачастую существенные отличия в условиях функционирования предприятия автомобильного транспорта исключают возможность сопоставления результатов их работы. Указанный прием позволяет дать общую оценку работы организации, но не может вскрыть причин, определивших уровень выполнения плановых заданий.

Прием цепных подстановок позволяет определить влияние отдельных факторов на тот или иной показатель, характеризующий определенные результаты работы [12,110, 112, 114]. Обычно этим приемом пользуются,

когда между различными факторами существует зависимость, выражаемая формулой. Сущность приема цепных подстановок заключается в последовательной и постепенной замене плановой величины отдельных показателей, входящих в расчетную формулу, фактической (отчетной) величиной этих показателей.

Все показатели разбиты на две группы: анализируемые показатели, являющиеся объектом анализа, по которым требуется выяснить, какие причины вызвали их изменение, и показатели-факторы, используемые при анализе для объяснения изменений, произошедших в анализируемых показателях, определяющие условия воздействия на анализируемые явления. В ходе анализа должны быть выявлены все первопричины, определившие результативную величину показателя-фактора, т.е. показатели-факторы также подлежат анализу.

Применение этого приема позволяет определить степень и направление влияния каждого показателя-фактора, что способствует группировке факторов на положительные и отрицательные и выделению в каждой группе тех факторов, которые сыграли решающую роль в изменении анализируемого показателя, т.е. можно показатели-факторы расположить по степени их влияния. Кроме того, расчеты могут быть увязаны с конкретными причинами, обусловившими этот результат. Последнее способствует разработке мероприятий, направленных на улучшение анализируемого показателя. Указанные преимущества разбираемого приема обусловили его широкое применение на практике.

Недостатком приема цепных подстановок является то, что влияние каждого показателя рассматривается изолированно, без учета его взаимосвязи с другими показателями, хотя изменение одного из показателей вызывает изменение других. Наличие этих внутренних взаимосвязей при определенных условиях может отразиться на результатах расчета.

Разновидностью приема цепных подстановок является прием исчисления разниц [49]. Он дает возможность определить влияние

отклонения отдельных показателей на общие отклонения от плана. Обычно этим приемом пользуются при анализе показателей, выраженных в денежном исчислении.

Прием процентных соотношений также является разновидностью приема цепных подстановок и применяется при наличии зависимости между анализируемым показателем и показателями-факторами, выраженной формулой. С помощью приема процентных соотношений можно рассчитать, на сколько процентов изменится анализируемый показатель, если показатель-фактор изменится на 1%.

Прием выравнивания начальных точек анализа [49] заключается в определении абсолютного, относительного и допустимого отклонения величин. Как правило, допустимое отклонение отражает влияние факторов, не зависящих от предприятия, или влияние какого-либо конечного результата производственной деятельности на анализируемый показатель. Относительное отклонение отражает влияние факторов, полностью зависящих от предприятия автомобильного транспорта. Абсолютное отклонение – это результат совместного влияния указанных групп факторов. Данный прием чаще всего применяется при анализе затрат предприятий автомобильного транспорта.

Прием детализации общих результатов выполнения плана применяется с целью выявления причин, повлиявших на итоговые показатели, и заключается в последовательном расчленении технико-экономических показателей [113]. Признаки и степень детализации могут быть различны в зависимости от цели и содержания анализа. Детализация может проводиться по времени и месту получения итоговых показателей, а также по составным частям:

– детализация итоговых показателей по времени позволяет расчленить показатели за год по кварталам, месяцам; показатели за месяц – по декадам и дням; показатели за день – по сменам и часам. В результате детализации получают частные показатели, которые отличаются друг от друга по величине.

– детализация итоговых показателей по месту их получения заключается в расчленении итоговых показателей по предприятию автомобильного транспорта в целом на ряд показателей по отдельным производственным звеньям и конкретным работникам, имеет большое значение для выявления наиболее передовых и отстающих участков и работников.

– детализация показателей по отдельным составным частям позволяет выявить структуру итоговых показателей работы предприятия автомобильного транспорта, установить роль отдельных составных частей в образовании этих показателей, что в значительной степени будет содействовать выявлению факторов, оказавших влияние на достигнутый результат.

Таким образом, прием детализации показателей позволяет последовательно раскрывать результаты деятельности автотранспортной организации. Эта последовательность состоит в том, что выявленные при первоначальной детализации составные частные показатели подвергаются дальнейшей детализации; при выявлении новых показателей они, в свою очередь, опять детализируются и т.д. Такое расчленение продолжается до тех пор, пока не будут установлены первопричины тех или иных результатов работы организации.

Балансовые связи количественно отражают строго установленную взаимозависимость отдельных элементов. Изменение одного элемента в экономическом балансе неизбежно вызывает одновременное изменение другого элемента. Прием балансовых сопоставлений заключается в изучении экономических балансов, что дает возможность выявить причины, повлиявшие на результаты хозяйственных процессов. Наиболее широкое распространение прием балансовых сопоставлений получил при анализе использования материалов, запасных частей, финансового состояния организаций [49]. Балансовые сопоставления дают возможность выявить

факты внепланового привлечения оборотных средств и определить их источники.

Применение методов математической статистики в экономических исследованиях и в анализе распространяется в первую очередь на область переменных величин, связанных между собой функциональной зависимостью. При функциональной связи обычно известен полный перечень факторов, от которых зависят результативный признак и механизм взаимосвязи в виде того или иного уравнения, функции. Для изучения функциональных связей используются цепные подстановки и их разновидности. Однако связь между экономическими показателями далеко не всегда выражается функциональной зависимостью.

Часто зависимость между показателями носит вероятностный (стохастический) характер. Такая связь подвержена воздействию случайных, неучтенных факторов. Для изучения вероятностных связей применяются различные методы математической статистики. Наибольшее распространение из математико-статистических методов получили методы множественного и парного корреляционного анализа, который позволяет измерить тесноту связи между экономическими явлениями и показателями.

Корреляционно-регрессионный метод анализа [49, 115, 116] заключается в построении и анализе экономико-математической модели в виде уравнения регрессии (уравнения корреляционной связи), т.е. в виде той или иной функции, приближенно выражающей зависимость среднего значения результативного признака от одного или нескольких признаков-факторов. Построение этой модели возможно только при использовании значительного объема статистической информации. Но давно доказано, что статистика, собранная в предприятиях автомобильного транспорта «вчера», в подавляющем большинстве случаев непригодна для использования в расчетах «сегодняшнего дня». Один и тот же парк подвижного состава может даже ежедневно иметь разное количество и разных автомобилей в эксплуатации, ибо зависит от материально-технического снабжения, поставок

запасных частей определенной номенклатуры. И при этом ежедневно, ежемесячно и из года в год может иметь разную среднюю грузоподъемность. Поэтому использование данного метода при анализе производственной деятельности предприятий автомобильного транспорта неправомерно.

Для анализа выполнения плана по труду и заработной плате, себестоимости перевозок, прибыли, общей рентабельности, фондоотдачи, оборачиваемости оборотных средств используются аналитические формулы, выведенные интегральным методом, основанным на использовании определенного интеграла, который на отрезке от a до b для функции $f(x)$ представляет собой приращение первообразной этой функции $F(x)$, то есть $F(b) - F(a)$.

$$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a), f(x) = F'(x). \quad (2.1)$$

Примером использования интегрального метода в анализе экономических показателей служит величина транспортной работы, представленной в виде [79]:

$$P = \frac{A \cdot D_k \cdot \alpha_n \cdot T_n \cdot V_T \cdot l_e \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma_d}{l_e + t_{n-p} \cdot V_T \cdot \beta}. \quad (2.2)$$

Исходя из приведенной выше формулы получают аналитические зависимости влияния данных показателей на P , которые могут быть использованы для практического применения как при ручном счете, так и с помощью ЭВМ. Например, влияние (A) на (P) будет иметь вид [117]:

$$P_A = \Delta A \frac{P_0 A_1 + P_1 A_0}{2 A_1 A_0}. \quad (2.3)$$

При этом метод имеет ряд недостатков: во-первых, метод базируется на формуле, которая уже сама содержит недостатки, отмеченные в предыдущем разделе; во-вторых, анализировать можно после того, как получен результат. В нашем же случае большое значение имеет прогноз влияния ТЭП на натуральную эффективность подвижного состава.

Из обзора методов анализа следует, что наиболее приемлемым является метод цепных подстановок, так как в данной работе анализу подлежит основная производственная деятельность предприятий автомобильного транспорта, т.е. перевозка грузов. Остальные методы разрабатывались для анализа финансовой деятельности, затрат, выявления передовых и отстающих участков и работников, фактов внепланового привлечения оборотных средств и т.п. Поэтому, несмотря на имеющиеся недостатки метода цепных подстановок, он принимается как метод для анализа производственной деятельности предприятий автомобильного транспорта. К тому же, его использование позволит выдержать условие сопоставимости полученных результатов с ранее выведенными.

Одним из новых подходов к анализу транспортного процесса в цепи поставок “поставщик - производство - потребитель “ должна стать логистика. Капиталоемкость мероприятий по улучшению показателей работы транспортных средств и их систем значительно меньше, чем затраты при адаптации сферы материального производства к изменениям условий функционирования логистической цепи поставок.

Длительное время в отечественной экономике система материально-технического обеспечения и транспорт были разобщены. Это приводило к большому количеству приписок на автотранспорте, неудовлетворительному обслуживанию снабженческих организаций, затовариванию складов, дефициту ресурсов у потребителей, нерациональному использованию подвижного состава и т.п.

Логистика ведет к отказу от проведения мероприятий отдельно по рационализации материально-технического обеспечения и перевозок, она

нацелена на рационализацию всей сферы обращения и производства в совокупности. Согласование экономических и технологических критериев в рамках единой системы управления материальными потоками повышает полезность транспортной деятельности, так как технико-экономические характеристики транспорта определяются из условий системной оптимальности.

Принципиальное отличие логистического подхода к анализу от традиционных методов заключается в интеграции отдельных звеньев материалопроводящей цепи в единую систему, способную адекватно реагировать на возмущение внешней среды.

Логистический подход к анализу деятельности предприятий автомобильного транспорта позволит объективно выявить экономическую целесообразность перевозок на конкретных маршрутах и обеспечит экономическую уверенность в принятии решений в сфере доставки грузов, как для производства продукции, так и доставки ее конечному потребителю.

Предметом логистического анализа должны стать транспортные процессы, протекающие в цепи “поставщик-производство-потребитель“, и результат, складывающийся в конце цепи.

Под методом логистического анализа в широком смысле слова следует понимать способ подхода к изучению законов функционирования процессов протекающих в цепи “поставщик-производство-потребитель”. Диалектический способ подхода к изучению хозяйственных процессов в их становлении и развитии может стать одним из методов логистического анализа. Особенностью диалектического подхода в том, что изучаемые явления и процессы берутся в их взаимосвязи и взаимообусловленности, их движении, изменении и развитии. Одной из особенностей метода логистического анализа - изучение причин, вызвавших изменение тех или иных показателей в цепи “поставщик-производство- потребитель“.

На функционирование логистической цепи поставок могут влиять многочисленные и разнообразные факторы. Выявить и изучить действие

абсолютно всех факторов весьма затруднительно и не всегда целесообразно. Задача состоит в том, чтобы установить влияние причин, которые протекают на транспорте.

Задачами логистического анализа является:

- повышение научно-экономической обоснованности процессов, протекающих в логистической цепи поставок под влиянием процессов, протекающих на транспорте;
- объективное и всестороннее изучение установленных закономерностей протекающих в логистической цепи поставок;
- определение экономической эффективности при изменении технико-эксплуатационных показателей работы автомобильного транспорта на функционирование логистической цепи поставок в целом;
- выявление неиспользованных резервов на всех стадиях функционирования логистической цепи поставок;
- обоснование и проверка оптимальности решений принимаемых на стадии планирования.

Логистический анализ должен стать информационной базой для подготовки оптимальных управленческих решений, и проводиться он должен, когда может дать наибольший эффект, на предплановой стадии. Существенной причиной слабого развития аналитической деятельности как предприятий автомобильного транспорта, так и транспортных подразделений предприятий является отсутствие достаточно простой, но в тоже время научно обоснованной методики, позволяющей быстро и качественно проводить анализ эффективности транспортного процесса и его планирование в цепях поставок.

2.2. Общие понятия о транспортном процессе в логистических цепях поставок

2.2.1. Применение системного подхода в описании функционирования логистических прямых цепей поставок

В условиях все усложняющихся взаимосвязей между отдельными отраслями производства и внутри каждой из них огромное значение приобретают проблемы совершенствования организации и управления определенными системами. В частности, эти проблемы все в большей степени привлекают внимание научных и практических работников транспорта. При этом, с общетеоретической точки зрения, принципиальное значение имеет выбор метода описания, понимая под этим основную научную концепцию рассмотрения проблемы. В качестве научной концепции принят системный метод (подход). В настоящее время системный подход еще не сформировал общепринятой терминологии. Современные системные исследования включают в себя многочисленные направления от философского анализа принципа системности и категории системы до изучения конкретных социально-экономических и других систем, в том числе и транспортных.

Системный подход обладает некоторой методологической особенностью. Наряду со специально созданными для него достаточно детализированными процедурами в его рамках используются и совсем не строгие методы, основанные на интуиции и практическом опыте.

В качестве ориентира применения системного подхода можно использовать схему, включающую в себя следующие этапы:

- выявление и постановка проблемы, ее формулировка и структуризация;
- изучение специфики объекта, его внешних и внутренних связей во временном, структурном и других аспектах;
- анализ основных структурных элементов на качественном уровне;
- формирование целей решения проблемы, критериев, установление их иерархической взаимосвязи, возможности ранжирования и количественной оценки;

- определение альтернативных путей достижения целей, важнейших ограничений;
- сбор исходной информации, оценка ее полноты и достоверности;
- построение различного рода моделей, количественный анализ основных структурных элементов, определение связанных с альтернативами затрат и результатов;
- проведение расчетов по моделям, синтез результатов качественного и количественного анализа, внесение экспертных поправок и подготовка решений, в случае необходимости – корректировка моделей, исходной информации, повторное проведение расчетов и синтез результатов.

В настоящее время успешное функционирование любого предприятия в значительной степени зависит от точности обеспечения производства необходимыми сырьевыми ресурсами по показателям количества, качества и времени. В связи с чем возникает необходимость создания автотранспортных логистических систем на основе единого технологического процесса производственно-транспортной системы, индивидуальной технологии, подъемно-транспортного оборудования; развития услуг сервиса на высоком уровне; достижение минимально неблагоприятного воздействия технологического процесса на окружающую среду и безопасных условий труда. При этом, критерием эффективного функционирования цепи поставок принимаются время транспортного обслуживания, минимальные совокупные издержки по всей цепочке, ориентация на рынок, на потребителя.

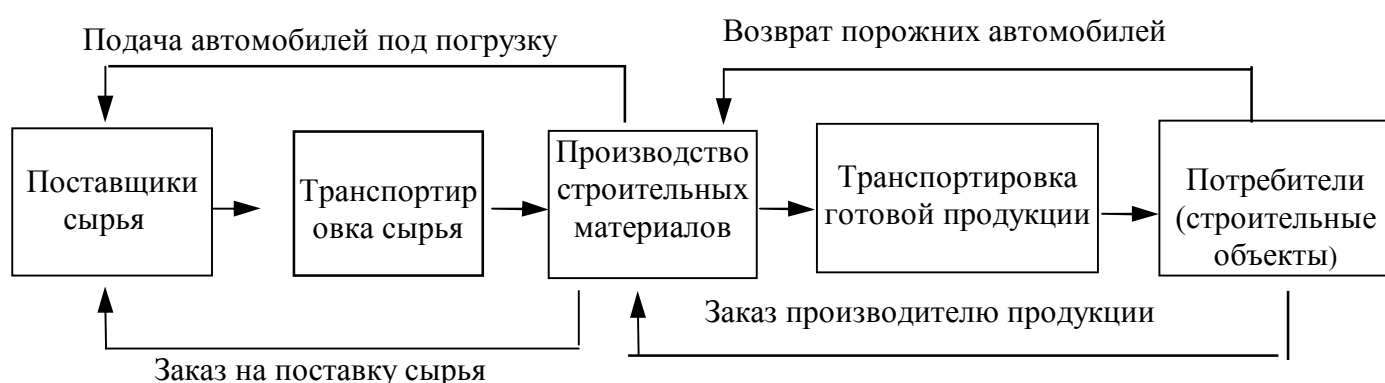
Примером логистических цепей поставок являются производственно-транспортные системы при строительстве зданий и сооружений, уборочно-транспортно-заготовительные системы зерновых культур, овощей и фруктов; системы поставки хлебобулочных, молочных продуктов в торговую сеть.

Логистические цепи поставок являются связующим звеном логистических систем и представляют собой линейно упорядоченное множество физических и/или юридических лиц, осуществляющих логистические операции по доведению внешнего материального потока от

одной логистической системы до другой или до конечного потребителя [118, 119, 120].

Проведенные исследования по современному состоянию теории логистического подхода к анализу транспортного процесса в цепях поставок, позволяют утверждать, что в настоящее время отсутствует математический аппарат для описания транспортного процесса, протекающего внутри логистических цепей поставок, научно обоснованной методики анализа и планирования системы материально-технического обеспечения на предприятиях автомобильного транспорта. В результате это приводит к неудовлетворительному обслуживанию снабженческих организаций, затовариванию складов, дефициту ресурсов у потребителей, нерациональному использованию подвижного состава и т.п.

Выбранная для исследований логистическая цепь поставок (см. рис.2.1.1.), в полной мере отвечает требованиям технологической целостности, что не мало важно для установления влияния процессов, свойственных работе предприятий автомобильного транспорта на результат, складывающийся в конце цепи поставок. Технологическая целостность достигается за счет соединения всех промежуточных звеньев, таким образом, что “выход” продукта с одного производства был одновременно “входом” в другое производство, при рациональном времени на транспортировку. Транспорт в этом случае выполняет роль конвейера, который замыкает непрерывный технологический процесс. При такой организации транспортного процесса транспортная деятельность сориентирована на обслуживание всей логистической цепи поставок и технико-экономические характеристики транспорта определяются из условий функционирования цепи поставок в целом.



В научных исследованиях [118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126] достаточно много внимания уделяется вопросам функционирования автомобильного транспорта на всех уровнях, но транспортный процесс рассматривается изолировано от общих задач доведения материального потока до конечного потребителя.

До настоящего времени экспедиторы являлись по сути дела промежуточными структурами, выполняя отдельные функции между поставщиками и транспортными предприятиями, а также между транспортными предприятиями и потребителями продукции, т.е. обслуживали совершенно разные самостоятельные системы. В результате чего экспедиторам приходилось прибегать к искусственным методам увязки параметров грузопотоков на стыке “поставщик- транспорт” и “транспорт- потребитель”. К тому же экспедиторы не могут комплексно оценить весь товаротранспортный рынок, а, следовательно, оперативно отреагировать на изменение спроса, не говоря уже о целенаправленном его формировании и подчинении интересам компании. Таким образом, экспедиционные компании должны перейти из разряда посредников на рынке автотранспортных услуг в перевозчиков, взявших на себя функции операторов перевозки грузов и привлекающих фактических перевозчиков как стороны договора.

Но такой подход требует от экспедиторов современного информационного, математического и программного обеспечения, позволяющих оценить эффективность работы каждого из участников логистической цепи поставок на стадии заключения договоров на автотранспортные услуги.

Выше сказанное доказывает необходимость научного исследования транспортного процесса внутри логистических цепей поставок. Это в свою очередь потребует разработки математического аппарата, позволяющего учесть особенности влияния транспортного процесса на конечный результат в логистической цепи поставок.

2.2.2. Классификация автотранспортных систем доставки грузов

Рассматривая системы доставки грузов с позиций организации и управления грузовыми автомобильными перевозками, можно заметить, что любая транспортная система, каких бы она не была размеров, представляет собой совокупность средств и путей сообщения, а также погрузочных и разгрузочных пунктов, подразделений анализа, планирования и управления процессами подготовки и доставки грузов.

В зависимости от таких признаков как: мощность осваиваемых грузовых потоков; конфигурации маршрутов; количества грузовых пунктов на маршруте; закономерностей влияния технико-эксплуатационных показателей на эффективность системы и работы транспортных средств; необходимость расчета порядка вхождения автомобилей в систему; возможности применения различного математического аппарата для описания систем и решения задач управления процессами; и в соответствии с их иерархическим расположением все транспортные системы можно подразделить на: микросистемы, особо малые системы, малые системы, средние системы, большие системы, особо большие системы, суперсистемы.

В работе [] профессором Николиным В.И. были изложены теоретические основы функционирования автотранспортных систем 1 и 2-го уровней (см.табл.2.1), обозначено место средних и больших систем в общей классификации.

Микросистемы – маятниковые маршруты с обратным не груженым пробегом, на которых согласно потребности в перевозках, необходимо иметь не более одного автомобиля. Особенностью таких систем является то, что понятия «ездка» и «оборот» на них совпадают, так как за каждый оборот выполняется одна груженная ездка и только половину пробега за оборот транспортные средства проходят с грузом.

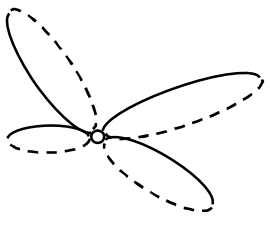
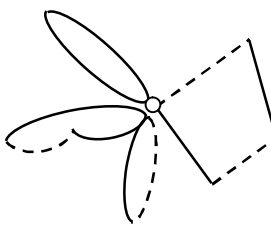
Особо малые системы – кольцевые и маятниковые маршруты, на которых в обратном направлении перевозится груз, с частичной или полной загрузкой автомобиля. Общим для особо малых и микросистем является то, что здесь также, согласно объему перевозок, должно работать не более одного транспортного средства. Особо малые системы (маятниковые маршруты), в свою очередь, могут быть различных видов:

- маятниковый маршрут с груженым пробегом в обоих направления;
- маятниковый маршрут, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок;
- маятниковый маршрут, когда в обратном направлении перевозится меньшее количество груза.

Таблица 2.1

Классификация автотранспортных систем доставки грузов

Уровень	№ п/п	Наименование системы	Классификационные признаки		Транспортная схема перевозок грузов	Особенности
			Общие	индивидуальные		
	1	Микросистемы (микс)	ТС=1, A ₃ =1	N _п =1, N _р =1,		W _а = Q _с
	2	Особо малые (омс)		N _п >1, N _р >1,		W _а = Q _с
	3	Малые (мс)	ТС=1, N _п ≥1, N _р ≥1, A ₃ >1	J _д >R, t _{ож} =0 (ненасыщенные)		W _а <Q _с
	4			J _д ≤R, t _{ож} ≥0 (насыщенные)		

5	Средние (ссадг)	$TC > 1,$ $A_3 \geq 1$	$J > R_{ц.п.}, t_{ож} = 0$ (ненасыщенные)	простые	комбинированные	$W_a \leq Q_c$ 1 вид – вывоз груза ($N_n = 1, N_p > 1$); 2 вид – завоз груза ($N_n = 1, N_p > 1$); 3 вид – завоз-вывоз груза ($N_n > 1, N_p > 1$);
			$J \leq R_{ц.п.}, t_{ож} \geq 0$ (насыщенные)			
6						
7	Большие (бс)	Совокупность транспортных систем I, II, III уровня	Совокупность транспортных схем I, II, III уровня			Подвижной состав одного АТП или организации

Примечание: TC – количество транспортных схем перевозок грузов в системе; A_3 – количество подвижного состава в эксплуатации; N_n, N_p – количество пунктов погрузки и разгрузки в системе; J – средний интервал прибытия автомобилей в центральный грузовой пункт системы; $R_{ц.п.}$ – ритм работы центрального пункта; $t_{ож}$ – время ожидания грузовых операций подвижным составом; П, Р – условные обозначения пункта погрузки и разгрузки;

- движение с грузом, - движение без груза; W_a – выработка автомобиля; Q_c – выработка системы.

В отличие от микросистем в особо малых системах за каждый оборот выполняется несколько ездов, на транспортных схемах (маршрутах) особо малых систем может находиться несколько грузовых пунктов ($n > 2$), но это не вызывает необходимости построения графика совместной работы автомобиля и погрузочно-разгрузочных механизмов (грузового поста).

К особенностям функционирования микро и особо малых систем относится то, что время пребывания транспортного средства в наряде отождествляется с временем функционирования системы, что имеет принципиальное различие в других системах. Здесь также выработка автомобиля определяет эффективность всей системы. Но, однако, по признаку сложности особо малые системы относятся к следующему иерархическому уровню (более высокому).

Малые системы – согласно схеме выполнения перевозок такие системы представляют собой маятниковые всех типов и кольцевые маршруты. В отличие от особо малых систем здесь осваиваются более мощные грузовые потоки, а поэтому используется несколько единиц и даже десятков транспортных средств. Но на каждом маршруте транспортные средства выполняют работу независимо от работы на других маршрутах, т.е. можно сказать, что системы изолированы друг от друга, и характер

протекания процесса в одной из них не оказывает влияния на остальные и наоборот.

Для таких систем характерна необходимость учета последовательности выхода транспортных средств в линию. Требуется составление графиков выпуска и прибытия под первую погрузку с целью исключения первоначального образования очереди в местах погрузки. Расчет работы каждой транспортной единицы должен производиться с учетом пропускной способности пунктов погрузки-выгрузки и согласованного времени движения подвижного состава.

Если для микро и особо малых систем понятие производительности подвижного состава (в течение смены или суток совпадают с производительностью системы), то в малых системах они имеют различия. Причем производительность автомобиля может возрастать, а производительность в целом системы – нет, а отсюда закономерности, свойственные транспортным средствам, подчас не вызывают эквивалентной реакции системы. Поэтому для описания функционирования малой системы невозможно использовать модели, созданные для более простых систем.

Малые системы различаются на: ненасыщенные, насыщенные и перенасыщенные. Для ненасыщенных систем интервал прибытия транспортных средств в грузовые пункты больше ритма исполнения погрузочных или разгрузочных работ, что вызывает простои постов погрузки (разгрузки). В насыщенной системе интервал равен ритму, а в перенасыщенной интервал меньше ритма. Поэтому обязательно образуется очередь автомобилей в грузовом пункте, там, где наибольшая величина ритма, даже если автомобили будут прибывать строго регулярно.

Средние системы представляют собой по конфигурации радиальные маршруты (транспортные схемы). Здесь осваиваются мощные грузовые потоки, а потому используются десятки транспортных средств, деятельность которых подчинена общей цели и технологический процесс доставки грузов подчиняет единому ритму все элементы системы.

Таким образом, под средней системой доставки грузов следует понимать совокупность одного центрального и множества периферийных пунктов, соединенные между собой транспортной сетью, на которой функционируют десятки автомобилей, а перевозка грузов осуществляется по радиальному маршруту, ветви которого по конфигурации соответствуют маятниковым и кольцевым маршрутам.

Большие системы – это общее количество маршрутов перевозки грузов, обслуживаемых подвижным составом одного транспортного предприятия или объединения. Здесь могут быть представлены системы всех видов, начиная с микро системы, имеющие общую материально-техническую базу, единое руководство и управление всеми подразделениями, подчиненное основной производственной деятельности – выполнять перевозки в соответствии с заключенными договорами.

2.3. Классификация логистических цепей

На практике большинство организаций получают материалы от множества разных поставщиков и передают свою продукцию самым разным потребителям. Поэтому, пройдя через разные уровни поставщиков и по разным цепям поставок, различные исходные материалы «встречаются» друг с другом в организации, проходят через нее, и на выходе появляются продукты, которые затем, перемещаясь через разные уровни потребителей, снова расходятся. [1]

У каждого продукта своя собственная цепь поставок, поэтому общее число разных конфигураций таких цепей огромно. Некоторые из них очень короткие и простые, другие цепи поставок могут быть длинными и сложными.

Логистическая цепь – это линейно упорядоченное множество организаций и структур, осуществляющие логистические операции по доведению материального потока от поставщика до потребителя с

добавленной стоимостью или без таковой. Логистические цепи формируют логистическую систему. Все логистические системы, в зависимости от взаимосвязей между ее участниками, делятся на три вида:

1. Прямые связи – система, в которой материальный поток доводится до потребителя без участия посредников в логистической цепи;
2. Эшелонированные связи – материальный поток проходит, по крайней мере, через одного посредника;
3. Гибкие связи – доведение материального потока до потребителя может осуществляться как по прямым связям, так и с участием посредников. [1]

2.1 Прямые цепи поставок

1. Микросистема - маятниковый маршрут с обратным негруженным пробегом, на котором согласно потребности в перевозках необходимо использовать единицу подвижного состава. [5]

Для микросистемы характерны следующие моменты:

$$A_{\text{э}} = 1; N_n = 1; N_{\text{в}} = 1,$$

где $A_{\text{э}}$ - количество работающих автомобилей в системе, ед.;

$N_n, N_{\text{в}}$ - количество соответственно погрузок и выгрузок за езду, ед.

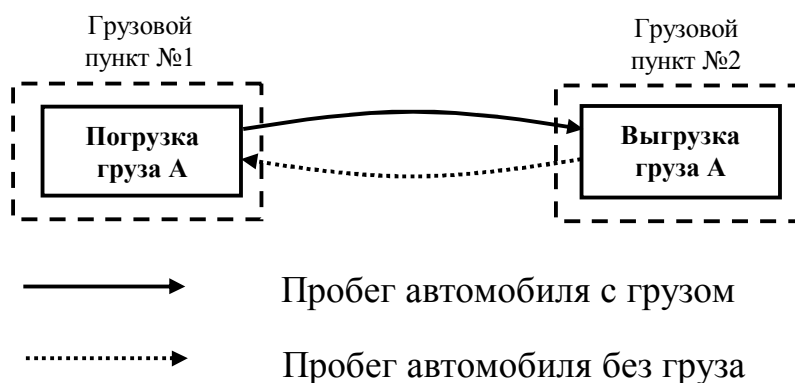
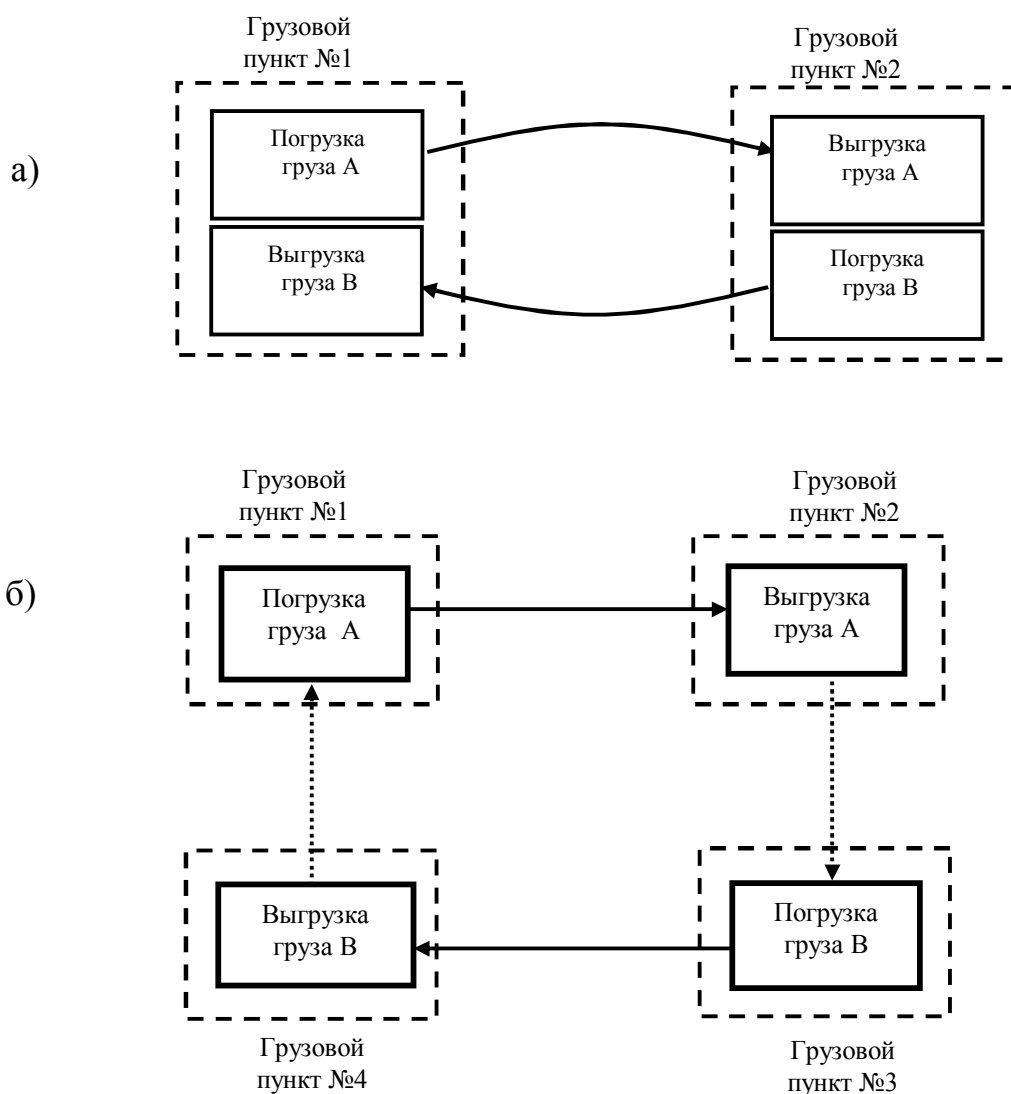


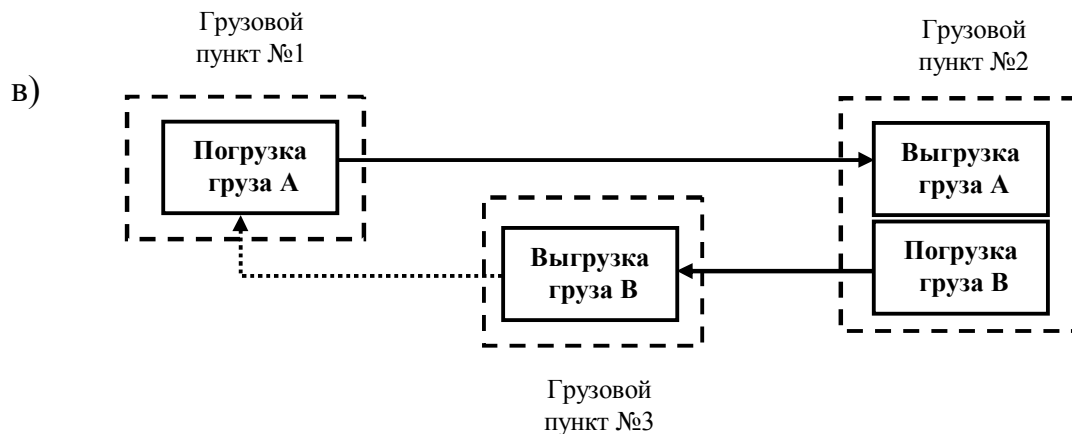
Рис. 2.1 – Микросистема, как прямая цепь поставки

2. Особо малая система - кольцевые и маятниковые маршруты, на которых в обратном направлении перевозится груз (в т.ч. и не на всем протяжении маршрута) с частичной или полной загрузкой автомобиля, где используется единица подвижного состава. [5]

Для особо малой системы характерны следующие моменты:

$$A_{\varepsilon} = 1; N_n > 1; N_{\varepsilon} > 1.$$





- а) маятниковый маршрут с обратным полностью груженым пробегом;
 б) кольцевая транспортная схема;
 в) маятниковый маршрут с обратным частично груженым пробегом

Рис. 2.2 – Особо малая система, как прямая цепь поставки

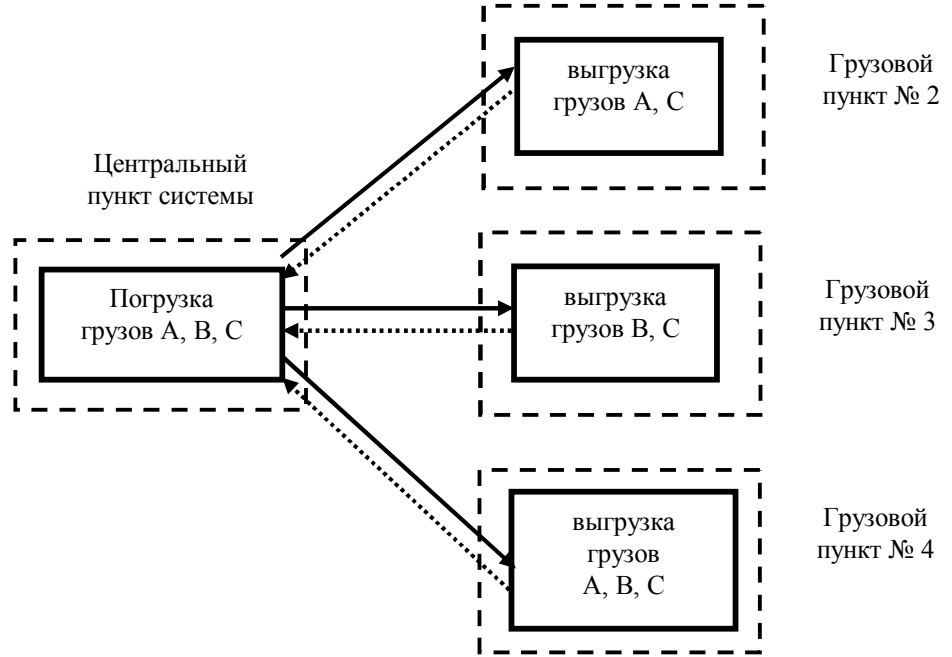
3. Маятниковые маршруты различных типов и кольцевые маршруты, где осваиваются достаточно мощные грузовые потоки, а поэтому используются несколько единиц или даже десятков транспортных средств. Кроме того, такие системы могут быть насыщенными – $z_{пл} > z_{max}$; ненасыщенными – $z_{пл} < z_{max}$ (где $z_{пл}$ - плановое количество ездов; z_{max} - максимально возможное количество ездов). [5]

Для малой системы характерны следующие моменты:

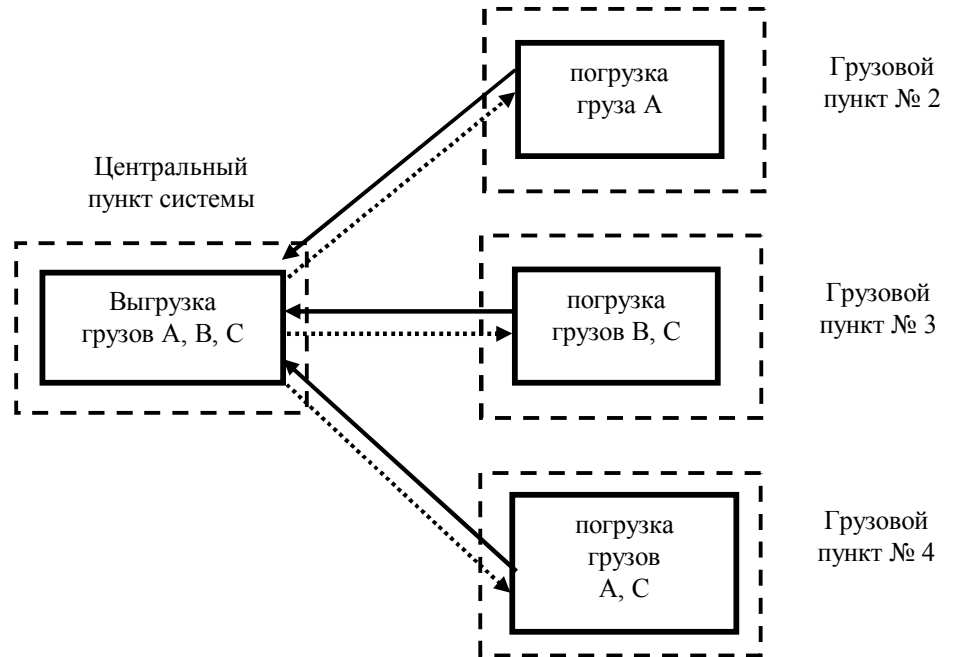
$$A_{э} > 1; N_n \geq 1; N_v \geq 1.$$

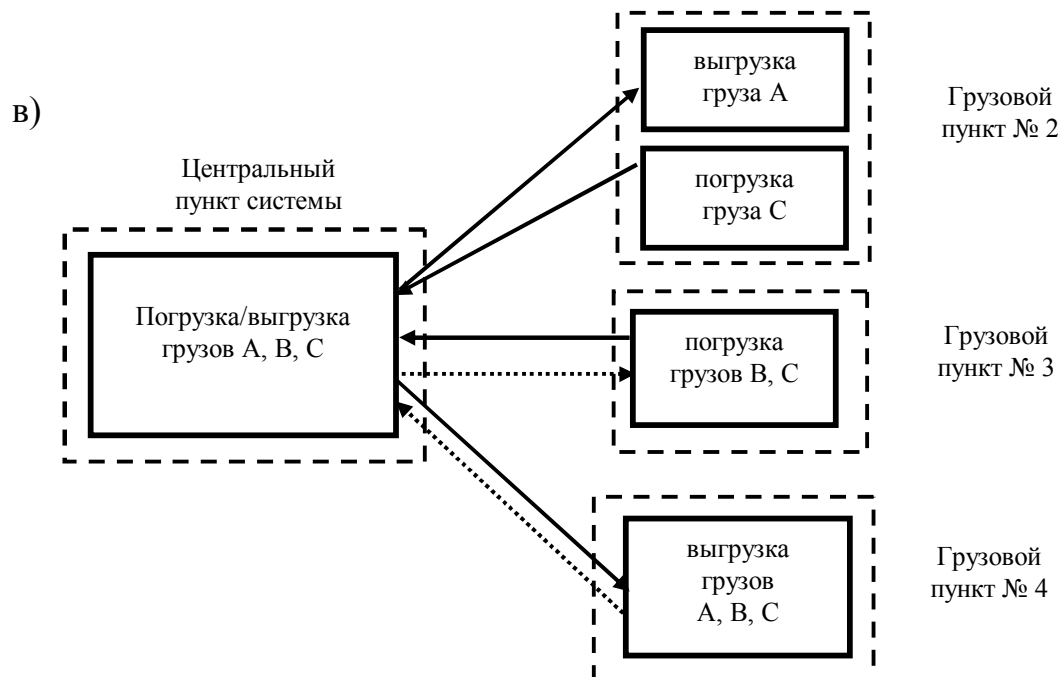
4. Средняя система доставки грузов - совокупность нескольких систем различного вида, деятельность которых подчинена общей цели, и технологический процесс доставки грузов подчиняет единому ритму элементов всех систем. [5]

а)



б)

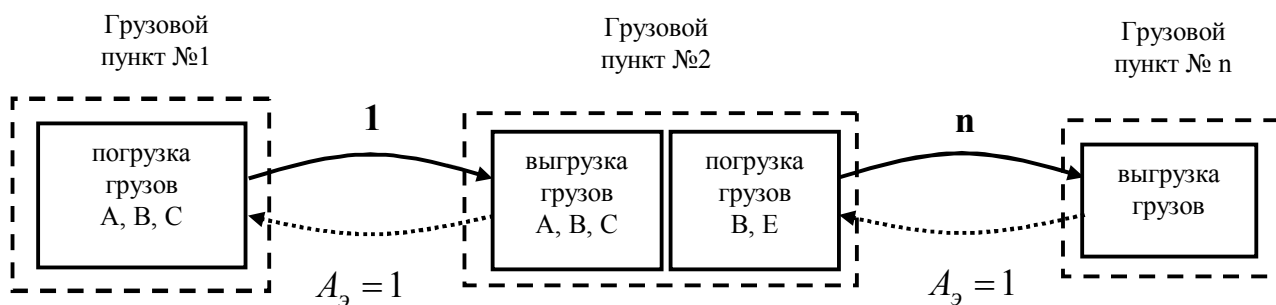




- а) завоз грузов А, В, С;
 б) вывоз грузов А, В, С;
 в) завоз/вывоз грузов А, В, С

Рис. 2.3 – Простая средняя система, как прямая цепь поставки

2.2 Эшелонированные цепи поставок на основе многозвенных последовательных цепей поставок



n – количество звеньев.

Рис. 2.4 - Эшелонированные цепи поставок на основе совокупности микросистем

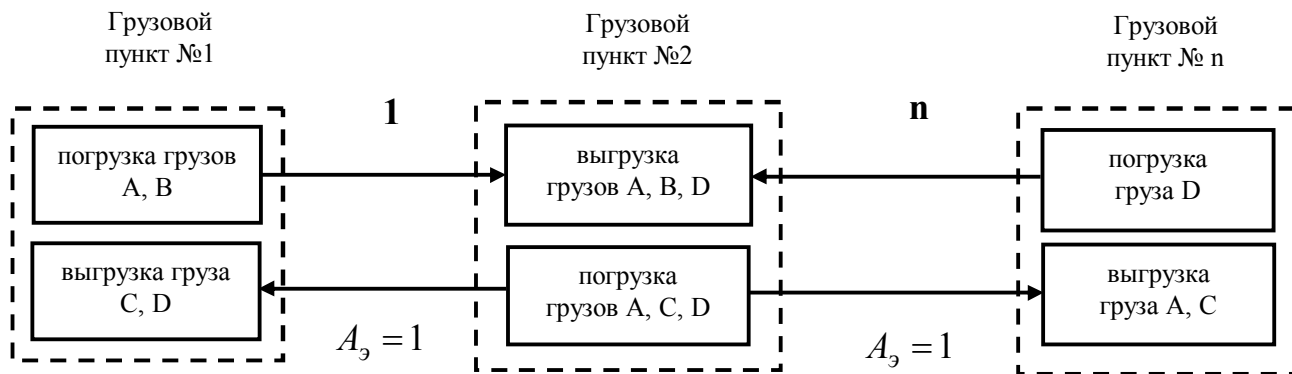


Рис. 2.5 - Эшелонированные цепи поставок на основе совокупности
особо малых систем

Совокупность малых систем (вышепредложенные типы систем, но $A_э > 1$).

Совокупность микросистем, особо малых и малых систем

доставки грузов:

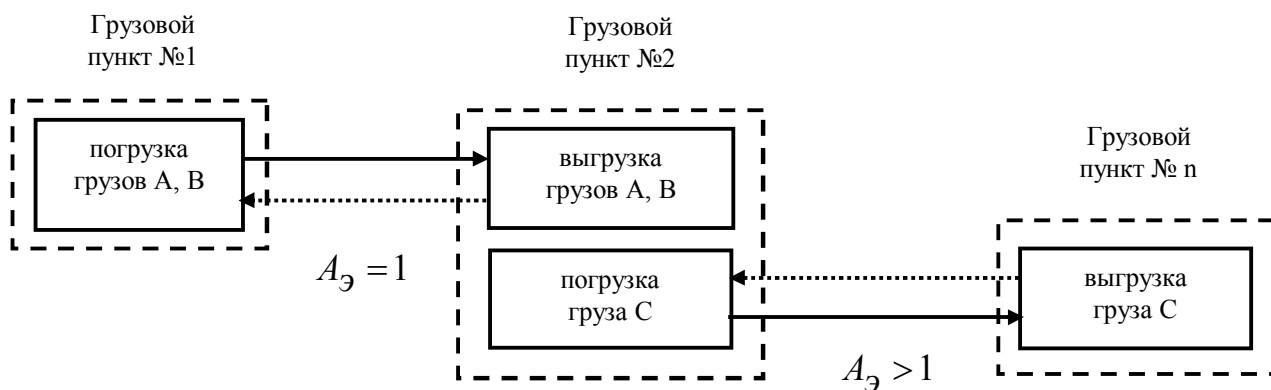


Рис. 2.6 - Эшелонированные цепи поставок на основе совокупности
микросистем и малых систем

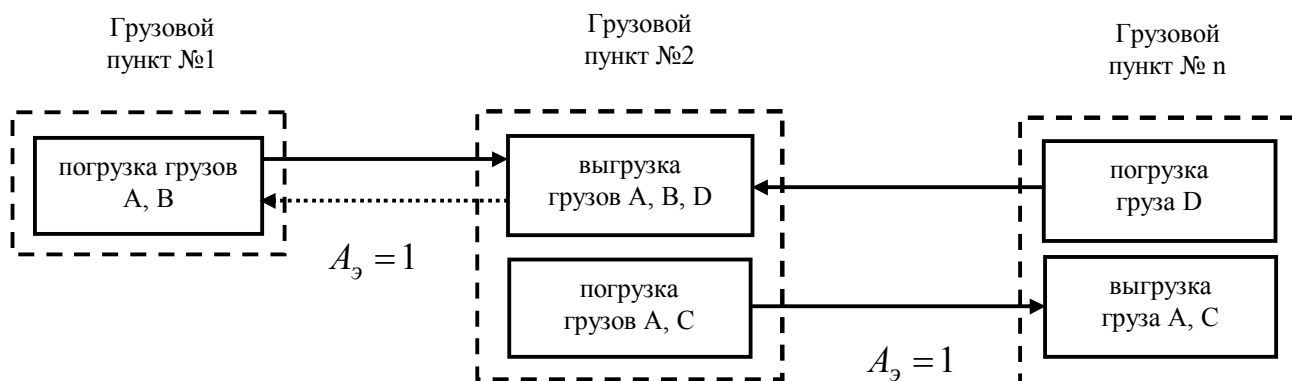


Рис. 2.7 - Эшелонированные цепи поставок на основе совокупности микросистем и особо малых систем

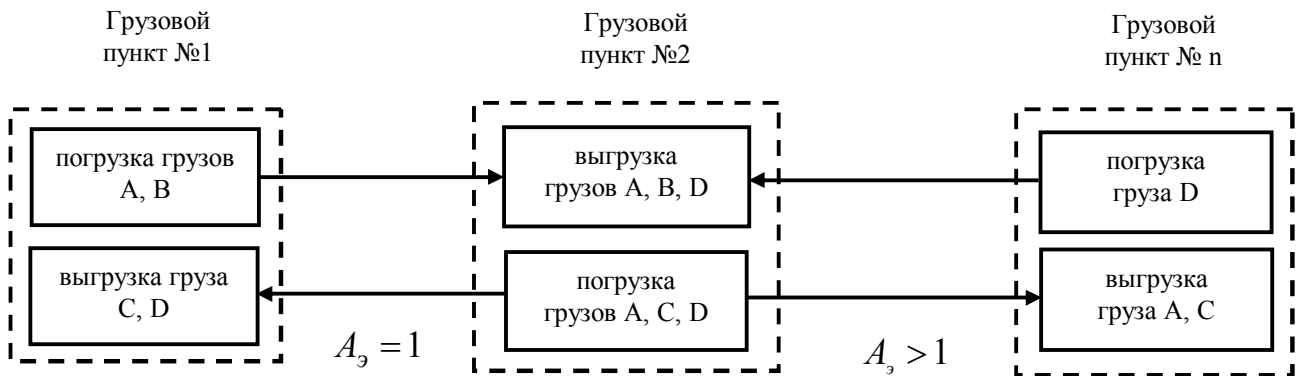
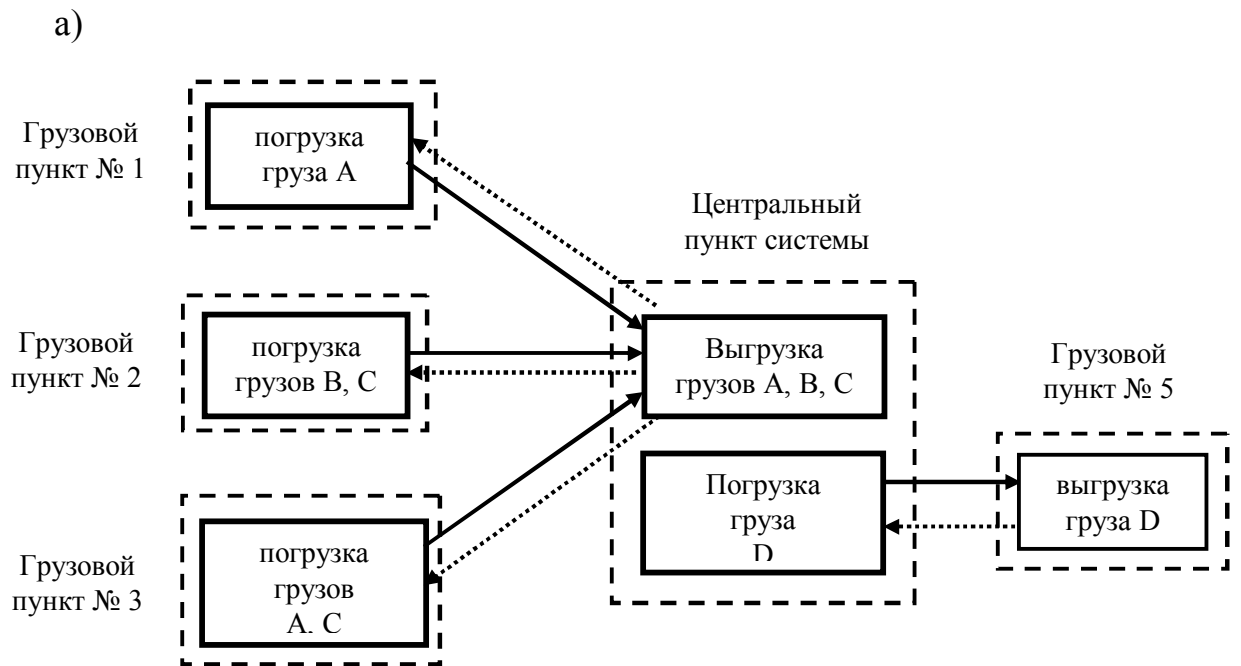


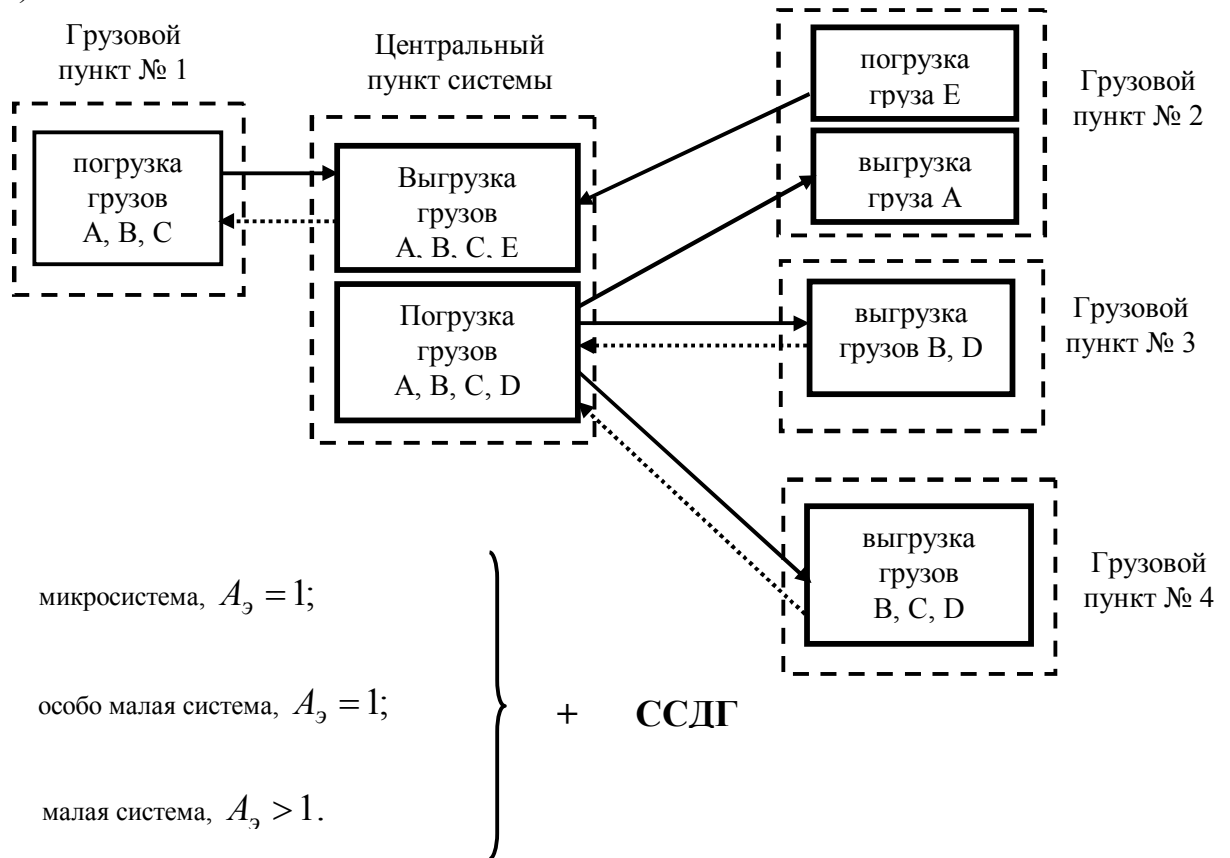
Рис. 2.8 - Эшелонированные цепи поставок на основе совокупности особо малых и малых систем

Совокупность средних, малых, особо малых и микросистем доставки груза:

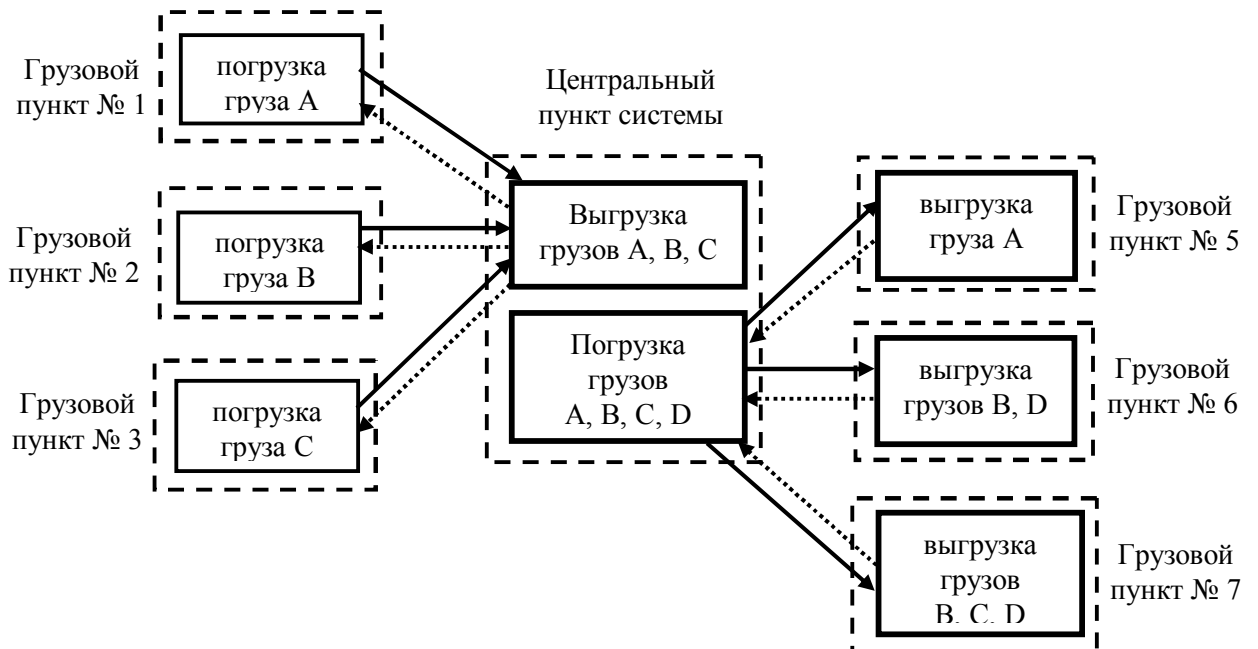


ССДГ + {
 микросистема, $A_9 = 1$;
 особо малая система, $A_9 = 1$;
 малая система, $A_9 > 1$.

б)



в)



а) консолидирующая система; б) разукрупняющая система;

в) распределительная система

Рис. 2.9 – Эшелонированные цепи поставок на основе совокупности

2.3 Гибкие логистические связи

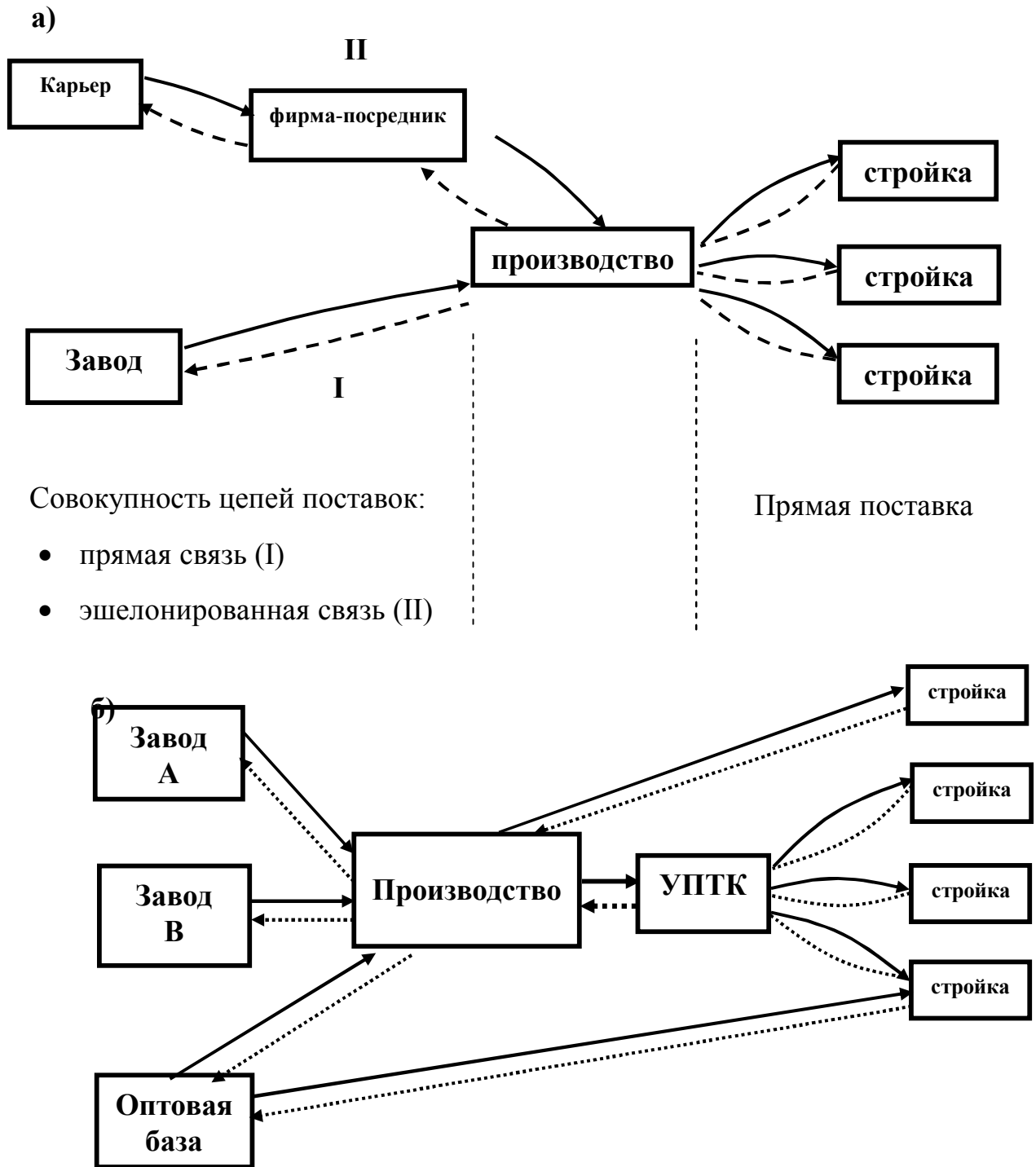


Рис. 2.10 – Примеры гибких цепей поставок

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЭП НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА В ПРЯМЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

3.1 Концепция исследования влияния ТЭП на себестоимость грузовых автомобильных перевозок

3.1.1 Себестоимость автомобильных перевозок как показатель эффективности доставки грузов в цепи поставок

Себестоимость перевозок является важным обобщающим экономическим показателем работы предприятий автомобильного транспорта.

Себестоимость автомобильных перевозок - это суммарные затраты, выраженные в денежной форме, произведенные автотранспортным предприятием на перевозки грузов. В качестве показателя для себестоимости перевозок принимают затраты отнесенные на единицу объема перевозок (коп/т) или на единицу транспортной работы (коп/т км).

Себестоимость перевозок является синтетическим показателем, отражающим влияние комплекса факторов - объема выполненной работы, эффективности использования подвижного состава, оборудования и рабочего времени, уровня производительности труда и внедрения новой техники материально-технического снабжения и др [].

Для определения себестоимости перевозок (S) необходимо сумму расходов, связанных с выполнением перевозок за определенный период времени, разделить на выполненную за то же время транспортную работу [].

$$S = \frac{\sum S_{pac}}{\sum P},$$

(1)

где $\sum S_{\text{рас}}$ - сумма расходов, руб;

$\sum P$ - транспортная работа, выполненная за рассматриваемый период времени, т км.

Все расходы, связанные с выполнением перевозок условно подразделяются на переменные и постоянные. При этом затраты, зависящие непосредственно от объема транспортной работы, относят к переменным расходам, а затраты, которые не зависят от объема транспортной работы или зависят несущественно — к постоянным.

К переменным затратам относят такие, которые изменяются с изменением общего пробега автомобилей. Это затраты на топливо, смазочные и другие эксплуатационные материалы, восстановление и ремонт автомобильных шин, на техническое обслуживание и текущий ремонт подвижного состава, амортизационные отчисления по подвижному составу, по которому нормы амортизации установлены с учетом пробега.

К постоянным затратам относят такие, которые не зависят от общего пробега автомобилей. Это накладные расходы и амортизационные отчисления на восстановление того подвижного состава, по которому нормы амортизации установлены без учета общего пробега.

Заработную плату водителей с отчислениями на социальные нужды условно относят к постоянным затратам. Условность эта состоит в том, что если заработная плата водителей, труд которых оплачивается по повременной форме, действительно не зависит от пробега, то заработная плата водителей, труд которых оплачивается по сдельной форме, зависит от пробега, который может быть увеличен за счет сокращения времени простоя автомобилей под погрузкой и разгрузкой, за счет увеличения V_T и за счет других факторов. В этих случаях с увеличением транспортной работы в тонно-километрах пропорционально увеличивается и заработная плата водителей.

Деление затрат на переменные и постоянные является условным, так как к переменным относят и такие затраты, которые не зависят от пробега. Это затраты на ежедневное обслуживание подвижного состава, на внутри

гаражный расход топлива, обтирочные материалы. Тогда как к постоянным затратам относят также те, которые в той или иной мере зависят от пробега, но по удельному содержанию весьма малы. Существующая классификация затрат служит основой для проведения целенаправленного анализа хозяйственной деятельности перевозчиков, выявления резервов и путей снижения себестоимости перевозок. []

Снижение себестоимости перевозок является важнейшим направлением деятельности перевозчиков в рыночной экономике. Изменяется себестоимость перевозок под действием большого количества факторов, которые делятся на зависящие и не зависящие от деятельности автотранспортных предприятий (АТП).

К не зависящим от деятельности предприятий относятся факторы: рыночные цены на материальные и технические ресурсы; нормы амортизационных отчислений на основные фонды; изменение норм на восстановление износа и ремонт автомобильных шин; расстояния перевозки грузов, их номенклатура и структуры и многие другие.

К зависящим от деятельности автотранспортных предприятий факторам относятся: повышение производительности (выработки) подвижного состава на основе ускорения внедрения достижений науки и техники; повышение уровня механизации и автоматизации операций технического обслуживания и ремонта ПС с целью повышения технической готовности ПС и увеличения коэффициента выпуска автомобилей на линию; внедрение прогрессивных форм и методов организации перевозочного процесса (увеличение объема централизованных, контейнерных и пакетных перевозок, использование прицепов, применение экономико-математических методов и электронно-вычислительной техники для оперативного и текущего планирования перевозок, механизация погрузочно – разгрузочных работ и др.); проведение режима экономии во всех звеньях производства; внедрение научной организации труда и производства и другие факторы.

Большинство факторов, зависящих от деятельности предприятия, находят свое отражение в улучшении технико-эксплуатационных показателей использования подвижного состава, которые в большей или меньшей мере оказывают влияние на повышение его производительности и снижение себестоимости перевозок.

По степени влияния на себестоимость перевозок технико-эксплуатационные показатели использования ПС подразделяются на две группы (см. рисунок 4). Изменение показателей первой группы не влияет на общий пробег автомобилей, но прямо пропорционально влияет на объем транспортной работы. При этом сумма переменных и постоянных расходов почти не изменяется, а себестоимость единицы транспортной работы изменяется за счет заработной платы водителей.

Изменение показателей второй группы влечет за собой изменение общего пробега автомобилей и объема транспортной работы. В связи с этим изменяются переменные расходы при неизменных постоянных расходах. Себестоимость единицы транспортной работы при этом изменяется только за счет уменьшения расходов и в незначительной степени за счет снижения доли заработной платы водителей.

Для улучшения воздействия технико-эксплуатационных показателей использования подвижного состава на снижение себестоимости перевозок добиваются повышения грузоподъемности и скорости движения подвижного состава, а также повышения коэффициентов использования грузоподъемности и пробега, снижения времени простоя подвижного состава под погрузкой и разгрузкой, увеличение времени использования автомобилей в течении суток.



Рис. 4 – Группы влияния ТЭП на себестоимость перевозок

3.1.2 Методика проведения исследования

Классическая теория транспортного процесса для исследования влияния отдельных ТЭП на себестоимость перевозок использует следующий математический аппарат.

Если обозначить сумму переменных расходов, приходящийся на 1 км пробега автомобиля, через $S_{пер}$, а сумму постоянных расходов на 1 час работы автомобиля через $S_{нос}$, то себестоимость перевозок можно представить в виде следующей зависимости:

$$S = \frac{S_{пер} \cdot V_э + S_{нос}}{W_p},$$

(2)

где $V_э$ - эксплуатационная скорость автомобиля, км/ч;

W_p - часовая производительность автомобиля, км/ч;

При этом:

$$V_э = \frac{V_m}{1 + t_{нс} \cdot \beta \cdot V_m / l_{зе}},$$

(3)

$$W_p = \frac{q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_m \cdot l_{зе}}{l_{зе} + t_{нс} \cdot \beta \cdot V_m},$$

(4)

Если $V_э$ и W_p выразить через основные показатели транспортного процесса по формулам (3) и (4), то себестоимость может быть выражена:

$$S = \frac{1}{q\gamma} \left(\frac{S_{пер}}{\beta} + \frac{S_{нос}}{V_m \beta} + \frac{S_{нос} \cdot t_{нс}}{l_{зе}} \right),$$

(5)

Для выявления влияния отдельных факторов на себестоимость перевозок воспользуемся формулой (5). Принимая в правой ее части последовательно один из факторов за переменный при прочих постоянных, исследуем влияние каждого фактора на величину себестоимости.

Для выявления зависимости себестоимости от грузоподъемности, q_{γ} принимается переменной величиной, а остальные члены зависимости (5) - постоянными. При этом зависимость (5) принимает следующий вид:

$$S = \frac{a_{q\gamma}}{q_{\gamma}},$$

(6)

где $a_{q\gamma}$ – постоянный коэффициент:

$$a_{q\gamma} = \frac{S_{nep}}{\beta} + \frac{S_{noc}}{V_m \beta} + \frac{S_{noc} \cdot t_{nb}}{l_{ze}},$$

(7)

Полученная зависимость (6) является уравнением равнобочной гиперболы (рис. 5), центр которой находится в начале координат; расстояние от вершины гиперболы до начала координат $\Gamma_{q\gamma}$.

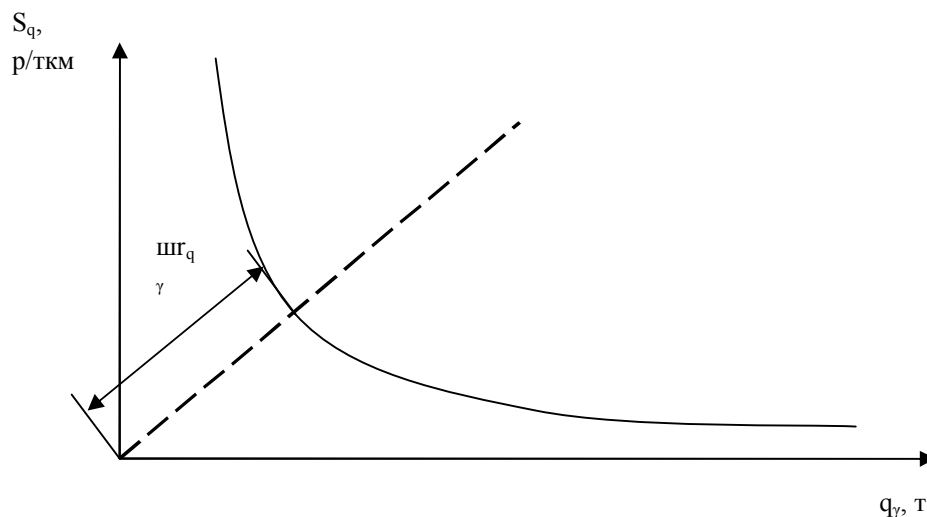


Рис. 5 – Зависимость себестоимости от грузоподъемности q_{γ}

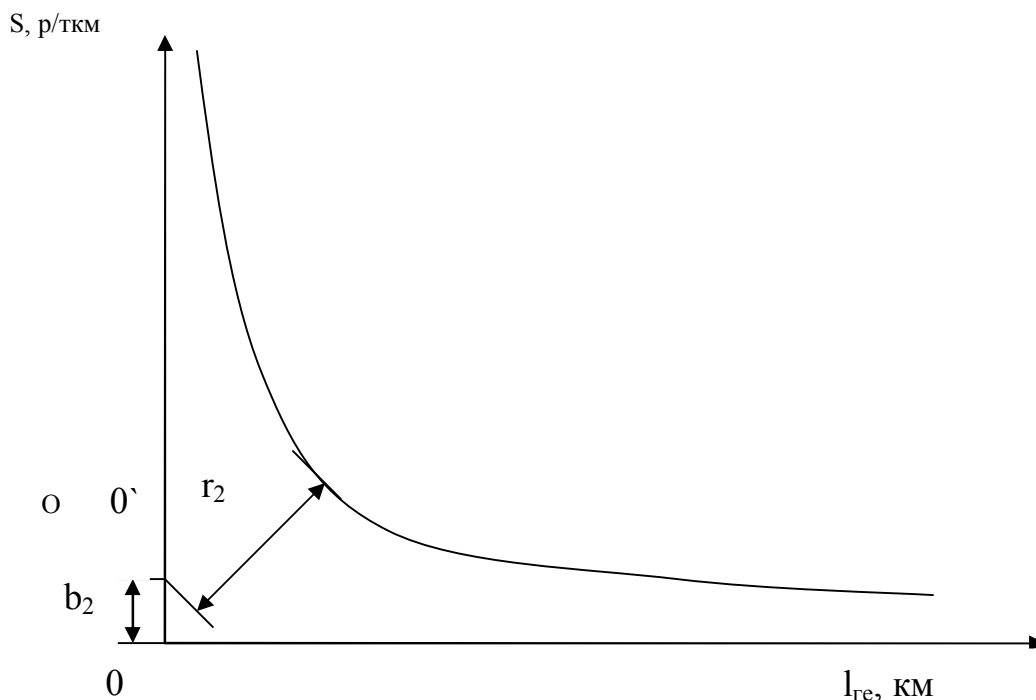


Рис. 6 – Зависимость себестоимости перевозок от длины ездки

Чем больше значения коэффициент $a_{q\gamma}$, тем дальше будет расположена вершина гиперболы от начала координат и тем меньше будет кривизна ветвей гиперболы. Таким образом, с увеличением грузоподъемности автомобиля себестоимость перевозок уменьшается.

Для выявления зависимости себестоимости от средней технической скорости необходимо в уравнении (5) принять величину V_T переменной, при том, что остальные члены будут неизменными:

$$S = \frac{a_{V_T}}{V_T} + b_{V_T} ,$$

(8)

где a_{V_T} и b_{V_T} - постоянные коэффициенты:

$$a_{V_T} = \frac{S_{ном}}{q\gamma\beta} ,$$

(9)

$$b_{V_T} = \frac{1}{q\gamma\beta} \cdot \left(\frac{S_{nep}}{\beta} + \frac{S_{nocm} \cdot t_{np}}{l_{ze}} \right),$$

(10)

Полученное выражение (8) представляет собой уравнение равнобочной гиперболы, центр которой находится на оси координат на расстоянии b_{V_T} , от начала координат. Таким образом, при увеличении величины V_T себестоимость перевозок уменьшается.

Для исследования зависимости себестоимости перевозок от времени погрузки-разгрузки в уравнении (5) t_{np} необходимо принять за переменную величину. Уравнение (5) можно привести к виду:

$$S = a_{t_{np}} \cdot t_{np} + b_{t_{np}},$$

(11)

$$a_{t_{np}} = \frac{S_{nocm}}{q\gamma \cdot l_{ze}},$$

(12)

$$b_{t_{np}} = \frac{1}{q\gamma\beta} \cdot \left(S_{nep} + \frac{S_{nocm}}{V_T} \right),$$

(13)

Выражение (11) представляет собой уравнение прямой, наклоненной к оси абсцисс и отсекающей ординату на высоте $b_{t_{np}}$. Чем больше время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой за каждую езду, тем выше себестоимость перевозок.

Основными недостатками вышеизложенной методики исследования влияния ТЭП на себестоимость перевозок является то, что при использовании данного метода не учитывается взаимовлияния некоторых ТЭП друг на друга. Например, если изменяется грузоподъемность автомобиля, это в свою очередь, вызывает изменение t_{np} . К тому же, данная

методика не учитывает дискретный характер протекания транспортного процесса. В действительности невозможно монотонное протекание изменения себестоимости, как невозможно монотонное изменение основных показателей работы подвижного состава предприятия автомобильного транспорта. Все вышеизложенное подтверждает неприменимость на практике существующих в теории транспортного процесса методов исследования ТЭП на себестоимость перевозок. Для более объективной оценки влияния технико-эксплуатационных показателей на себестоимость перевозок необходимо проводить исследование влияния ТЭП прямым счетом, используя метод цепных подстановок и результаты расчетов изменения показателей работы подвижного состава.

Для проведения исследования предлагается следующая методика расчета себестоимости перевозок:

$$S = \frac{ЗПв + C_T + C_{CM} + C_{ТОиР} + C_{Ш} + C_{АО} + НР}{P},$$

(14)

где ЗПв - заработная плата водителей с отчислениями на социальные нужды, руб;

C_T - затраты на топливо, руб;

C_{CM} - затраты на смазочные и другие эксплуатационные материалы, руб;

$C_{ТОиР}$ - затраты на техническое обслуживание и ремонт ПС, руб;

$C_{Ш}$ - затраты на восстановление износа и ремонт автомобильных шин, руб;

$C_{АО}$ - амортизационные отчисления по ПС, руб;

НР - накладные расходы, руб.

$$ЗПв = (C_T Q + C_{TKM} P) 10^{-2} K_{П}, \quad (15)$$

где C_T , C_{TKM} - сдельная расценка для оплаты труда водителей, соответственно за 1 тонну перевезенного груза и 1 тонно-километр выполнения транспортной работы, коп;

K_P - поясной коэффициент;

$$C_T = N_{ВРТ} * C_{Сч}, \quad (16)$$

где $N_{вр\ t}$, $N_{вр\ т\ км}$ - нормы времени, соответственно, на простой автомобиля под погрузкой и разгрузкой и на перевозку грузов, ч;

$C_{Сч}$ - часовая тарифная ставка, руб/ч;

Отчисления на социальные нужды составляют 26 % от ЗПв. Они включают в себя:

- 1) выплаты по социальному страхованию;
- 2) выплаты по медицинскому страхованию;
- 3) выплаты в пенсионный фонд.

Затраты на автомобильное топливо:

$$Z_T = G_T * C_T,$$

(17)

где Z_T - нормативный расход топлива, л;

C_T - цена одного литра топлива.

Нормативный расход топлива:

$$G_T = [(N_{л} + N_{дМп})l_c + N_{TKMP}]K_T,$$

(18)

где $N_{л}$ - линейная норма расхода топлива. л/100км;

N_{TKM} - дополнительный расход топлива для подвижного состава, выполняющего работу, учитываемую в т км на каждые 100 т км, л/100 т км;

$N_{д}$ - дополнительный расход топлива при работе автомобилей с прицепами на каждую тонну собственной массы прицепа, л;

$M_{п}$ - собственная масса прицепа, т;

l_c - суточный пробег ПС, км;

K_T - коэффициент, учитывающий расход топлива на внутри гаражные разезды и технические надобности АТП.

В свою очередь расход топлива на 100 км пробега можно выделить через среднюю техническую скорость:

$$H_n = \frac{1}{\eta} \left[A_k + B_k^2 V_T + C \left(G_A \psi + \frac{KFV_T^2}{13} \right) \right],$$

(18.1)

где η — индикаторный КПД;

i_k — средневзвешенная величина передаточного числа коробки передач;

V_T — скорость движения автомобиля, км/ч;

G_A — полная масса автомобиля, кг;

ψ — суммарное сопротивление дороги;

KF фактор обтекаемости автомобиля, кг см;

A, B, C — постоянные коэффициенты для данного автомобиля.

Затраты на смазочные и прочие эксплуатационные материалы:

$$Z_{CM} = \sum G_{CMi} \cdot C_{CMi},$$

(19)

где C_{CMi} - цена соответствующего смазочного и прочего эксплуатационного материала, руб;

G_{CMi} - нормативный расход моторных, трансмиссионных, специальных масел, пластичных смазок и прочих эксплуатационных материалов, кг;

$$G_{CMi} = NiG_T 10^{-2}, \quad (20)$$

где Ni - норма расхода смазочных и прочих эксплуатационных материалов, кг.

Затраты на восстановление износа и ремонт автомобильных шин:

$$Z_{\text{Ш}} = C_{\text{Ш}} N_{\text{Ш}} n_{\text{Ш}} l_{\text{Ш}} K_{\text{Ш}} 10^{-5}, \quad (21)$$

где $C_{\text{Ш}}$ - цена одного комплекта шин, руб;

$N_{\text{Ш}}$ - норма затрат на восстановление и ремонт 1 комплекта шин, установленных на 1000 км пробега, %;

$n_{\text{Ш}}$ - число шин, установленных на ПС, без учета запасного колеса, ед;

$K_{\text{Ш}}$ - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации шин.

Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт подвижного состава:

$$Z_{\text{ТОиР}} = (N_{\text{ЗП}} + N_{\text{ЗЧ}} + N_{\text{М}}) l_{\text{С}} K_{\text{ТОиР}} 10^{-3}, \quad (22)$$

где $N_{\text{ЗП}}$, $N_{\text{ЗЧ}}$, $N_{\text{М}}$ - норма затрат на 1000 км пробега соответственно на заработную плату ремонтным рабочим, запасные части, материалы, руб;

$K_{\text{ТОиР}}$ - коэффициент, учитывающий категорию условий эксплуатации, расстояние перевозки, использование прицепов и т.д.

Амортизационные отчисления по подвижному составу:

$$Z_{\text{АО}} = (N_{\text{А}} C_{\text{А}} + N_{\text{П}} C_{\text{П}}) l_{\text{С}} 10^{-5} \quad (23)$$

где $C_{\text{А}}$, $C_{\text{П}}$ - цена соответственно автомобиля, прицепа, руб;

$N_{\text{А}}$ $N_{\text{П}}$ - норма амортизационных отчислений для автомобиля и прицепа на 1000 км пробега, %.

Накладные расходы включают в себя следующие виды расходов:

- расходы на содержание аппарата управления;
- общепроизводственные расходы;
- непроизводственные расходы.

На основании вышеизложенной методики расчета себестоимости перевозок в СибАДИ составлена программа. По разработанной программе

были произведены расчеты и анализ себестоимости при изменении отдельных ТЭП на маршрутах различной конфигурации в цепях поставок. Для расчета использовалась система массового вывоза песка автосамосвалами КамАЗ-5511 с карьера Черемушки ряду строительных организаций г. Омска.

3.2 Исследование влияния величины средней технической скорости на эффективность транспортного процесса в прямых цепях поставок

На основании формулировок классической теории утверждается, что с ростом скорости выработка транспортных средств всегда возрастает по закону гиперболы. Не прямо пропорциональное изменение объясняется тем, что в результате увеличения V_t сокращается время движения за езду или оборот. Тогда за одно и то же время работы на линии появляется возможность выполнить больше ездов, но вместе с тем транспортное средство чаще попадает в погрузочно-разгрузочные пункты, что вызывает рост затрат времени на грузовые работы, а это отрицательно влияет на уровень выработки.

В связи с этим прирост скорости в малых значениях может дать больший эффект, чем в интервале больших значений скоростей. Это положение не всегда учитывается при использовании результатов анализа для разработки программы по перевозкам и в экономических расчетах.

С повышением скорости может увеличиться пробег, что вызовет рост затрат и даже если пробег не будет увеличиваться, то затраты возрастают всегда. Причем, чем выше скорость, тем удельный прирост выработки меньше, а удельные затраты все больше и больше. Поэтому далеко не всегда приращение скорости вызовет такой прирост выработки, за счет которого можно было бы окупить расходы, связанные с увеличением скорости движения подвижного состава.

Исходя из принципа, что за плановое время пребывания на линии автомобиль может выполнить только целое число ездов, можно утверждать, что приращение среднетехнической скорости только тогда сопровождается ростом выработки, когда, за счет сокращения затрат времени на движение, время ездки уменьшается на столько, что дает возможность выполнить за плановое время дополнительно хотя бы одну езду. В противном случае эффект только кажущийся и в действительности прироста выработки не будет, а только возрастут затраты на эксплуатацию.[4]

Для выявления действительной закономерности изменения выработки и общих затрат автомобиля при различных скоростях движения в г. Омске проведены исследования на примере АТП «ТК АК – 1253».

Исходными данными послужили данные таблицы 2.1. Результаты расчетов представлены в таблице 3.2, по которым были построены графические зависимости (рис. 3.1.11 – 3.1.21) указывают:

- функции $Q=f(V_m)$ и $P=f(V_m)$ являются разрывными линейными, а не гиперболическими, как утверждается в действующей теории;
- имеются достаточно большие промежутки изменения среднетехнической скорости движения автомобиля, не сопровождающиеся приращением выработки. Не учет этого явления может приводить к ошибкам в анализе и планировании работы транспортных средств;
- если на маршруте автомобиль не может реализовать более высокую скорость, которой соответствует целое число ездов, (в рассматриваемом примере скорость 49 км/ч), то он должен двигаться с меньшей, которой также соответствует целое число ездов, например 31 км/ч. Эта скорость будет экономически целесообразной, так как все промежуточные между $V_T = 31$ км/ч и $V_T = 49$ км/ч не дают приращения выработки (см. рис. 3.1.11 и рис. 3.1.12), а только будут сопровождаться необоснованными затратами.

Далее произведен анализ теоретических и фактических затрат, доходов, которые рассматриваются в соответствии изменения средней технической скорости. Данные затраты и себестоимость единицы транспортной продукции являются основной составляющей эффективности работы подвижного состава.

Таблица 3.2 –Технико-экономические показатели транспортного процесса при изменении средней технической скорости

Средняя техническая скорость V_T , км/ч	Количество груза Q , т	Грузооборот P , ткм	Общий пробег $L_{\text{общ}}$, км	Количество ездов Z_e , ед	Время в наряде $T_{\text{мф}}$, ч	Общие затраты $Z_{\text{об}}$, руб	Себестоимость 1 часа работы $S_{\text{ч}}$, руб	Себестоимость 1 км $S_{\text{км}}$, руб	Себестоимость 1 т S_T , руб	Доход D , руб
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
10	20,0	500	119	2	13,90	1230,0	136,7	10,3	61,5	1266,8
11	20,0	500	119	2	12,82	1231,9	136,9	10,4	61,6	1266,8
12	20,0	500	119	2	11,92	1233,9	137,1	10,4	61,7	1266,8
13	20,0	500	119	2	11,15	1235,9	137,3	10,4	61,8	1266,8
14	20,0	500	119	2	10,50	1238,1	137,6	10,4	61,9	1266,8
15	20,0	500	119	2	9,93	1240,4	137,8	10,4	62,0	1266,8
16	20,0	500	119	2	9,44	1242,7	138,1	10,4	62,1	1266,8
17	20,0	500	119	2	9,00	1245,1	138,3	10,5	62,3	1266,8

18	20,0	500	119	2	8,61	1247,6	138,6	10,5	62,4	1266,8
19	30,0	750	169	3	11,89	1569,8	174,4	9,3	52,3	1900,1
20	30,0	750	169	3	11,45	1573,6	174,8	9,3	52,5	1900,1
21	30,0	750	169	3	11,05	1577,6	175,3	9,3	52,6	1900,1
22	30,0	750	169	3	10,68	1581,6	175,7	9,4	52,7	1900,1
23	30,0	750	169	3	10,35	1585,8	176,2	9,4	52,9	1900,1
24	30,0	750	169	3	10,04	1590,0	176,7	9,4	53,0	1900,1
25	30,0	750	169	3	9,76	1594,5	177,2	9,4	53,1	1900,1
26	30,0	750	169	3	9,50	1599,0	177,7	9,5	53,3	1900,1
27	30,0	750	169	3	9,26	1603,6	178,2	9,5	53,5	1900,1
28	30,0	750	169	3	9,04	1608,4	178,7	9,5	53,6	1900,1
29	30,0	750	169	3	8,83	1613,3	179,3	9,5	53,8	1900,1
30	30,0	750	169	3	8,63	1618,3	179,8	9,6	53,9	1900,1
31	40,0	1000	219	4	11,06	1958,7	217,6	8,9	49,0	2533,5
32	40,0	1000	219	4	10,84	1965,5	218,4	9,0	49,1	2533,5
33	40,0	1000	219	4	10,64	1972,5	219,2	9,0	49,3	2533,5
34	40,0	1000	219	4	10,44	1979,6	220,0	9,0	49,5	2533,5
35	40,0	1000	219	4	10,26	1986,9	220,8	9,1	49,7	2533,5
36	40,0	1000	219	4	10,08	1994,3	221,6	9,1	49,9	2533,5
37	40,0	1000	219	4	9,92	2001,9	222,4	9,1	50,0	2533,5
38	40,0	1000	219	4	9,76	2009,6	223,3	9,2	50,2	2533,5
39	40,0	1000	219	4	9,62	2017,5	224,2	9,2	50,4	2533,5

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
40	40,0	1000	219	4	9,48	2025,6	225,1	9,2	50,6	2533,5
41	40,0	1000	219	4	9,34	2033,8	226,0	9,3	50,8	2533,5
42	40,0	1000	219	4	9,21	2042,2	226,9	9,3	51,1	2533,5
43	40,0	1000	219	4	9,09	2050,7	227,9	9,4	51,3	2533,5
44	40,0	1000	219	4	8,98	2059,4	228,8	9,4	51,5	2533,5
45	40,0	1000	219	4	8,87	2068,3	229,8	9,4	51,7	2533,5
46	40,0	1000	219	4	8,76	2077,3	230,8	9,5	51,9	2533,5
47	40,0	1000	219	4	8,66	2086,4	231,8	9,5	52,2	2533,5
48	40,0	1000	219	4	8,56	2095,7	232,9	9,6	52,4	2533,5
49	50,0	1250	269	5	10,49	2474,0	274,9	9,2	49,5	3166,9
50	50,0	1250	269	5	10,38	2485,8	276,2	9,2	49,7	3166,9
51	50,0	1250	269	5	10,27	2497,8	277,5	9,3	50,0	3166,9
52	50,0	1250	269	5	10,17	2510,0	278,9	9,3	50,2	3166,9
53	50,0	1250	269	5	10,08	2522,5	280,3	9,4	50,4	3166,9
54	50,0	1250	269	5	9,98	2535,1	281,7	9,4	50,7	3166,9
55	50,0	1250	269	5	9,89	2547,8	283,1	9,5	51,0	3166,9
56	50,0	1250	269	5	9,80	2560,8	284,5	9,5	51,2	3166,9

57	50,0	1250	269	5	9,72	2574,0	286,0	9,6	51,5	3166,9
58	50,0	1250	269	5	9,64	2587,4	287,5	9,6	51,7	3166,9

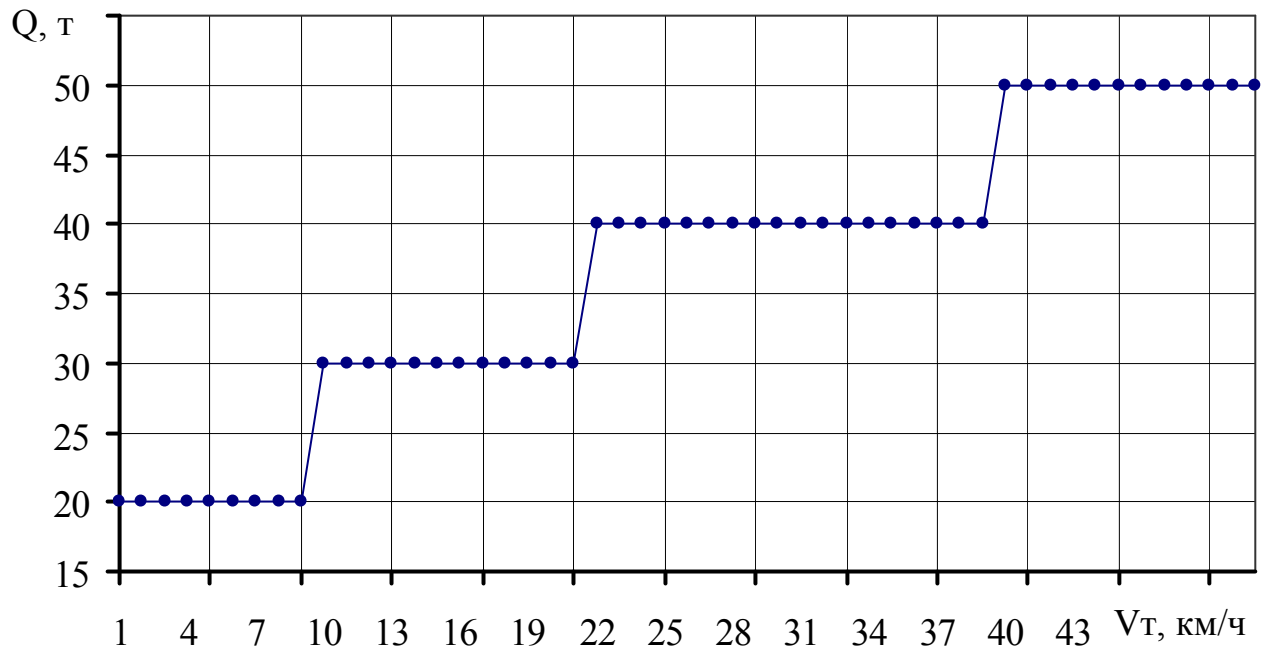


Рис. 3.1.11 – Зависимость объема перевозок от изменения средней технической скорости перевозки груза

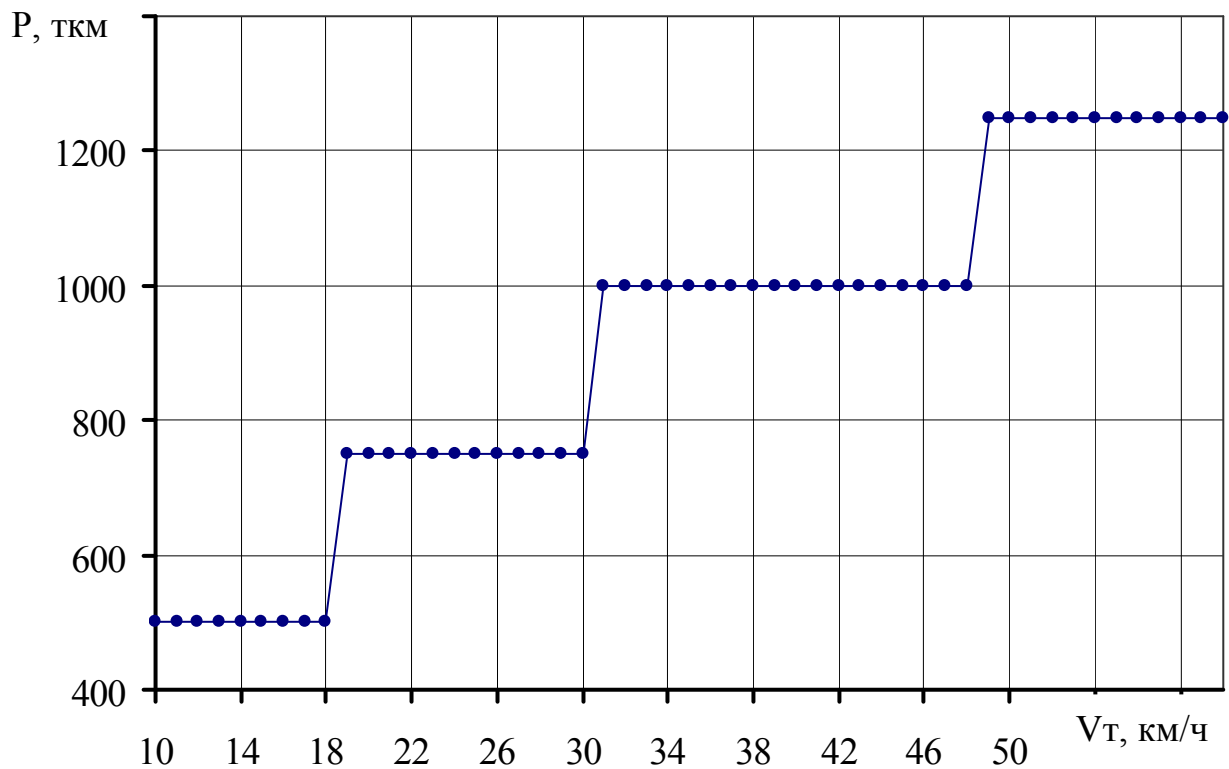


Рис. 3.1.12 – Зависимость грузооборота от изменения

средней технической скорости перевозки груза

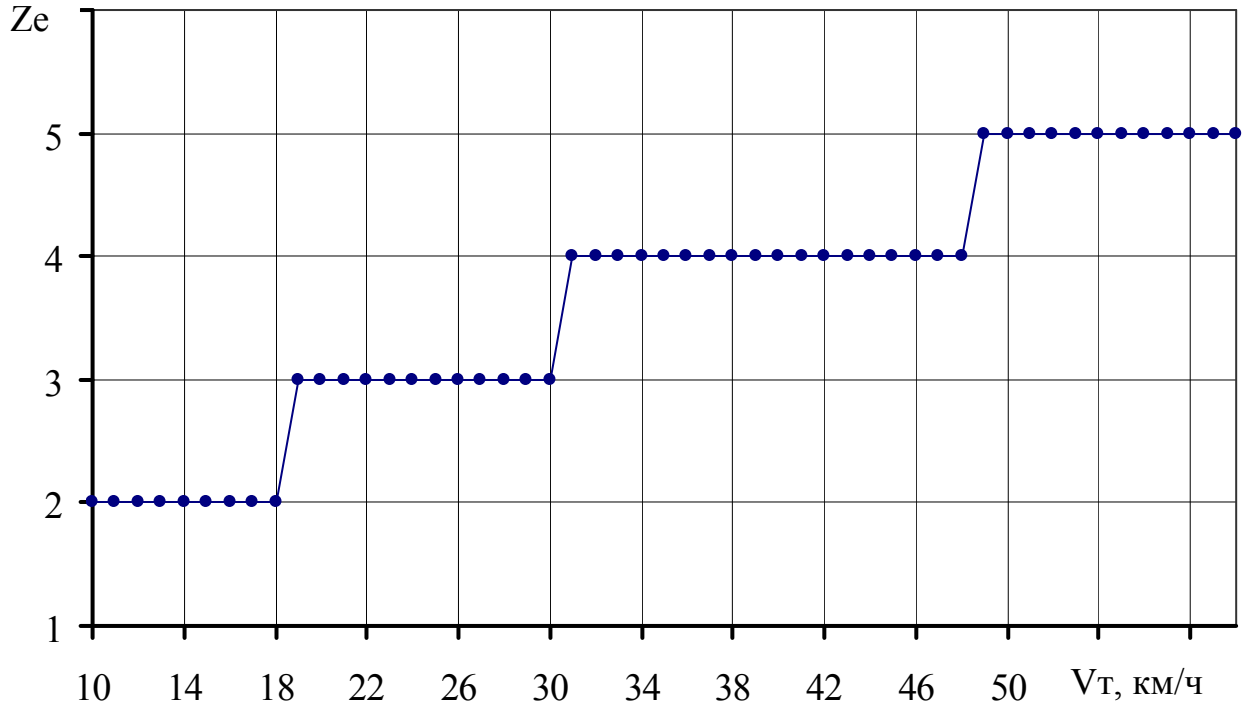


Рис. 3.1.13 – Зависимость числа ездов от изменения средней технической скорости перевозки груза



Рис. 3.1.14 – Зависимость среднесуточного пробега от изменения средней технической скорости перевозки груза

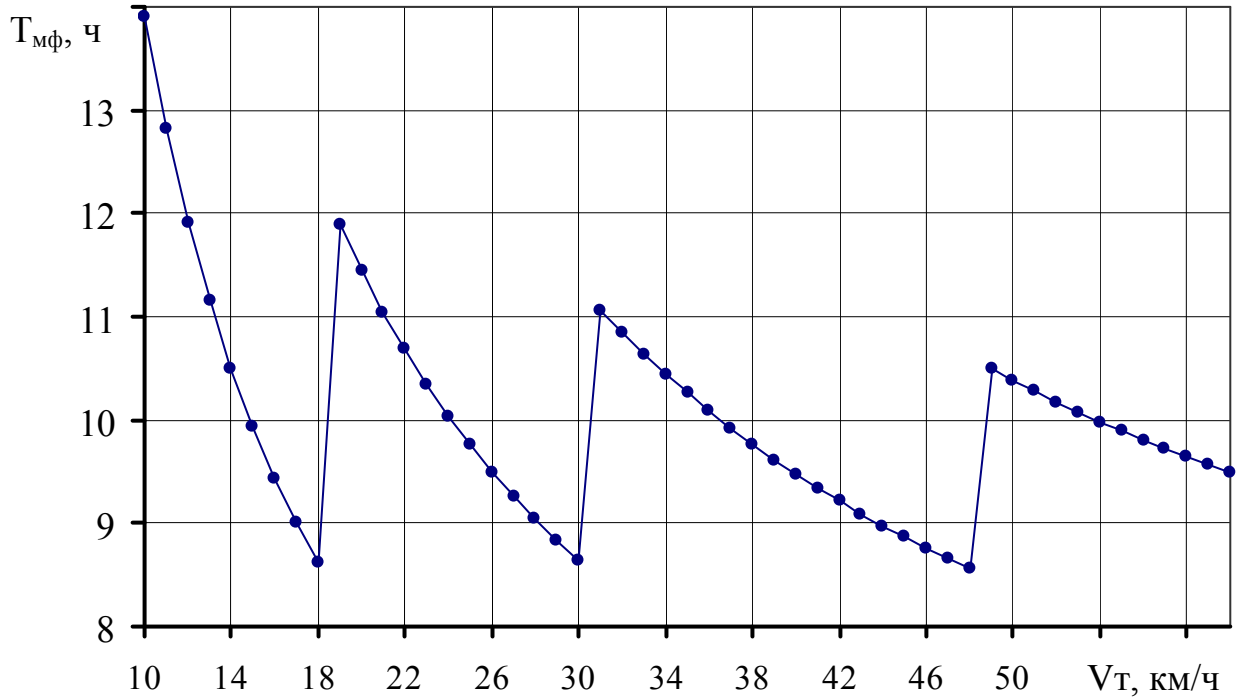


Рис. 3.1.15 – Зависимость фактического времени в наряде от изменения средней технической скорости перевозки груза

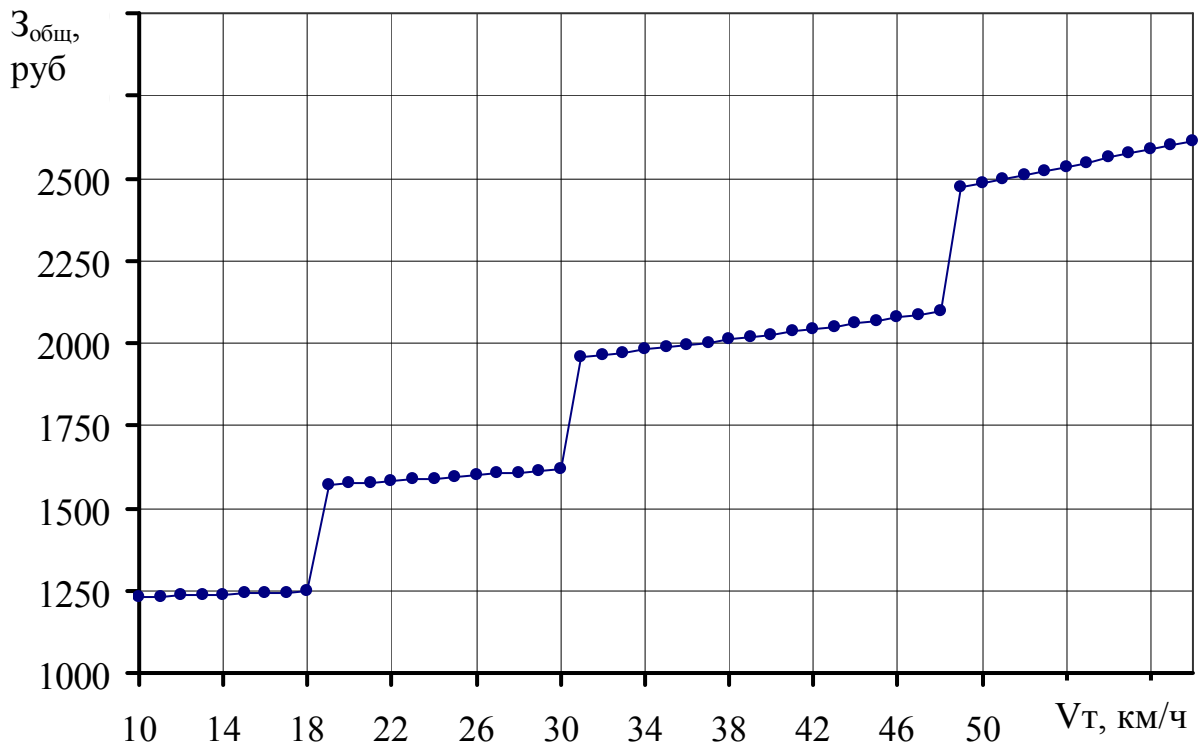


Рис. 3.1.16 – Зависимость общих эксплуатационных затрат от изменения средней технической скорости перевозки груза

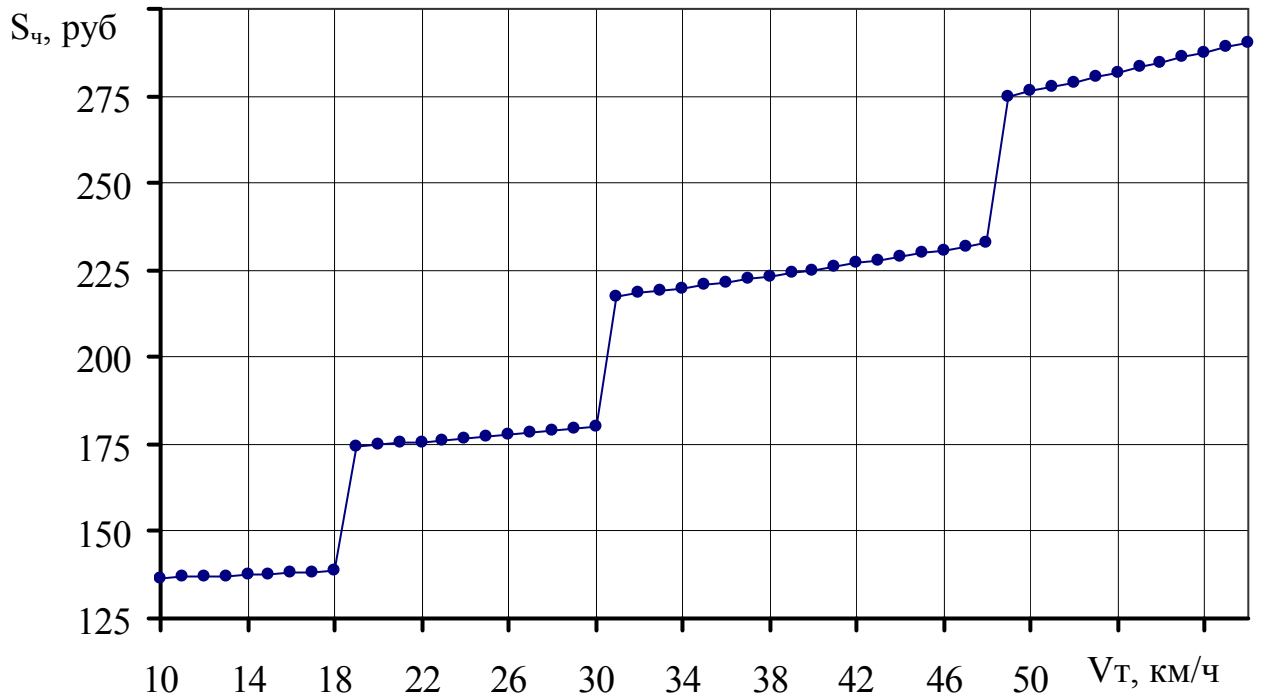


Рис. 3.1.17 – Зависимость себестоимости за 1 час работы от изменения средней технической скорости перевозки груза

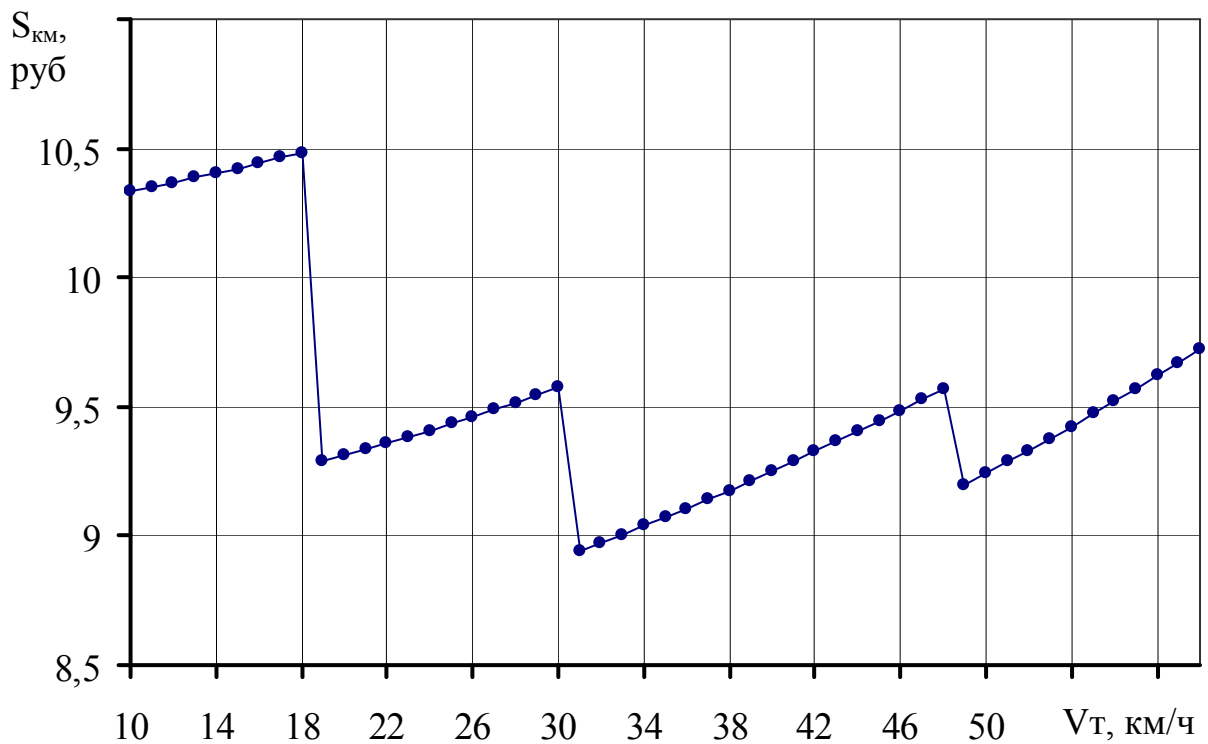


Рис. 3.1.18 – Зависимость себестоимости на 1 км пробега от изменения средней технической скорости перевозки груза

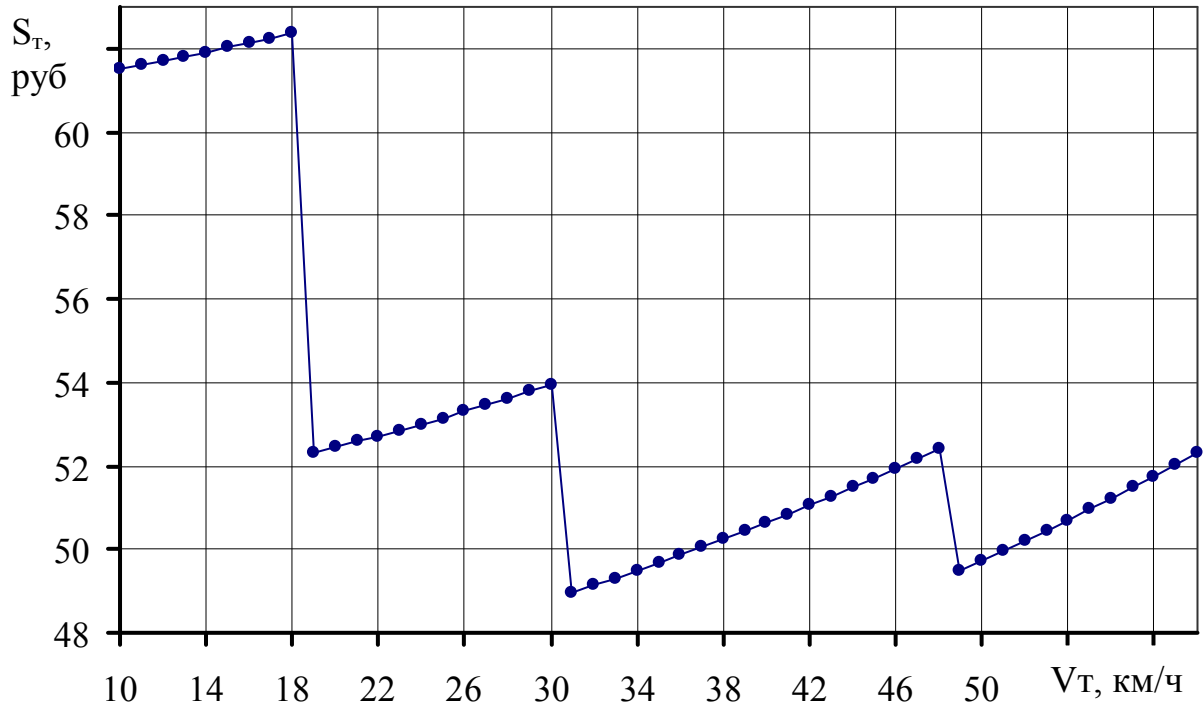


Рис. 3.1.19 – Зависимость себестоимости за 1 тонны груза от изменения средней технической скорости перевозки груза

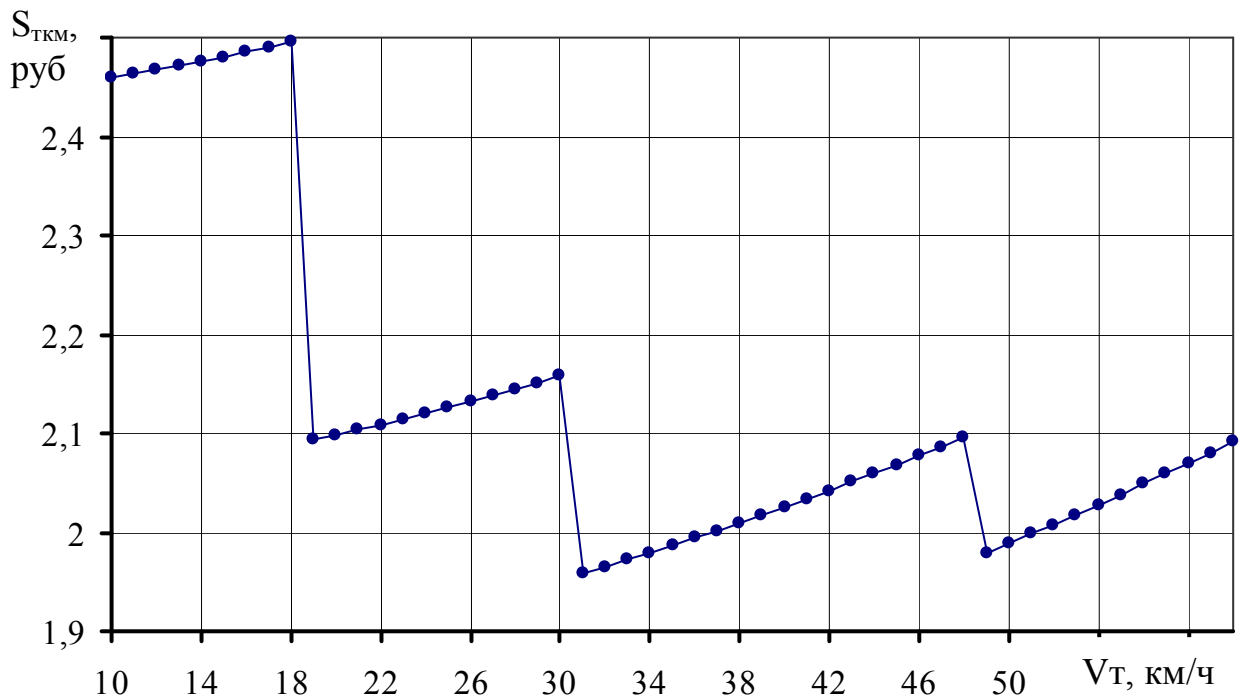


Рис. 3.1.20 – Зависимость себестоимости за 1 ткм работы от изменения средней технической скорости перевозки груза

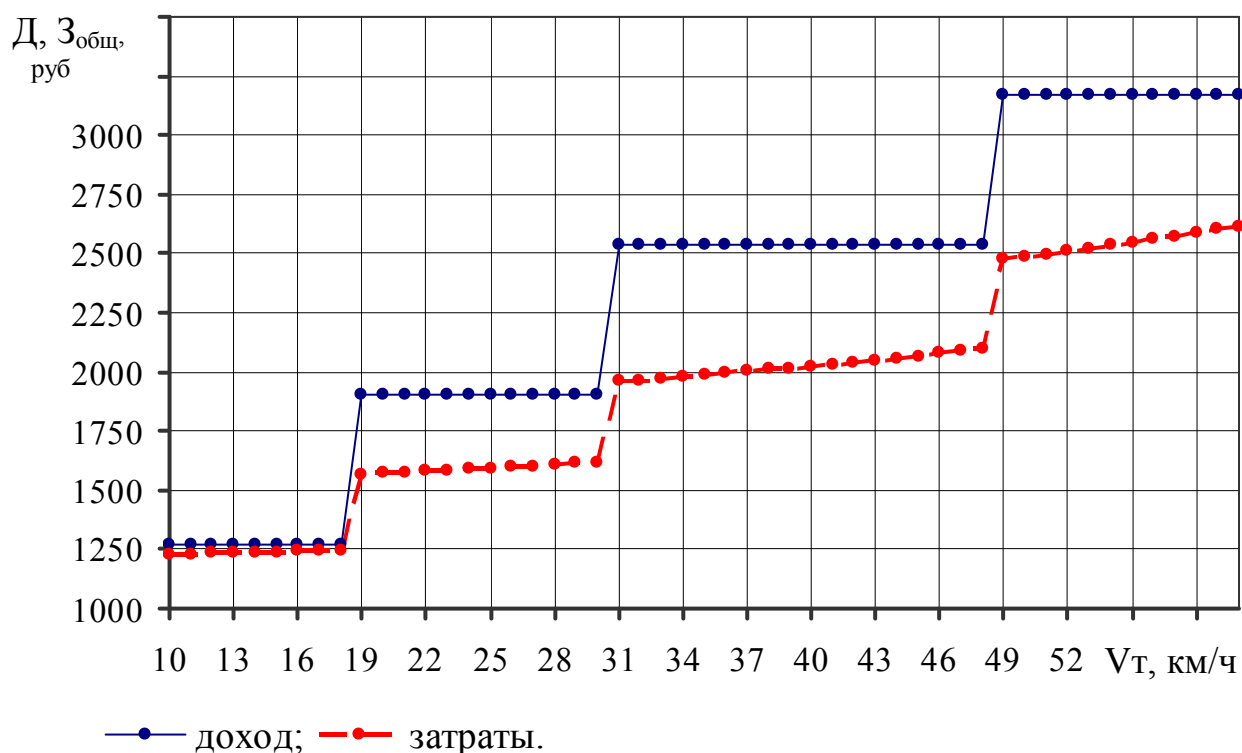


Рис. 3.1.21 – Закономерности формирования доходов и общих эксплуатационных затрат от изменения средней технической скорости

Произведенный анализ графика закономерности формирования доходов и общих затрат в микросистеме при изменении средней технической скорости (рис 3.1.21) показывает, что при увеличении скорости затраты и доходы растут, но следует обратить внимание как происходит этот рост. Например, в данном случае видно, что на интервале реальных скоростей от 19 до 30 км/ч выработка автомобиля не увеличивается, и доходы остаются неизменными. Однако, расчетные затраты с ростом скорости поднимаются с 1247,6 рублей до 1618,3 рублей, поэтому целесообразно АТП при планировании работы учитывать данные моменты и устанавливать такой интервал скоростей который обеспечивает минимальные затраты.

3.3 Исследование влияния величины грузоподъемности автомобиля и коэффициента ее использования на эффективность транспортного процесса в прямых цепях поставок

В данном разделе изменим методику расчета ТЭП, а расчет затрат останется неизменным. Данное изменение выразится в следующем, в расчетах воспользуемся иной формулой для расчета времени оборота:

$$t_{об} = \frac{l_m}{V_T} + t_3 + \tau_{нв} q \gamma, \quad (3.1)$$

где t_3 – время, затраченное на заезды в погрузочно - разгрузочные пункты, маневрирование, оформление документов и др., ч;

$\tau_{нв}$ – время, затраченное на погрузку – выгрузку одной тонны груза, ч.

Действительное влияние $q\gamma$ выработку и величину общих затрат транспортного процесса рассмотрим на примере АТП «ТК АК – 1253» при перевозке строительных грузов с Ленинского речного порта до ЗЖБИ №6:

$T_m = 9$ ч; $\tau_{нв} = 0,08$ ч; $q = 10$ т; $V_T = 30$ км/ч; $l_{ге} = 20$ км.

Таблица 3.3 – Техничко-экономические показатели автомобиля КамАЗ – 5511, при изменении грузоподъемности

q, т	Q, т	P, ткм	L _{общ} , км	Ze	T _{мф} , ч	Z _{об} , руб	S _ч , руб	S _{км} , руб	S _т , руб	Д, руб
4	24	360	187	6	9,0	1230,0	136,7	6,6	51,3	1475,3
5	30	450	187	6	9,5	1395,6	155,1	7,5	46,5	1580,6
6	30	450	157	5	8,4	1360,0	151,1	8,7	45,3	1580,6
7	35	525	157	5	8,9	1426,2	158,5	9,1	40,7	1645,2
8	40	600	157	5	9,3	1480,0	164,4	9,4	37,0	1725,0
9	45	675	157	5	9,8	1568,2	174,2	10,0	34,8	1836,4
10	50	750	157	5	10,2	1605,2	178,4	10,2	32,1	2029,3
11	44	660	127	4	8,6	1390,1	154,5	10,9	31,6	1797,8
12	48	720	127	4	9,0	1402,5	155,8	11,0	29,2	1952,2
13	52	780	127	4	9,3	1414,9	157,2	11,1	27,2	2106,5
14	56	840	127	4	9,7	1427,4	158,6	11,2	25,5	2260,8

15	60	900	127	4	10,0	1439,8	160,0	11,3	24,0	2415,2
16	48	720	97	3	8,4	1216,2	135,1	12,5	25,3	1952,2
17	51	765	97	3	8,5	1228,2	136,5	12,7	24,1	2067,9
18	54	810	97	3	8,6	1240,3	137,8	12,8	23,0	2183,7
19	57	855	97	3	8,9	1249,6	138,8	12,9	21,9	2299,4
20	60	900	97	3	9,2	1258,9	139,9	13,0	21,0	2415,2

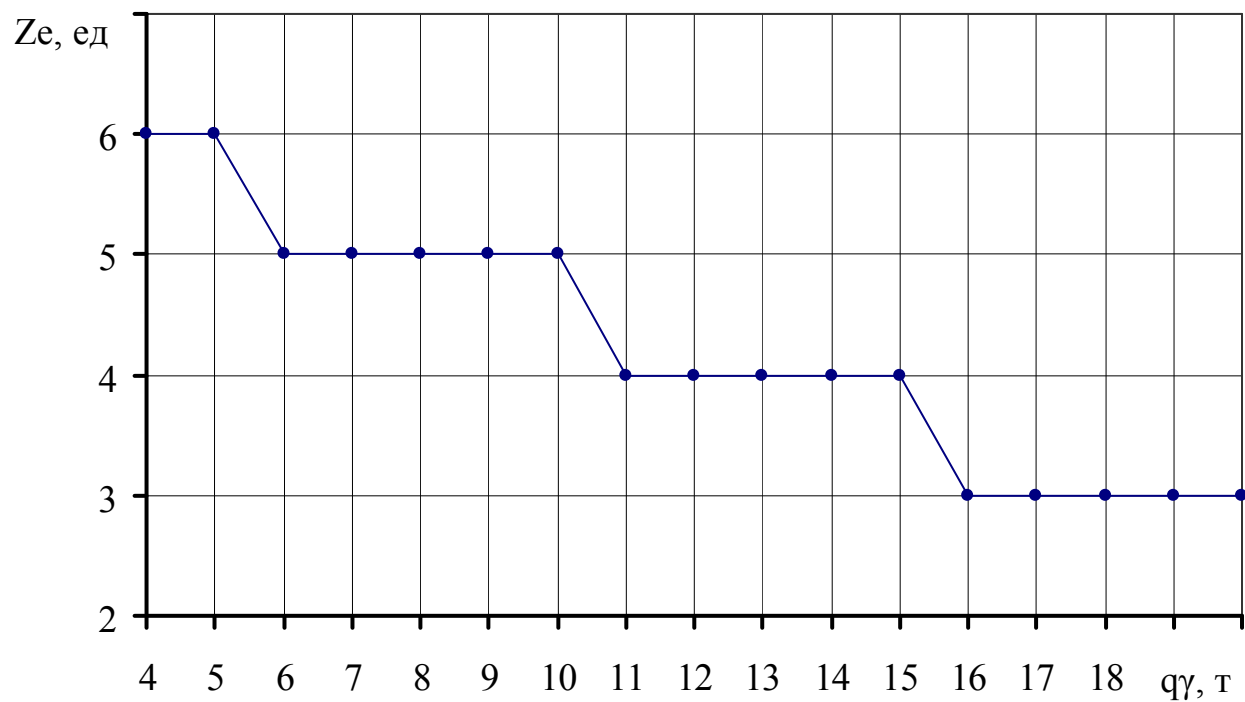


Рис. 3.1.22 – Зависимость числа ездов от изменения грузоподъемности автомобиля

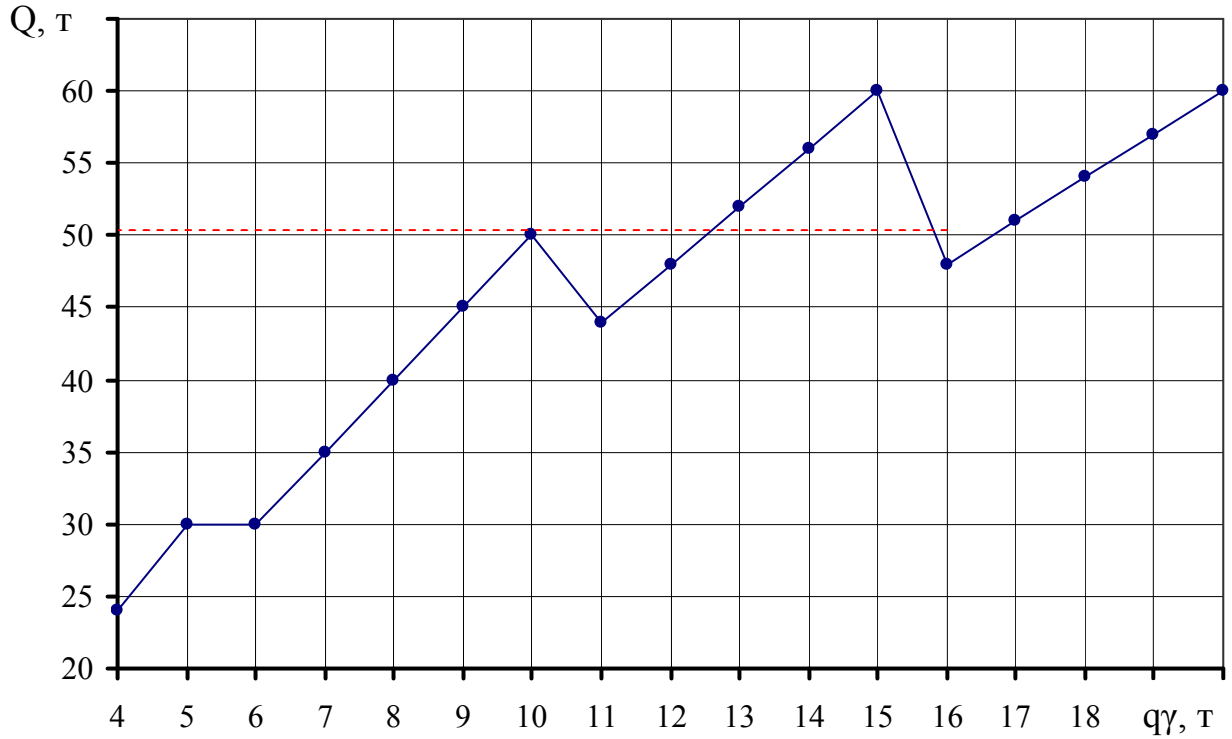


Рис. 3.1.23 – Зависимость объема перевозок от изменения грузоподъемности автомобиля

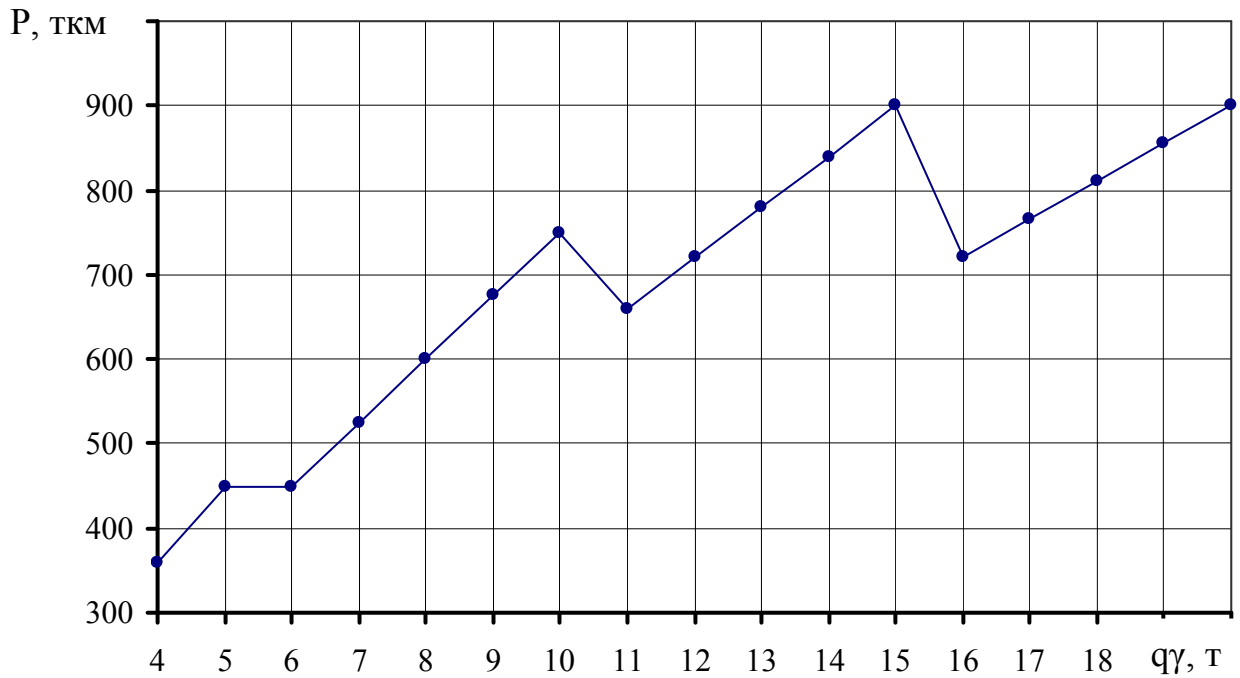


Рис. 3.1.24 – Зависимость грузооборота от изменения грузоподъемности автомобиля

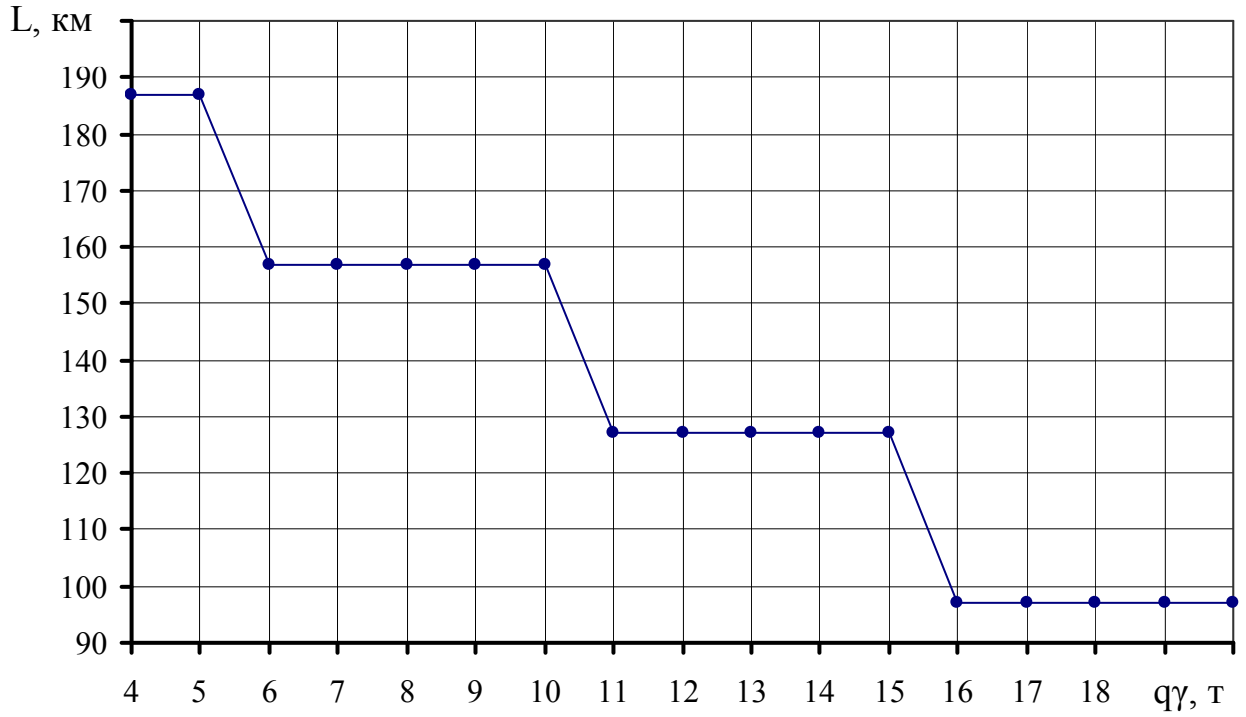


Рис. 3.1.25 – Зависимость общего пробега от изменения грузоподъемности автомобиля

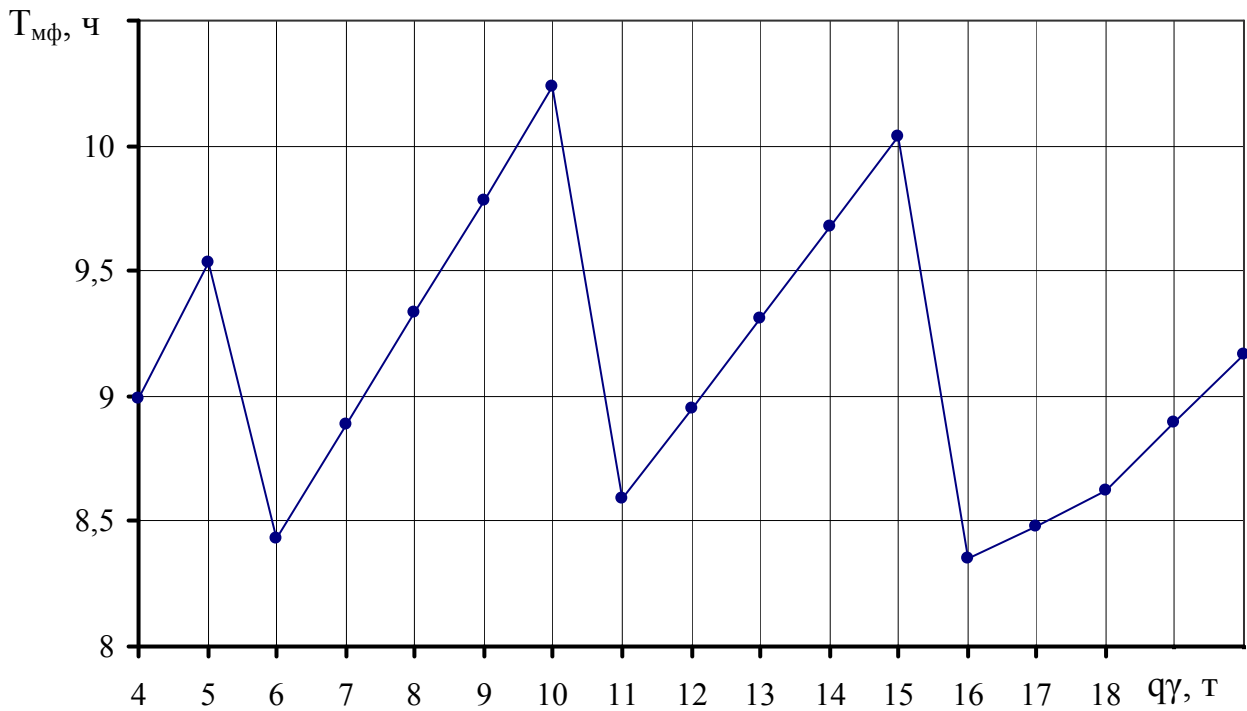


Рис. 3.1.26– Зависимость фактического времени в наряде от грузоподъемности автомобиля

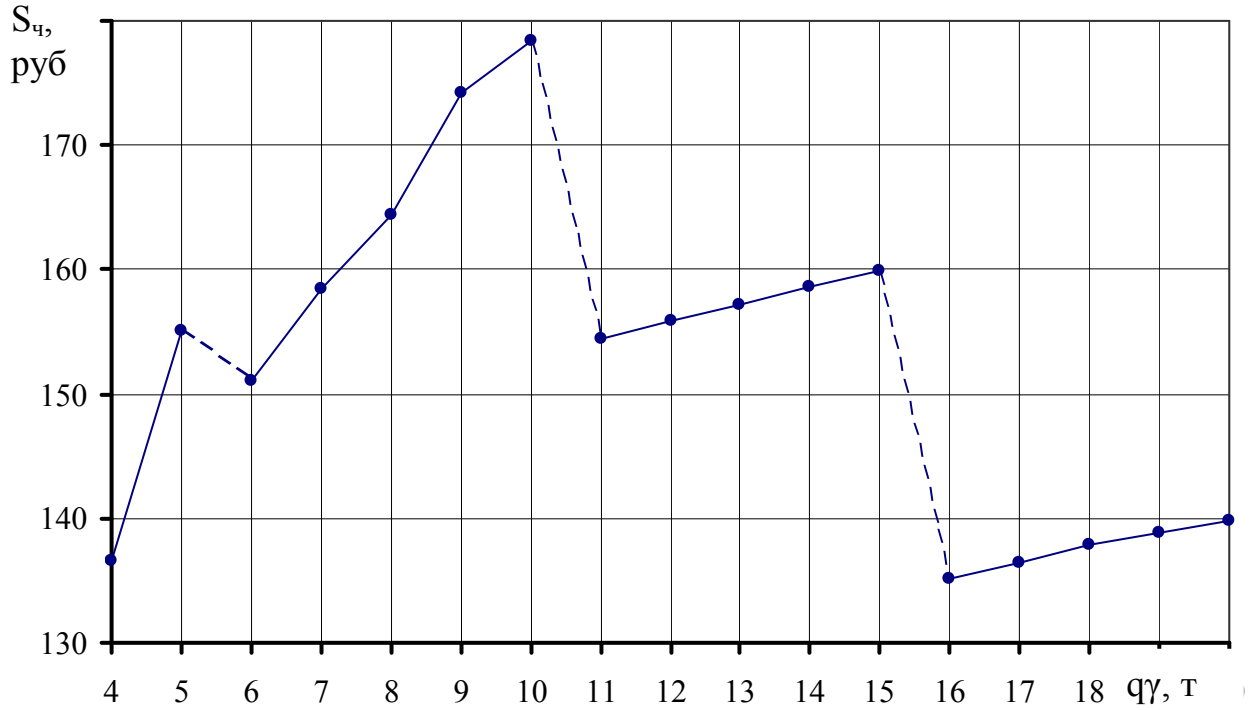


Рис. 3.1.27– Зависимость себестоимости за 1 час работы
от изменения грузоподъемности автомобиля

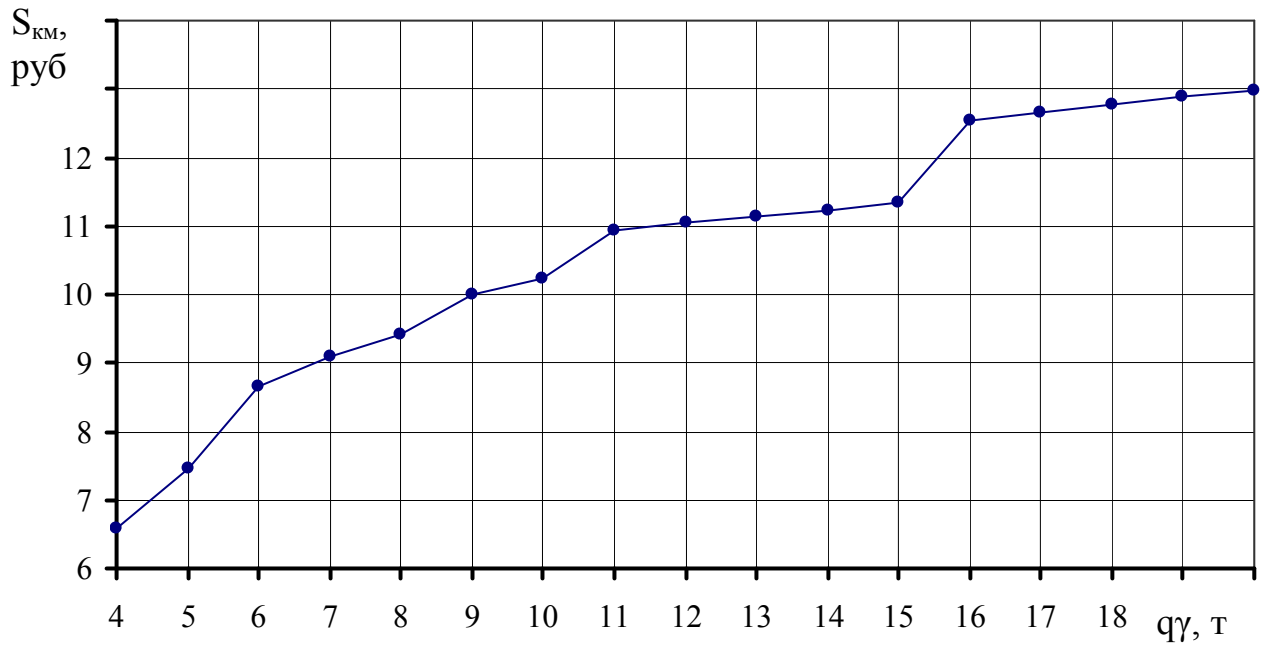


Рис. 3.1.28 – Зависимость себестоимости 1 км пробега от
изменения грузоподъемности автомобиля

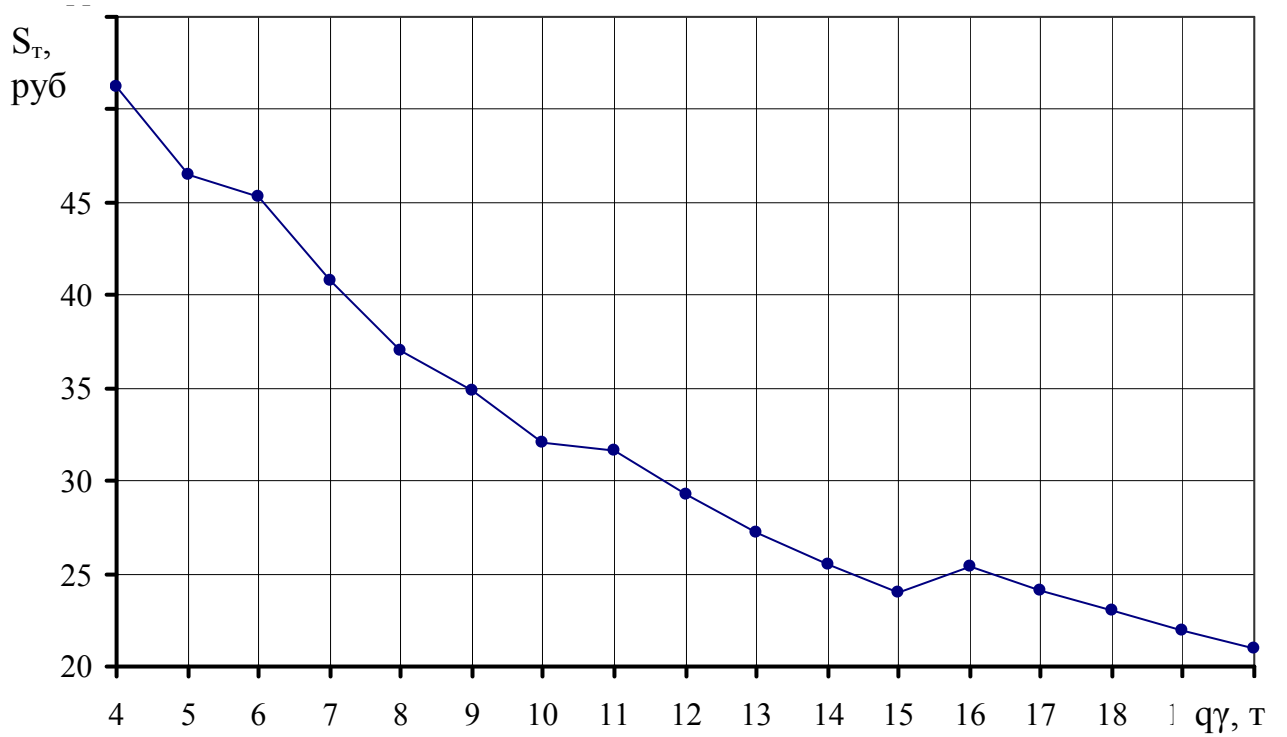


Рис. 3.1.29 – Зависимость себестоимости перевозки 1 тонны груза от изменения грузоподъемности автомобиля

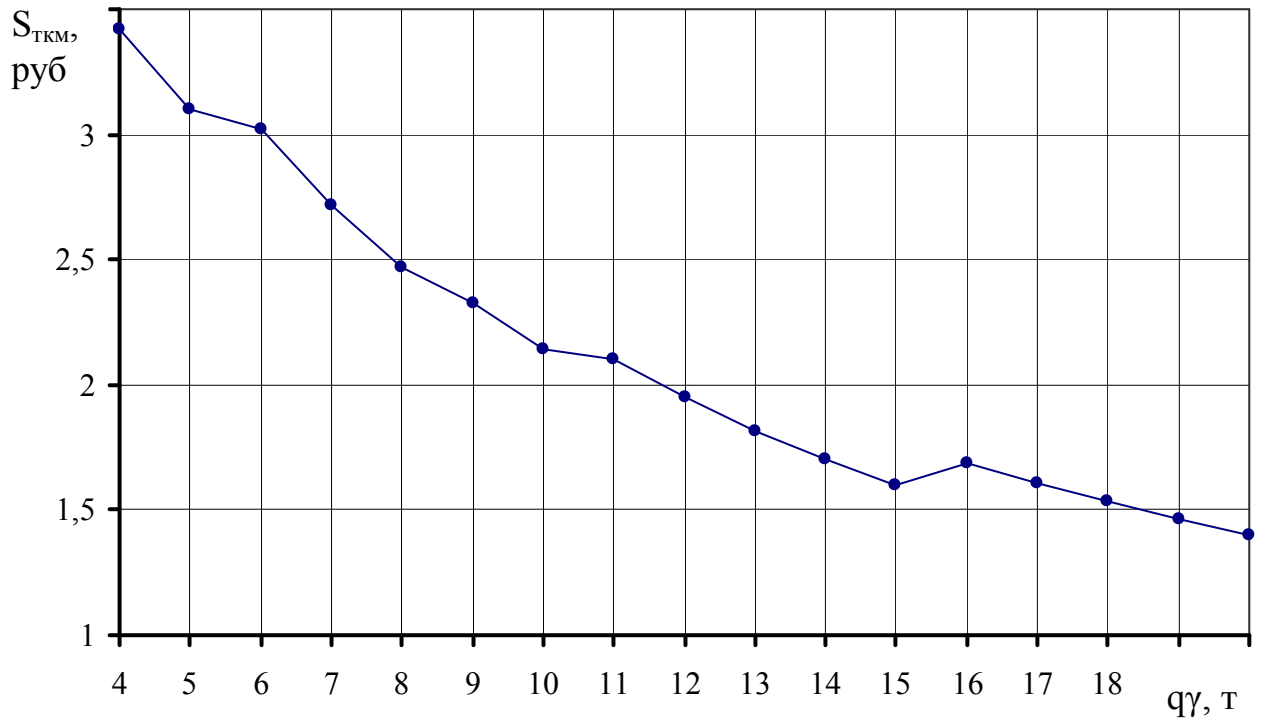


Рис. 3.1.30 – Зависимость себестоимости за 1 ткм работы от изменения грузоподъемности автомобиля

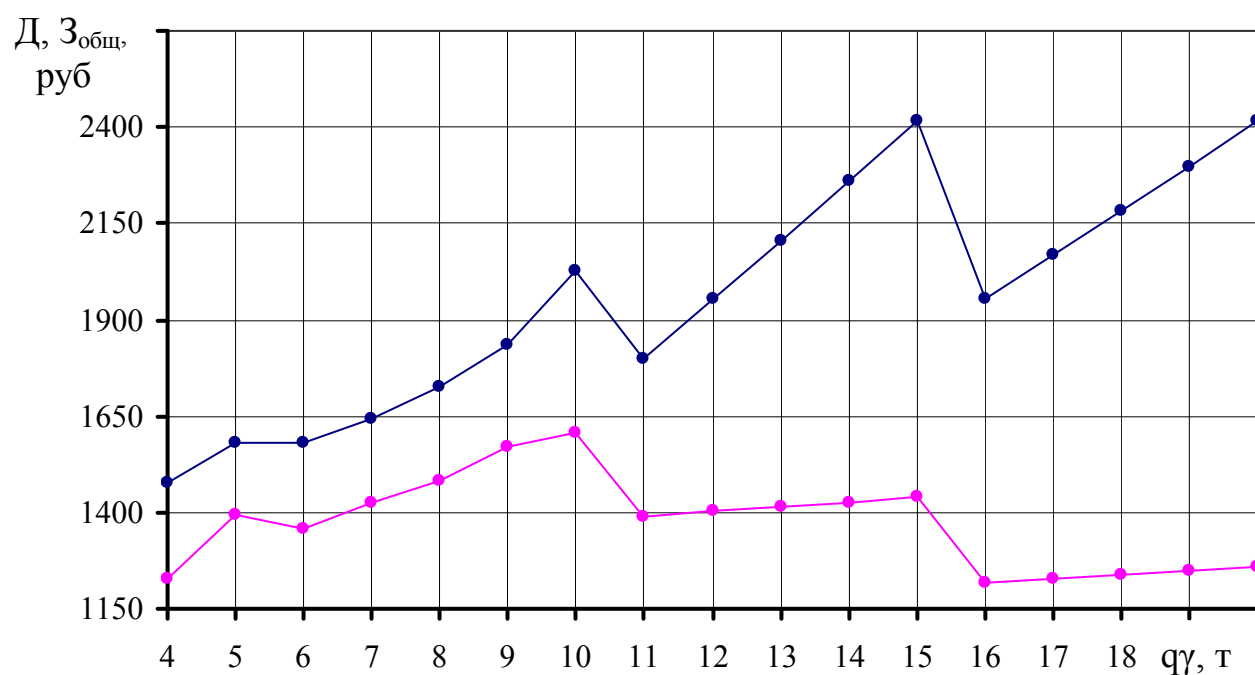


Рис. 3.1.31 – Закономерности формирования доходов и общих эксплуатационных затрат при изменении грузоподъемности автомобиля

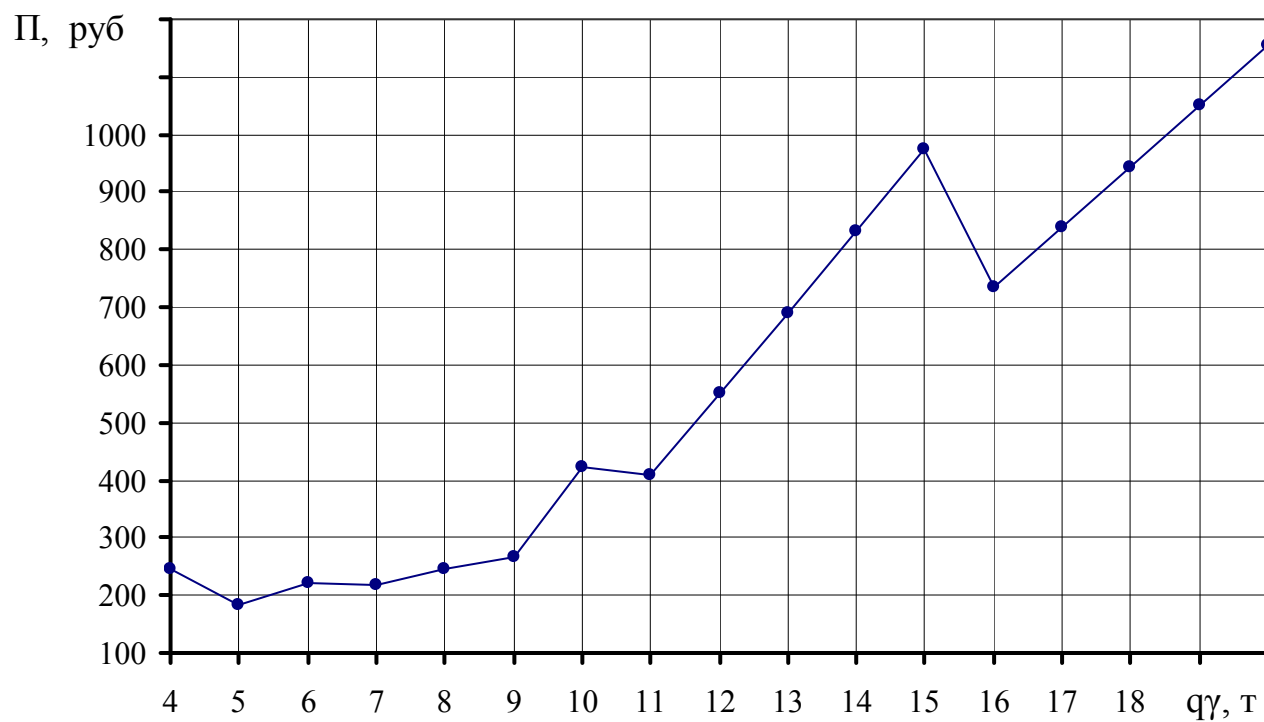


Рис. 3.1.32 – Закономерности формирования прибыли при изменении грузоподъемности автомобиля

Выполненные расчеты и построенные графики (рис 3.1.22 – 3.1.32)

позволяют сделать следующие выводы:

- в практической деятельности при выполнении перевозок на конкретном маршруте может не наблюдаться последовательного приращения выработки и уменьшения затрат при росте $q\gamma$;

- функции $Q = f(q\gamma)$ и $P = f(q\gamma)$ представляют собой прямые ломаные линии;

- с увеличением $q\gamma$ возрастает $t_{пв}$, что вызывает падение числа ездов за плановое время пребывания в наряде. В результате может оказаться, что автомобиль меньшей грузоподъемности, в одних и тех же условиях эксплуатации, будет иметь большую выработку. Но автомобиль меньшей грузоподъемности, имея большую выработку, может иметь худшие экономические показатели. Например, из таблицы 3.3 видно, что автомобиль 10 тонн имеет выработку за сутки 50 тонн, а автомобиль 16 тонн – 48 тонн. Общие затраты соответственно 1605,2 и 1216,2 руб. Поэтому рекомендуется из допустимых диапазонов значений при данных условиях эксплуатации выбирать наибольшую грузоподъемность, т.к. это даст наибольший экономический эффект

Выявленные закономерности объясняют, почему от роста грузоподъемности транспортных средств часто не получают ожидаемого эффекта.

3.4 Исследование влияния времени погрузки - разгрузки автомобиля на эффективность транспортного процесса в прямых цепях поставок

Согласно существующему положению считается, что в результате сокращения $t_{пв}$ возрастает выработка подвижного состава. Ранее установлено, что эта зависимость может быть описана с помощью уравнения равнобочной

гиперболы. Эффект от уменьшения $t_{пв}$ только тогда, когда за плановое время нахождения в наряде, в результате снижения $t_{пв}$ можно выполнить дополнительно хоть одну езду. Если этого не происходит, то не вырабатывается дополнительной продукции, за счет которой можно было бы окупить средства, вносимые на организацию и механизацию погрузочно-разгрузочных работ непосредственно на автомобильном транспорте.

Закономерность изменения выработки и общих затрат транспортного средства можно проследить на следующем примере работы автомобиля КамАЗ – 5511 при перевозке песка из карьера Николаевка строительной фирме ООО «ОСК – 2000»:

$$T_m = 9 \text{ ч}; t_{пв} = 0,35 \text{ ч}; q\gamma = 10 \text{ т}; V_T = 30 \text{ км/ч}; l_{ге} = 18 \text{ км}.$$

Представленный пример расчета (табл. 3.4) и построенные графики (рис. 4.9. и 4.10) показывают, что фактическая закономерность изменения выработки автомобиля в микросистеме описывается разрывной линейной функцией. Гиперболическая зависимость не проявляется. Натурные исследования работы автомобилей, на основании которых построены графики, показали, что автомобили, работая на одном и том же маршруте при разном времени, имеют одинаковую выработку (рис 4.9 и 4.10). Совпадение действительных значений выработки подтверждает выдвинутые теоретические положения.

Таблица 3.4 – Техничко-экономические показатели автомобиля КамАЗ – 5511, при изменении времени погрузки и разгрузки

$t_{пв}$, ч	Q, т	$Q_{теор}$, т	$T_{мф}$, ч	$Z_{рас}$, руб	$Z_{теор}$, руб	$D_{рас}$, руб	$D_{теор}$, руб	$S_{ч}$, руб	$S_{чтеор}$, руб
0,3	60	60,0	9,13	1406,7	1466,7	2729,2	2729,2	156,3	156,3
0,4	60	56,3	9,73	1406,7	1402,3	2729,2	2558,6	156,3	149,1
0,5	50	52,9	8,63	1291,3	1335,0	2274,3	2408,1	143,5	141,7
0,6	50	50,0	9,13	1291,3	1292,6	2274,3	2274,3	143,5	137,0
0,7	50	47,4	9,63	1291,3	1266,3	2274,3	2154,6	143,5	134,0
0,8	50	45,0	10,13	1291,3	1239,3	2274,3	2046,9	143,5	131,8
0,9	40	42,9	8,53	1203,6	1212,3	1819,4	1949,4	122,1	128,1
1	40	40,9	8,93	1203,6	1195,0	1819,4	1860,8	122,1	124,9

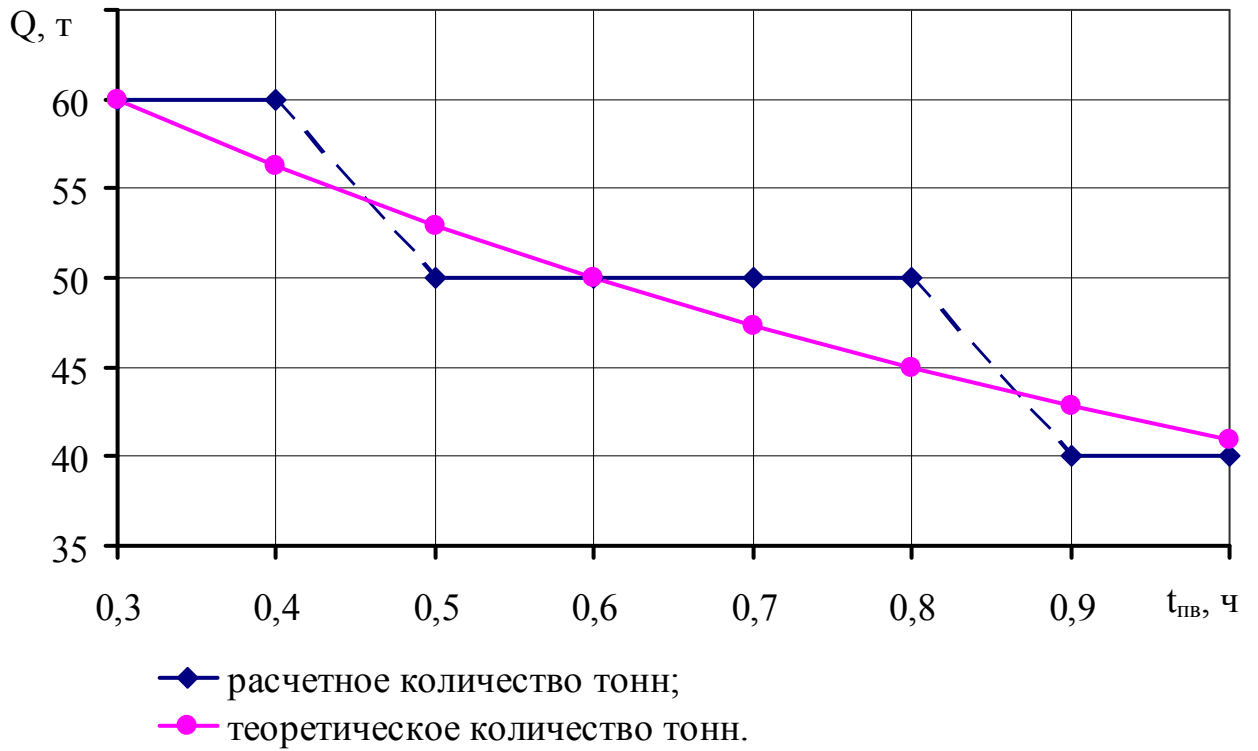


Рис. 3.1.33 – Зависимость объема перевозок от изменения затрат времени погрузки и разгрузки

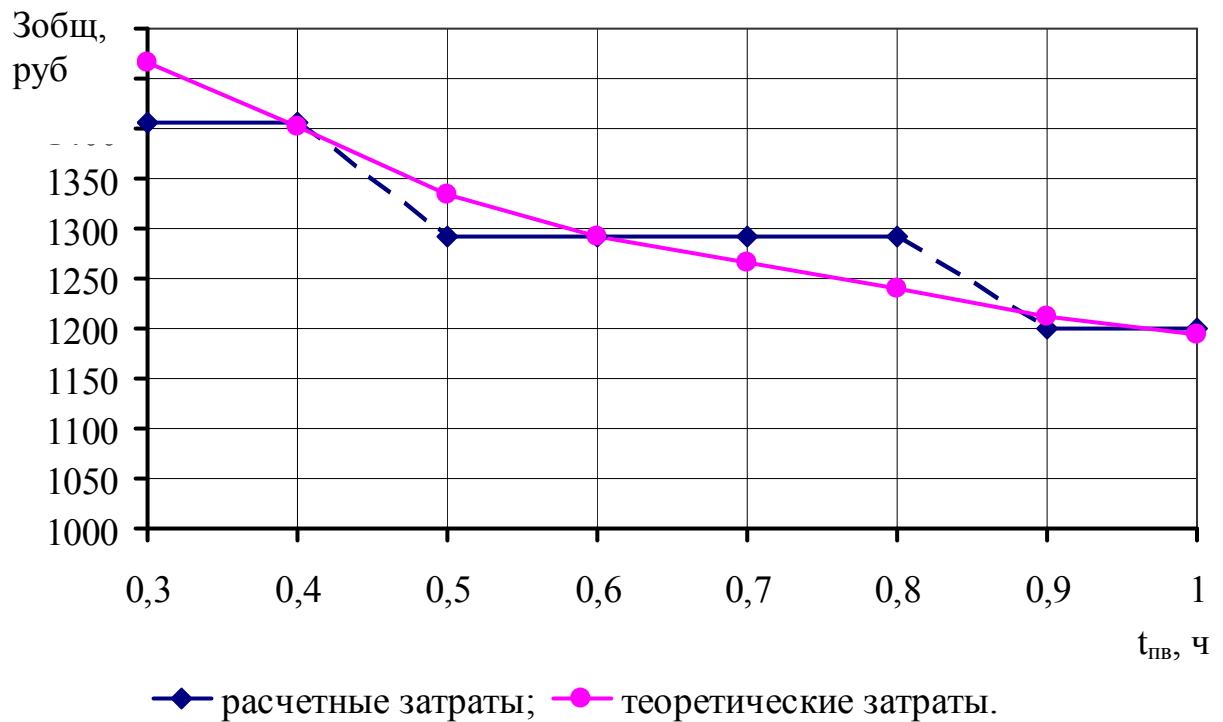


Рис. 3.1.34 – Зависимость общих эксплуатационных затрат от изменения времени погрузки и разгрузки

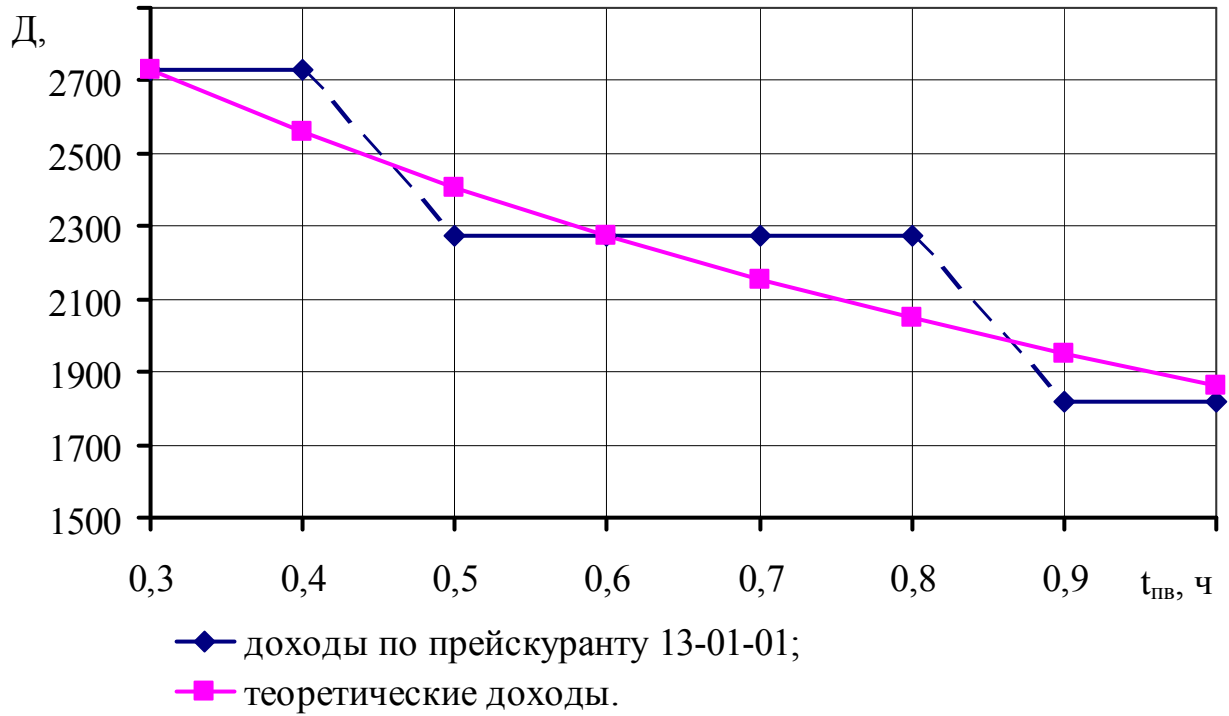


Рис. 3.1.35 – Зависимость доходов за перевозку от изменения затрат времени на погрузку и разгрузку

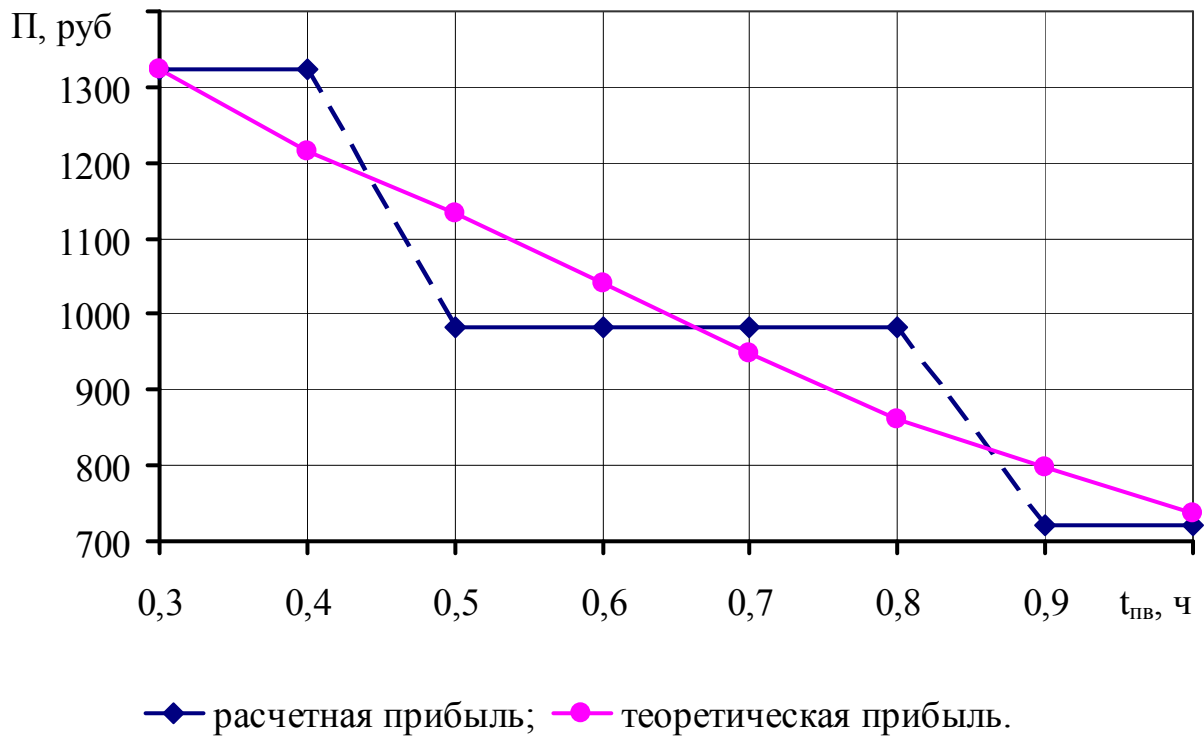


Рис. 3.1.34 – Зависимость прибыли за перевозку от изменения затрат времени погрузки и разгрузки

Таким образом, произведя расчеты экономических показателей АТП на перевозку с изменением времени погрузки - разгрузки, мы получаем

расчетные и теоретические затраты отраженные в таблице 3.4. Данные затраты имеют скачкообразные интервалы, из которых видно следующее, что при планировании работы у АТП могут появляться необоснованные затраты, которые вызваны не правильными применением математического аппарата. Данная величина ошибки в данном примере приходится на значение $t_{пв}$, равное 0,5 часа. Таким образом, за каждый день экономические потери составят:

$$\Delta = \frac{Z_{теор} - Z_{рас}}{Z_{рас}} = \frac{1335 - 1291,3}{1291,3} = 3,4 \%. \quad (3.2)$$

Поэтому не следует упускать из внимания данный момент, так как для любого АТП не смотря на его мощности, будет нести бессмысленные убытки.

Однако, установленные зависимости влияния $t_{пв}$, на выработку подвижного состава показывают, что отклонение теоретических величин может быть как в большую, так и в меньшую стороны, по сравнению с фактическими значениями Q и P . Поэтому при использовании теоретических формул для расчета потребности в транспортных средствах может быть запланировано избыточное или недостаточное их количество. Кроме того, дискретный характер приращения выработки автомобилей объясняет, почему от механизации и совершенствования организации погрузочно-разгрузочных работ не всегда получается эффект.

3.5. Исследование влияния длины грузовой езды на эффективность транспортного процесса в прямых цепях поставок

На основании представленной методики и на примере «ТК АК – 1253» выполнены расчеты показателей работы автосамосвала КамАЗ-5511 (табл. 3.1.1) и построены графики зависимостей суточной выработки, размера доходов, общих затрат от перевозок груза 1 класса на городских маршрутах (см. рис.3.1.1 – 3.1.9).

Прерывистый характер полученных линий подчеркивает те моменты скачкообразного изменения значений функции, в которых с увеличением расстояния перевозок происходит падение количества выполненных ездов с грузом. При этом наблюдаются диапазоны изменения расстояния, в которых результаты экономических и эксплуатационных показателей имеют пропорциональное приращение или стабилизацию значений [3].

Например, выработка в тоннах постоянна (рис. 3.1.1 - 3.1.2), а в тонно-километрах нарастает пропорционально росту расстояния перевозки до тех пор, пока оно не достигает 15 км (диапазон: 10—15 км). После чего число возможных ездов уменьшается и одновременно падает выработка. Далее ситуация повторяется на расстояниях 24 и 39 км. На малых же расстояниях изменения величин выработки происходят довольно часто, т. к. стремительно уменьшается количество ездов с грузом из-за значительного прироста времени в движении автомобиля. В диапазоне от 1 до 9 км такие изменения происходят через 1 – 3 километра.

Таблица 3.1 – Техничко-экономические показатели КамАЗ – 5511, при изменении длины грузовой езды

Длина ездки $L_{ге}$, км	Количество ездов Z_e , ед	Общий пробег $L_{общ}$, км	Количество груза Q , т	Грузооборот G , ткм	Себестоимость за 1 км пробега $S_{км}$, руб	Себестоимость 1 т S_t , руб	Общие затраты АТП $Z_{атп}$, руб	Теоретические затраты $Z_{теор}$, руб	Доход D , руб
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1	9	61	90	90	12,4	11,0	1044,2	871,3	905,0
2	8	74	80	160	13,2	6,6	1124,9	950,0	979,1
3	8	89	80	240	14,4	4,8	1217,9	1102,6	1142,6
4	7	96	70	280	14,8	4,2	1261,3	1085,3	1119,6
5	7	109	70	350	18,1	3,6	1342,0	1205,7	1298,5
6	7	122	70	420	16,9	3,2	1422,6	1351,0	1441,6
7	6	121	60	420	22,2	3,2	1416,4	1331,0	1387,9
8	6	132	60	480	23,4	2,9	1484,6	1401,7	1587,2
9	6	143	60	540	24,5	2,7	1552,9	1472,2	1725,2
10	5	134	50	500	28,0	2,8	1497,0	1401,6	1569,4
11	5	143	50	550	29,2	2,7	1552,9	1459,5	1684,3
12	5	152	50	600	30,4	2,5	1608,7	1517,6	1761,0
13	5	161	50	650	31,5	2,4	1664,5	1575,5	1863,2
14	5	170	50	700	32,7	2,3	1720,3	1633,6	1939,9
15	5	179	50	750	33,8	2,3	1776,2	1691,5	2029,3
16	4	156	40	640	38,3	2,4	1633,5	1532,3	1796,8
17	4	163	40	680	39,4	2,3	1676,9	1577,5	1847,9
18	4	170	40	720	40,6	2,3	1720,3	1623,0	1919,4
19	4	177	40	760	41,7	2,2	1763,8	1668,2	2011,4
20	4	184	40	800	42,8	2,1	1807,2	1713,5	2103,4
21	4	191	40	840	44,0	2,1	1850,6	1759,0	2175,0
22	4	198	40	880	45,1	2,1	1894,0	1804,2	2246,5
23	4	205	40	920	46,2	2,0	1937,4	1849,5	2318,1
24	4	212	40	960	47,4	2,0	1980,9	1895,0	2389,6
25	3	169	30	750	53,6	2,1	1714,1	1609,2	1909,2
26	3	174	30	780	54,7	2,1	1745,2	1641,8	1955,2
27	3	179	30	810	55,8	2,1	1776,2	1674,4	2001,2
28	3	184	30	840	56,9	2,0	1807,2	1707,0	2054,9
29	3	189	30	870	58,0	2,0	1838,2	1739,7	2085,5
30	3	194	30	900	59,1	2,0	1869,2	1772,5	2131,5
31	3	199	30	930	60,2	1,9	1900,2	1805,1	2162,2
32	3	204	30	960	61,3	1,9	1931,2	1837,7	2192,9
33	3	209	30	990	62,3	1,9	1962,2	1870,4	2223,5
34	3	214	30	1020	63,4	1,9	1993,3	1903,2	2254,2
35	3	219	30	1050	64,5	1,8	2024,3	1935,8	2284,9
36	3	224	30	1080	65,6	1,8	2055,3	1968,5	2315,5
37	3	229	30	1110	66,7	1,8	2086,3	2001,1	2346,2
38	3	234	30	1140	67,8	1,8	2117,3	2033,9	2376,9
39	3	239	30	1170	68,9	1,8	2148,3	2066,5	2407,5
40	2	164	20	800	78,9	2,0	1683,1	1578,2	1658,8
45	2	179	20	900	83,9	1,9	1776,2	1677,5	1761,0
50	2	194	20	1000	88,9	1,8	1869,2	1777,6	1863,2

Таки образом выбирая оптимальную длину грузеной ездки, например в диапазоне 16 – 24 км, рекомендуется АТП выбирать из имеющего ряда заказов в данных условиях минимальную длину, т.е. от 16 км для минимизации затрат и наиболее эффективного использования транспортных средств.

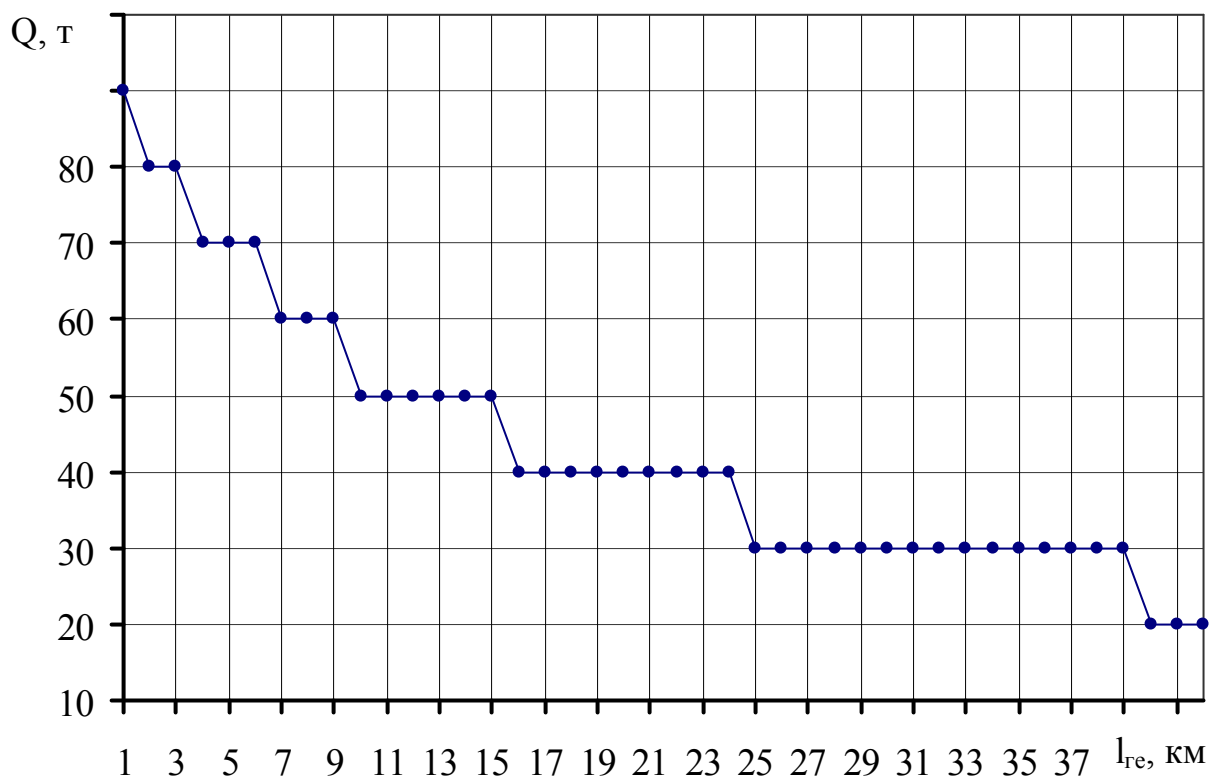


Рис. 3.1.1 – Зависимость объема перевозок от изменения расстояния перевозки груза

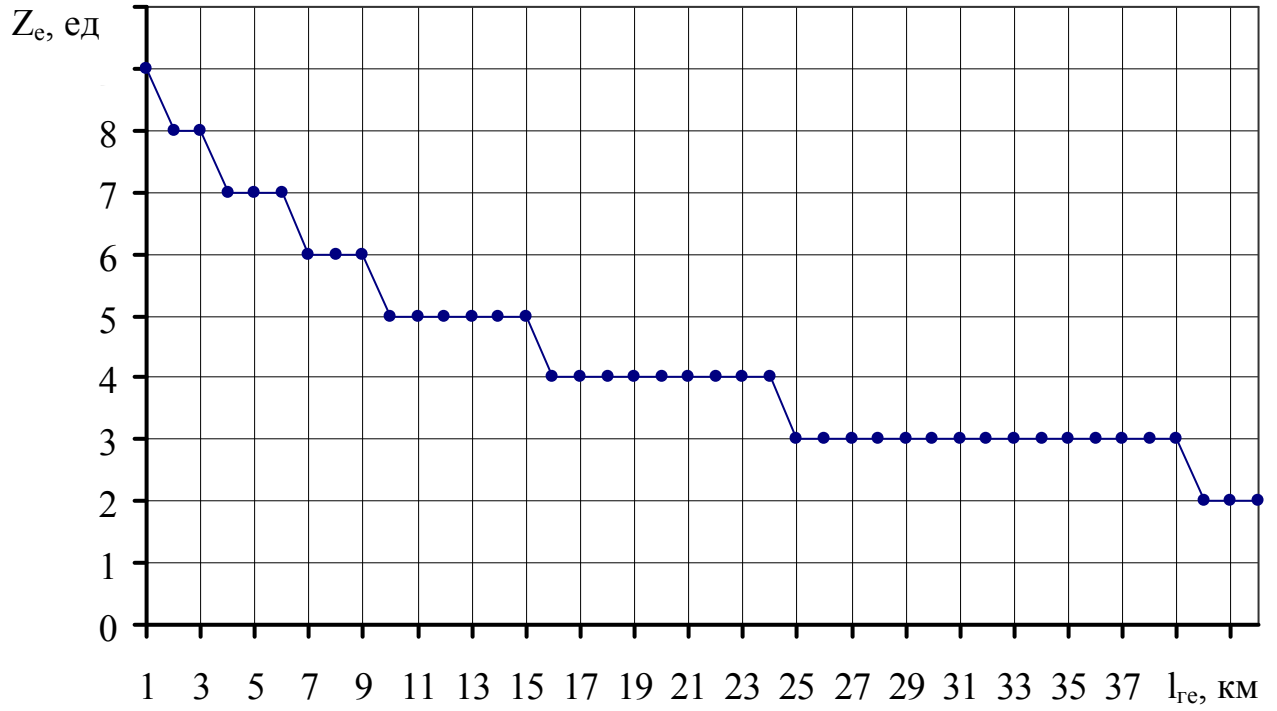


Рис. 3.1.2 – Зависимость числа ездов от изменения расстояния перевозки груза

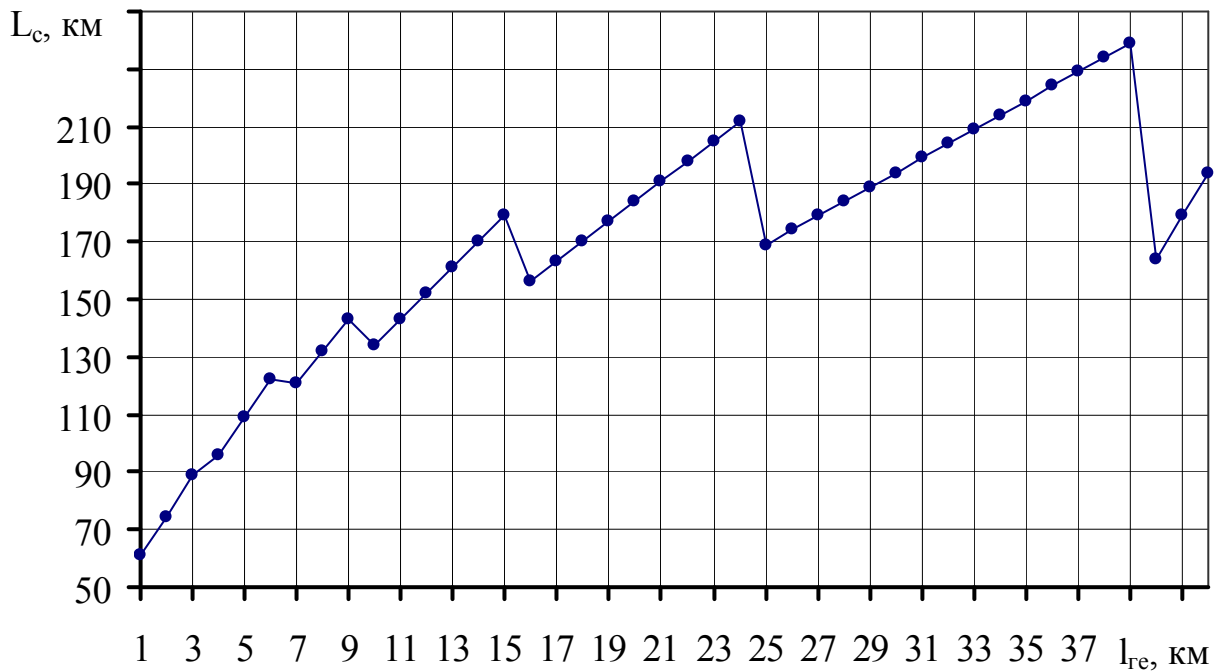


Рис. 3.1.3 – Зависимость суточного пробега от изменения расстояния перевозки груза

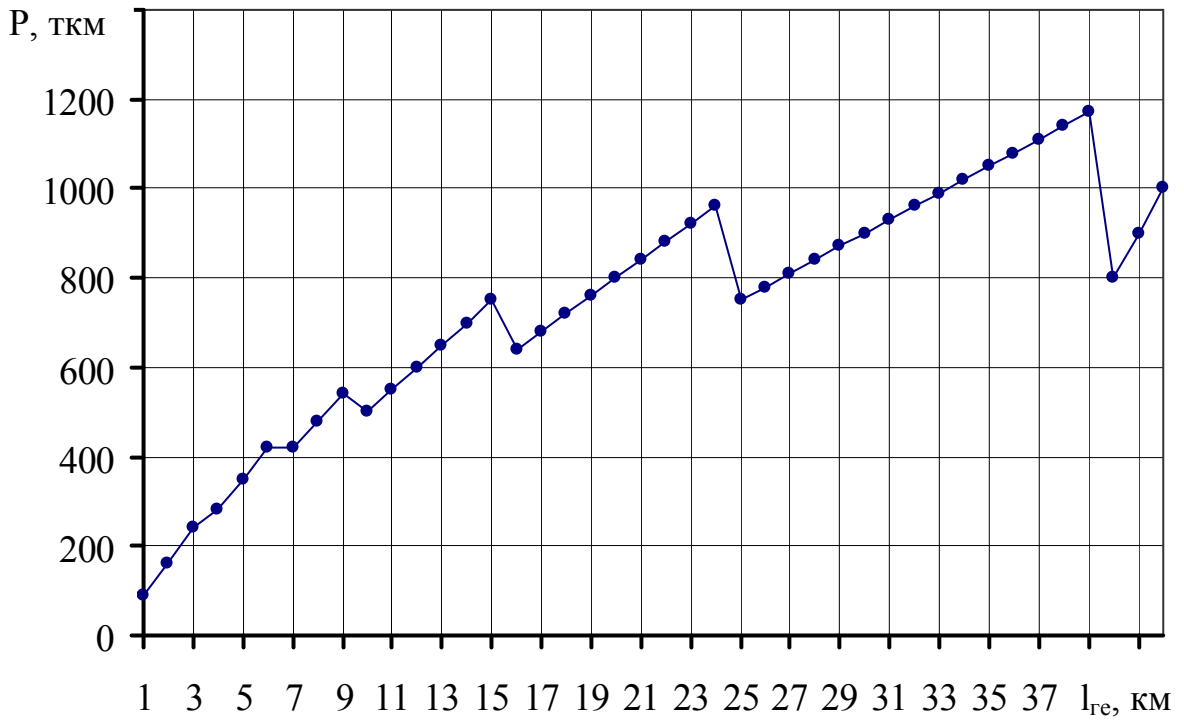


Рис. 3.1.4 – Зависимость грузооборота от изменения расстояния перевозки груза

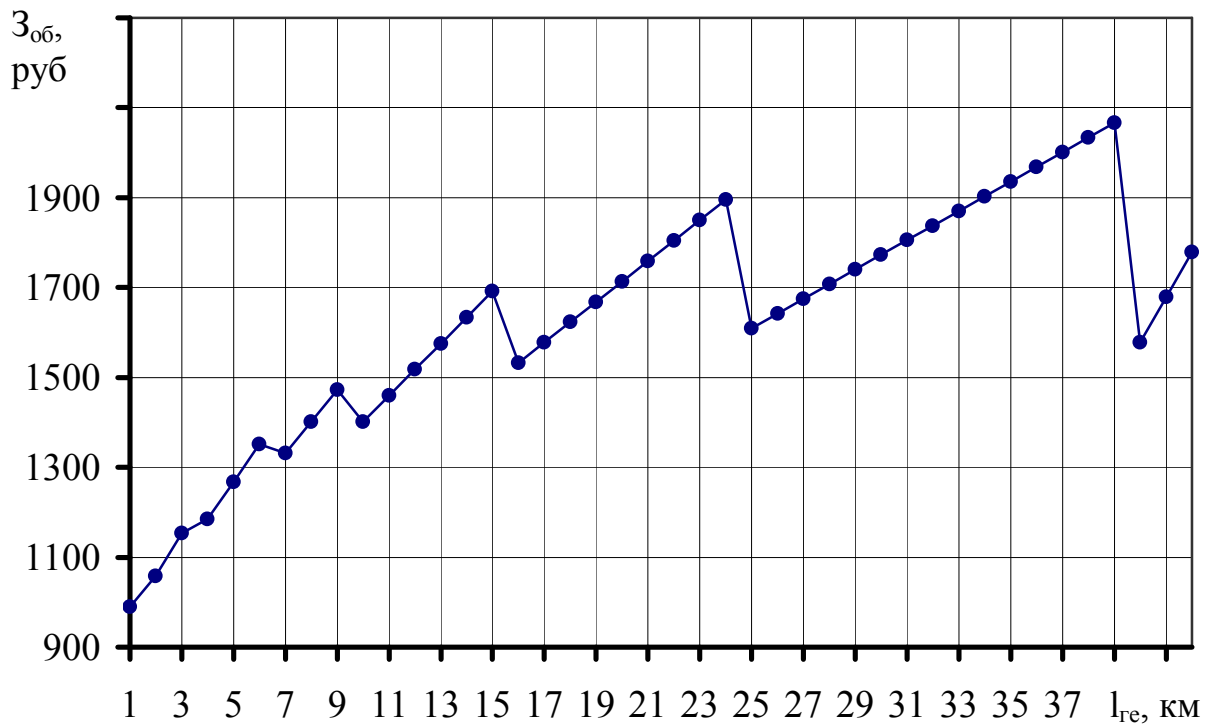


Рис. 3.1.5 – Зависимость общих эксплуатационных затрат от изменения расстояния перевозки груза

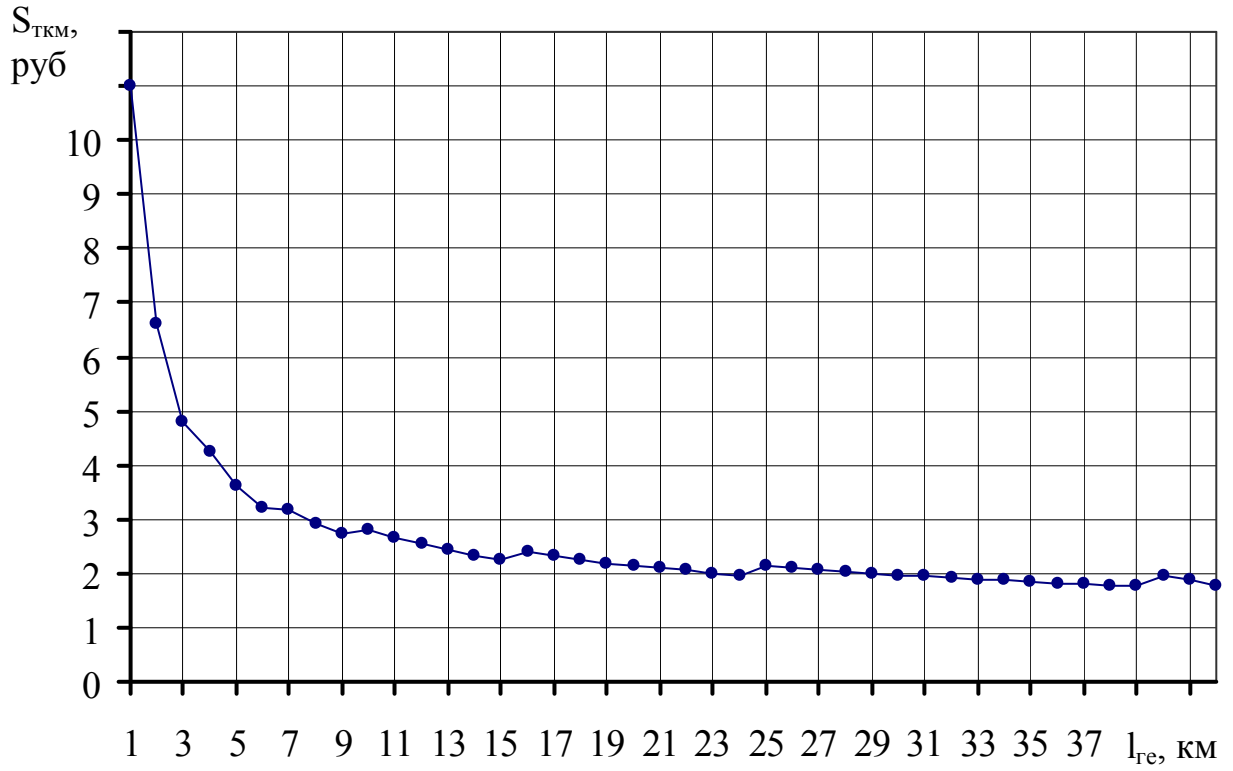


Рис. 3.1.6 – Зависимость себестоимости за 1 ткм работы от изменения расстояния перевозки груза

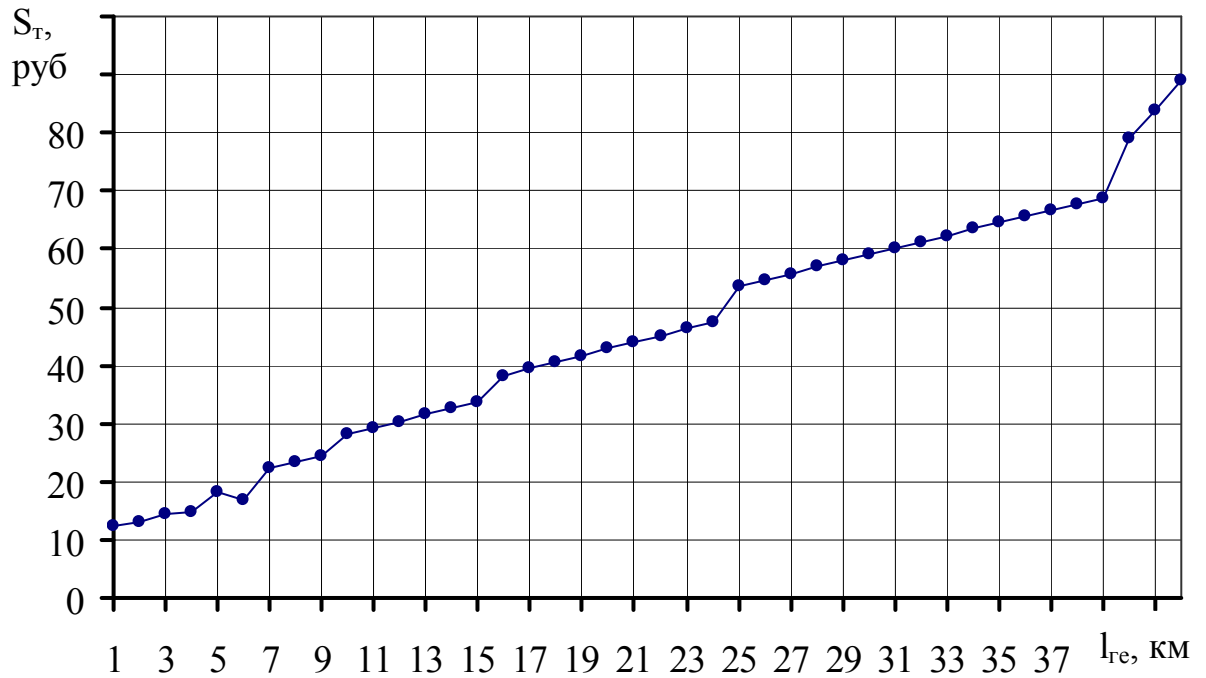


Рис. 3.1.7 – Зависимость себестоимости на 1 т перевезенного груза от изменения расстояния перевозки груза

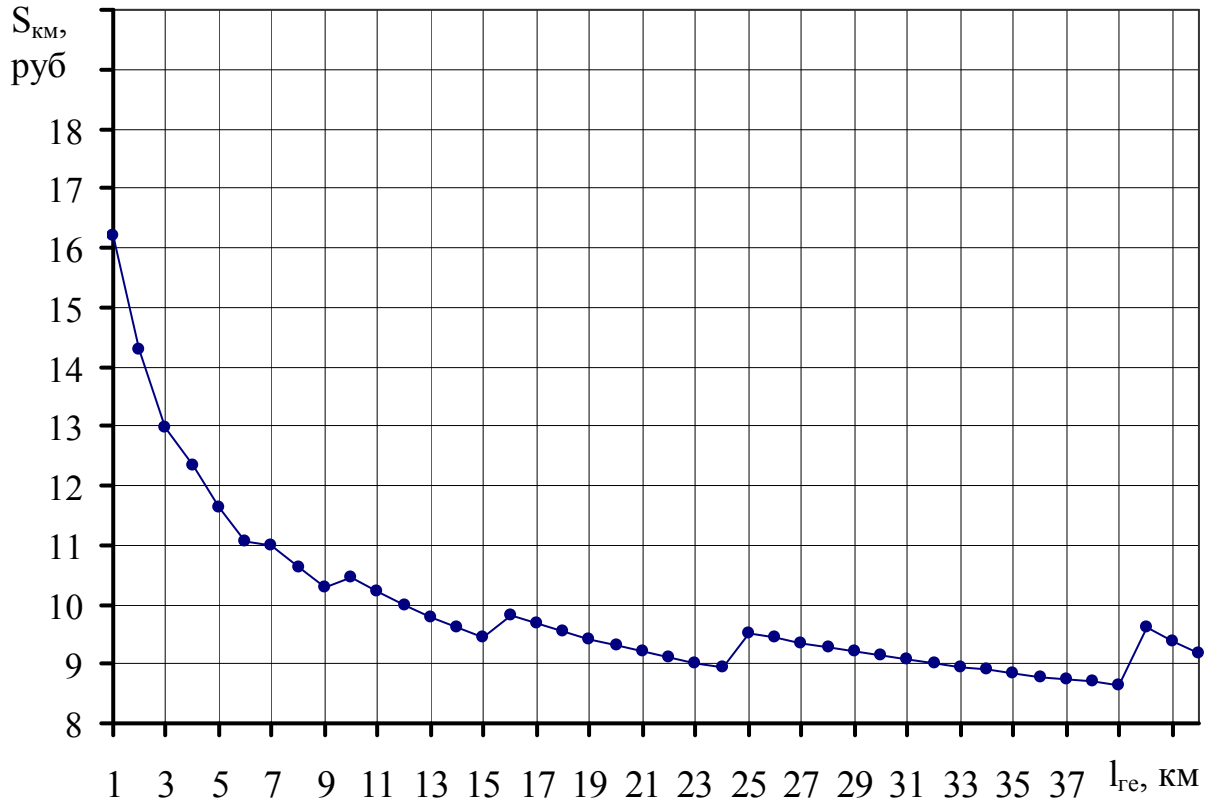


Рис. 3.1.8 – Зависимость себестоимости на 1 км пробега от изменения расстояния перевозки груза

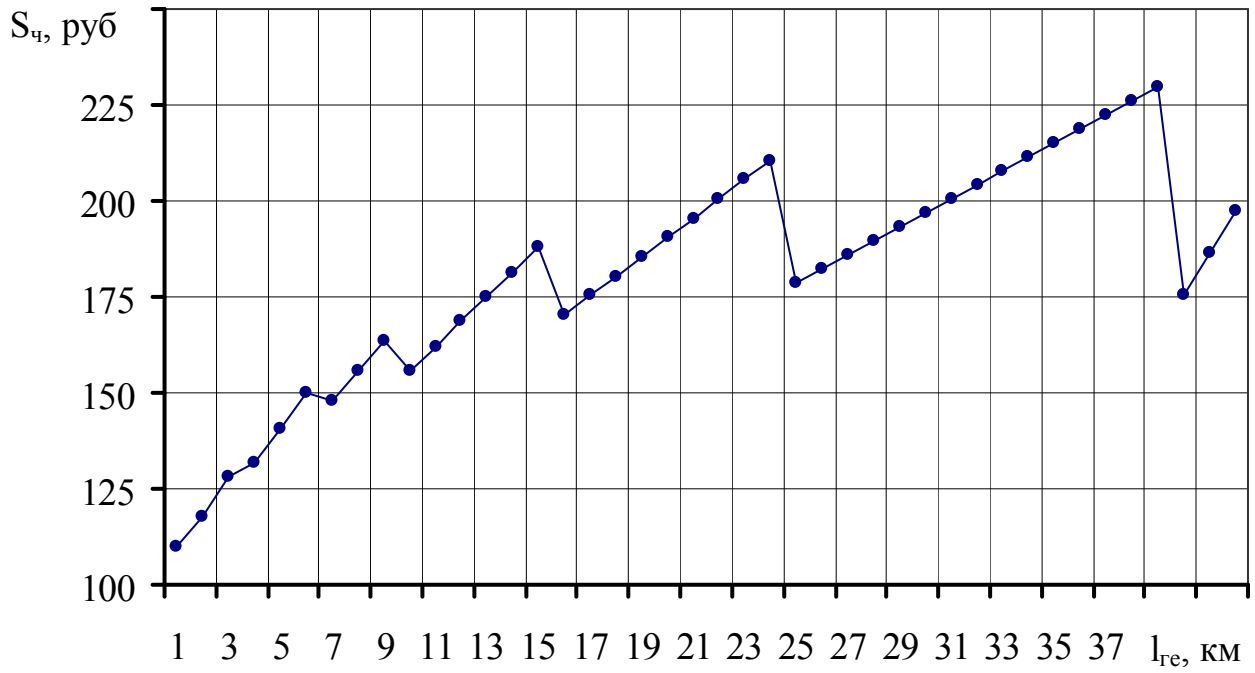


Рис. 3.1.9 – Зависимость себестоимости за 1 час работы от изменения расстояния перевозки груза

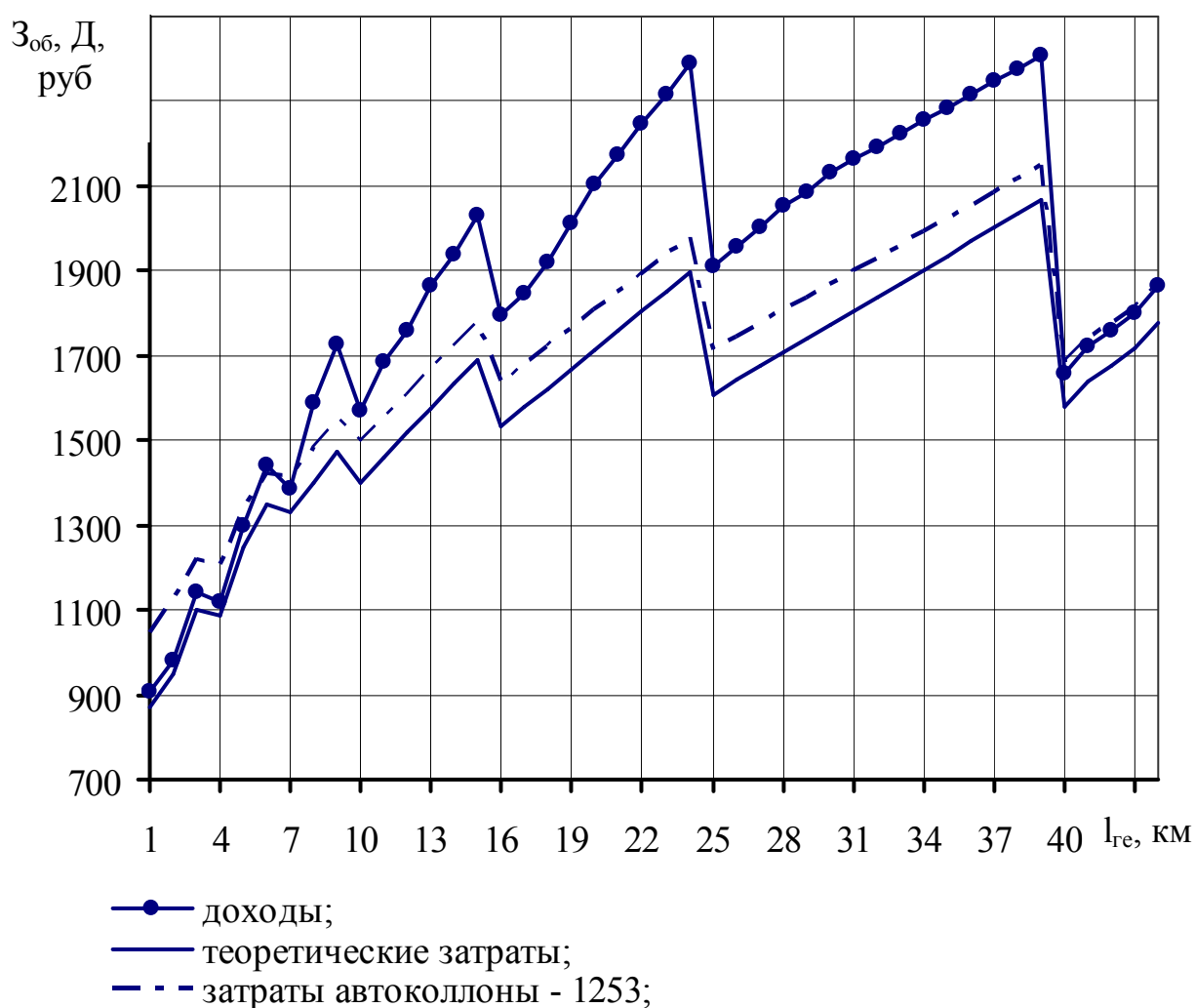


Рис. 3.1.10 – Закономерности формирования доходов и общих эксплуатационных затрат на маятниковом маршруте с обратным негруженным пробегом

Произведенный расчет теоретических затрат, затрат автопредприятия «ТК АК – 1253» и доходов на основании фактических тарифов показывает, что график зависимости экономических показателей от расстояния перевозок (рис. 3.1.10.) имеет дискретный характер изменений при изменении числа ездов. Однако следует отметить, что рост доходов с увеличением расстояния имеют тенденцию замедления.

Следует заметить, что в рассматриваемом примере при расчете теоретических затрат, мы не учитываем особенности ведения хозяйственной деятельности данного АТП (учет нормативных затрат, отображение

существующих накладных расходов, расход топлива, изменение цены на топливо и т. д.). Поэтому мы видим, что на всем диапазоне расстояний не происходит превышение затрат над величиной доходов.

Для доказательства существующей несбалансированности тарифов и цен произведены расчеты затрат по методу АТП «Автоколонна – 1253» с учетом вышеизложенных особенностей. По их результатам на график (рис. 3.1.10) нанесены линии, которые четко демонстрируют ситуацию, ожидающую автотранспортников уже сегодня. При этом в данной ситуации формируются три зоны, которые отображают эффективность использования ПС.

Первая зона – это диапазон расстояний 1 – 7 км. В данном диапазоне расстояний работа автомобиля не эффективна, это связано с тем, что при перевозке данного объема на данных расстояниях возрастает уровень заработной платы водителя и социальных отчислений. Выходом из данной ситуации является то, что АТП и потребители услуг должны найти рациональную цену данной услуги в итоге коммерческих переговоров.

Вторая зона – это диапазон расстояний 8 – 40 км. В данном диапазоне расстояний работа автомобиля приносит прибыль предприятию.

Третья зона – это диапазон расстояний свыше 40 км. В данном диапазоне расстояний работа автомобиля становится убыточной.

Для обеспечения рентабельной работы транспорта целесообразно применение договорных цен, компенсирующих затраты на перевозки, с учетом того, что закономерности формирования указанных натуральных и экономических показателей в аналогичных условиях эксплуатации сохраняются независимо от размера цен и тарифов.

Не ограничиваясь традиционным определением предела эффективного использования автомобиля, следует более пристально рассмотреть всю зону рентабельной эксплуатации, обратив особое внимание на величину прибыли на отдельных маршрутах. Сразу можно убедиться, что величина рентабельности перевозок на большинстве маршрутов не обеспечивает даже

среднеотраслевого уровня. В таком случае вообще теряет смысл называть эксплуатацию подвижного состава коммерческой.

Согласно действующей системе тарифов и цен, максимальный размер прибыли от перевозок груза автомобилем КамАЗ-5511 может быть получен при эксплуатации его на расстояние 24 км. Работа автомобиля данной марки свыше этого расстояния хотя и является рентабельной, но с уменьшением количества ездов размер получаемой прибыли постепенно снижается.

В интервалах изменения расстояния перевозок груза, в которых не происходит изменения количества выполненных ездов (16 - 24 км, 25 - 39 км), размер прибыли в сравнении с первоначальным несколько увеличивается, т. к. действующая система тарифов обеспечивает опережающий рост доходов по сравнению с уровнем эксплуатационных затрат, но максимального значения он не достигает.

Начиная с расстояния 40 км, прибыль от перевозок груза с каждым километром прироста расстояния уменьшается и при нарушении соотношения доходов и затрат работа автомобиля становится нерентабельной.

Следует также отметить, что один и тот же размер прибыли может быть получен при эксплуатации автомобиля на разные расстояния. Так, согласно данным табл. 2.1, 247,7 руб. прибыли можно получить при перевозке груза на 19 и 29 км, но общая сумма эксплуатационных затрат при 19 км составляет 2011,4 руб., а при 29 км — 2085,5 руб.

Поэтому, принимая решение о работе автомобиля на большем расстоянии, необходимо учитывать возможности технической службы предприятия, наличие материальных ресурсов.

Решение задачи оптимального распределения транспортных средств по маршрутам возможно только при знании закономерностей формирования доходов, затрат и прибыли по всем имеющимся в наличии маркам подвижного состава и умении правильно оценить эффективность функционирования каждого из них.

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЭП НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПАРКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ПРЯМЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

4.1. Методика проведения анализа влияния ТЭП на эффективность функционирования парка грузовых автомобилей в цепях поставок

Проведение анализа предусматривает выявление закономерностей влияния ТЭП на уровень выработки подвижного состава. В настоящей работе для этой цели используется метод цепных подстановок, который дает возможность проследить изменение величины выработки транспортной продукции в тоннах (Q) и в тонно-километрах (P) от одного из произвольно взятых показателей (x), входящих в аналитическую модель описания функционирования парка ПС, как функций вида $Q = f(x)$ и $P = f(x)$. Сущность метода цепных подстановок заключается в последовательной замене исходной величины отдельных показателей. Полученное отклонение от первоначальных величин Q и P рассматривается как результат влияния изменяемого показателя x , так как все остальные показатели остались в исходном значении.

Однако на практике изменяется не один показатель, а одновременно несколько или вся совокупность. Например, при изменении расстояния перевозки грузов или грузоподъемности одновременно происходит изменение суммарной величины времени простоя под погрузкой-разгрузкой ($t_{п-р}$) и среднетехнической скорости (V_T), и т.п. Наличие таких взаимозависимостей не учитывается методом цепных подстановок. Несмотря на указанные недостатки, для того чтобы выдержать условия сопоставимости выявляемых закономерностей с ранее полученными, вынужденно используется указанный метод.

В научной и учебной литературе для проведения анализа влияния технико-эксплуатационных показателей на эффективность работы организаций грузового автомобильного транспорта используются математические зависимости, разработанные на основании традиционных подходов и методов расчета для единицы подвижного состава. При этом используются средние величины технико-эксплуатационных показателей, в лучшем случае, по группе автомобилей, объединенных по таким признакам, как марка автомобилей, срок их эксплуатации [68] или одинаковая грузоподъемность транспортных средств [67]. Далее определяется величина транспортной продукции по всему парку путем суммирования результатов по всем группам автомобилей, осуществляющих перевозку грузов. В худшем же случае используются средние показатели работы по всему парку автомобилей, т.е. показатели работы некоего транспортного средства на неопределенном маршруте, перевозящего неопределенный вид груза. Поэтому мы сознательно отказываемся от использования таких зависимостей, как от несоответствующих реальным условиям эксплуатации парка ПС, и для расчетов будут использоваться математические выражения 1.15, 1.16 – по методике Л.Л. Афанасьева для группы автомобилей с одинаковой грузоподъемностью, 1.23 и 1.27 – по методике З.И. Аксёновой для группы автомобилей одной марки.

Преобразуем математические выражения 1.15 и 1.16, подставив выражения 1.11 и 1.12 – формулы производительности одного ходового автомобиля [67]:

$$Q = A D_{и} \cdot \alpha_{и} \cdot T_{н} \cdot \frac{q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_{т}}{l_{ге} + V_{т} \cdot \beta \cdot t_{п-р}}, \quad (2.4)$$

$$P = A D_{и} \cdot \alpha_{и} \cdot T_{н} \cdot \frac{q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_{т} \cdot l_{ге}}{l_{ге} + V_{т} \cdot \beta \cdot t_{п-р}}, \quad (2.5)$$

или

$$Q = \frac{A_{Д_{и}} \cdot \alpha_{и} \cdot T_{н} \cdot \delta \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma \cdot V_{т}}{l_{ге}}, \quad (2.6)$$

$$P = A_{Д_{и}} \cdot \alpha_{и} \cdot T_{н} \cdot \delta \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma \cdot V_{т}, \quad (2.7)$$

т.к.

$$\delta = \frac{l_{ге}}{l_{ге} + V_{т} \cdot \beta \cdot t_{п-р}}. \quad (2.8)$$

Известно, что увеличение ТЭП – $T_{н}$, $l_{ге}$, q , γ , $V_{т}$ – приводит к увеличению нагрузки на подвижной состав и более интенсивный его износ, что требует более частого ремонта и обслуживания, это в свою очередь может привести к сокращению количества автомобиле-дней в эксплуатации ($A_{Д_{э}}$). Возникает обратная негативная связь, выражающаяся в отрицательном воздействии на величину коэффициента использования парка ($\alpha_{и}$). Поэтому, для того чтобы учесть отрицательное воздействие увеличения ТЭП, необходимо выразить $\alpha_{и}$ через те же ТЭП.

Между коэффициентами использования парка ($\alpha_{и}$) и выпуска ($\alpha_{в}$) существует связь [87]:

$$\alpha_{и} = \alpha_{в} \cdot \frac{D_{рг}}{D_{и}}, \quad (2.9)$$

где отношение $D_{рг}$ и $D_{и}$ учитывает простой технически исправных транспортных средств в нерабочие дни.

Если в рабочие дни все технически исправные автомобили работают на линии, тогда коэффициенты выпуска ($\alpha_{в}$) и технической готовности ($\alpha_{т}$)

равны, но из практики известно, что ежедневно наблюдается простой и его величина может быть учтена с помощью коэффициента K_α [54]:

$$\alpha_B = \alpha_T \cdot K_\alpha, \quad (2.10)$$

где

$$K_\alpha = \frac{A_\varepsilon}{A_{\Gamma\varepsilon}}, \quad (2.11)$$

или за промежуток времени

$$K_\alpha = \frac{AD_\varepsilon}{AD_{\Gamma\varepsilon}}, \quad (2.12)$$

где A_ε – количество автомобилей, находящихся в эксплуатации,

$A_{\Gamma\varepsilon}$ – количество автомобилей, готовых к эксплуатации,

AD_ε – автомобиле-дни эксплуатации,

$AD_{\Gamma\varepsilon}$ – автомобиле-дни парка в готовом к эксплуатации состоянии.

В связи с вышеизложенным, α_T можно представить в виде:

$$\alpha_T = \frac{AD_\varepsilon}{AD_\varepsilon + AD_p}, \quad (2.13)$$

и в окончательном виде:

$$\alpha_{и} = \frac{AD_\varepsilon}{AD_\varepsilon + AD_p} \cdot K_\alpha \cdot \frac{D_{\text{пр}}}{D_{\text{и}}}. \quad (2.14)$$

Автомобиле-дни в ремонте определяются:

$$AD_p = AD_\varepsilon \cdot l_{\text{cc}} \cdot d_y, \quad (2.15)$$

где d_y – норматив простоя автомобиля в ТО и ремонте на 1000 км пробега в днях,

l_{cc} – среднесуточный пробег автомобиля:

$$l_{cc} = 24 \cdot \rho \cdot \delta \cdot V_T = T_H \cdot \frac{l_{ге}}{l_{ге} + t_{п-р} \cdot \beta \cdot V_T} \cdot V_T. \quad (2.16)$$

Тогда, автомобиле-дни в ремонте:

$$АД_p = \frac{АД_э \cdot T_H \cdot l_{ге} \cdot V_T \cdot d_y}{l_{ге} + t_{п-р} \cdot \beta \cdot V_T}, \quad (2.17)$$

а коэффициент использования парка:

$$\alpha_{и} = \frac{1}{1 + \frac{T_H \cdot l_{ге} \cdot V_T \cdot d_y}{l_{ге} + t_{п-р} \cdot \beta \cdot V_T}} \cdot K_\alpha \cdot \frac{D_{пр}}{D_{и}}. \quad (2.18)$$

Подставив 2.18 в выражения 2.4 и 2.5 получим:

$$Q = АД_{и} \cdot \frac{1}{1 + \frac{T_H \cdot l_{ге} \cdot V_T \cdot d_y}{l_{ге} + t_{п-р} \cdot \beta \cdot V_T}} \cdot K_\alpha \cdot \frac{D_{пр}}{D_{и}} \cdot \frac{T_H \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma \cdot V_T}{l_{ге} + V_T \cdot \beta \cdot t_{п-р}}, \quad (2.19)$$

$$P = АД_{и} \cdot \frac{1}{1 + \frac{T_H \cdot l_{ге} \cdot V_T \cdot d_y}{l_{ге} + t_{п-р} \cdot \beta \cdot V_T}} \cdot K_\alpha \cdot \frac{D_{пр}}{D_{и}} \cdot \frac{T_H \cdot l_{ге} \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma \cdot V_T}{l_{ге} + V_T \cdot \beta \cdot t_{п-р}} \quad (2.20)$$

Математические выражения 2.19 и 2.20 предоставляют возможность проведения анализа влияния технико-эксплуатационных показателей на

эффективность парка ПС за любой промежуток времени, с учетом их отрицательного воздействия на коэффициент использования парка.

Однако, в математических выражениях (1.15, 1.16, 1.23, 1.27, 2.19, 2.20) не учитывается тот факт, что при изменении грузоподъемности, изменяется и время простоя автомобилей под погрузкой-разгрузкой. С целью учета изменения данного показателя при проведении анализа влияния грузоподъемности транспортных средств на эффективность парка ПС будет использоваться формула определения времени, затрачиваемого на проведение погрузочно-разгрузочных работ, приведенная в работах [20, 66]:

$$t_{п-р} = \tau_{п-р} \cdot q \cdot \gamma, \quad (2.21)$$

где $\tau_{п-р}$ – затраты времени на погрузку-разгрузку одной тонны груза, зависящие от степени механизации и организации проведения погрузочно-разгрузочных работ в грузовых пунктах.

Кроме того, в существовавших моделях и в математических выражениях 2.19 и 2.20 не учитывается, что при увеличении длины груженого пробега, как только значение β становится больше 0,5, возникает как минимум одна загрузка в обратном направлении, т.е. увеличивается время простоя автомобиля под погрузкой-разгрузкой. Тогда при равных значениях коэффициента использования грузоподъемности и затрат времени на погрузку-разгрузку одной тонны груза в прямом и обратном направлении:

$$t_{п-р} = 2 \cdot \tau_{п-р} \cdot q \cdot \gamma, \quad (2.22)$$

или при различных значениях коэффициентов и затрат времени:

$$t_{п-р} = q \cdot \sum_1^n (\tau_{п-рi} \cdot \gamma_i) \quad (2.23)$$

В многочисленной научной и учебной литературе указывается, что с повышением коэффициента использования пробега β всегда возрастает выработка транспортных средств. Это также следует из математических зависимостей, применяемых в настоящее время для описания выработки подвижного состава.

Считается, что 1% увеличения β дает снижение себестоимости перевозок на 0,5% и повышение производительности на 0,9% [81]. Но исследования, выполненные на примере 1000 автомобилей за 48 месяцев [82], позволили установить влияние ТЭП на величину производительности, а полученные величины коэффициентов эластичности \mathcal{E}_x показали процентное изменение себестоимости при изменении каждого фактора. Для β , коэффициент $\mathcal{E}_\beta = -0,204$, а это указывает, что рост на 10% величины β влечет уменьшение себестоимости перевозок примерно на 2%, что противоречит данным [81]. Сравнение силы влияния ТЭП показало, что β влияет весьма незначительно, коэффициент влияния составил всего 3,4%. Полученный результат, конечно, является частным, но для рассматриваемых условий указывает на слабую связь между производительностью и β или вообще на отсутствие закономерной связи.

В работе [20] доказано, что величина β не имеет закономерной связи с величиной транспортной продукции на примере работы автотранспортных средств на маятниковом маршруте (при равных значениях коэффициента использования грузоподъемности в прямом и обратном направлении).

Как следует из представленной схемы (рисунок 2.1) не просматривается закономерная связь между количеством перевозимого груза и величиной коэффициента β , а количество тонно-километров после превышения β значения 0,5 увеличивается пропорционально расстоянию перевозки грузов в обратном направлении.

Этот же вывод подтверждается и результатами планирования перевозок, полученными в работе [83], когда план, составленный по

критерию β_{\max} , оказался самым неэффективным. В работе [84] дается анализ β , как критерия используемого в решении задач сменно-суточного планирования, который показал, что применение β в качестве критерия не способствует сокращению затрат времени на погрузку и разгрузку и не стимулирует роста объема работы.

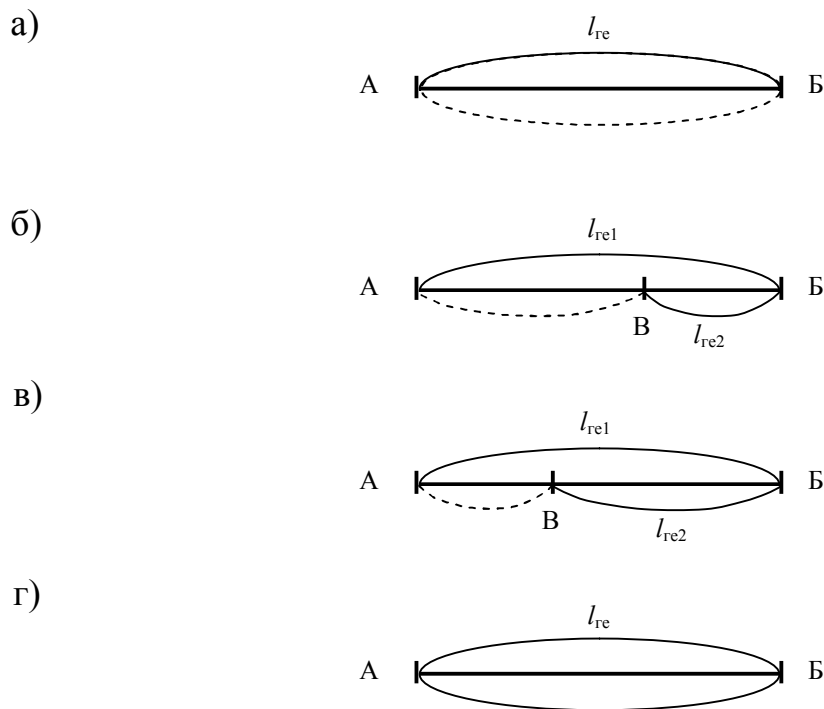


Рисунок 2.1 – Схема изменения выработки за оборот при увеличении β :

а) с обратным негруженным пробегом

$$\text{при } \beta \leq 0,5; Q_o = q\gamma, P_o = q\gamma l_{re}$$

б) с частично груженым обратным пробегом

$$\text{при } 0,5 < \beta \leq 0,75; Q_o = 2q\gamma, P_o = q\gamma (l_{re1} + l_{re2})$$

в) с частично груженым обратным пробегом

$$\text{при } 0,75 \leq \beta < 1; Q_o = 2q\gamma, P_o = q\gamma (l_{re1} + l_{re2})$$

г) с груженым обратным пробегом

$$\text{при } \beta = 1; Q_o = 2q\gamma, P_o = q\gamma 2l_{re}$$

Из сказанного выше следует, что для получения более точных результатов анализа влияния ТЭП, необходимо проведение расчетов с помощью математических зависимостей, в которых отсутствует β . Для этого была использована приближенная модель описания производительности подвижного состава, приведенная в работе [20]:

$$W_Q = \frac{T_H \cdot V_T \cdot q \cdot \sum_1^n \gamma_i}{l_M + V_T \cdot \sum_1^n t_{\Pi-pi}}, \quad (2.24)$$

$$W_P = \frac{T_H \cdot V_T \cdot q \cdot \sum_1^n (\gamma_i \cdot l_{rei})}{l_M + V_T \cdot \sum_1^n t_{\Pi-pi}}, \quad (2.25)$$

подставив 2.24 в выражение 1.15, 2.25 в 1.16, а 2.26 в выражение 2.16,

$$\delta = \frac{l_M}{l_M + V_T \cdot \sum_1^n t_{\Pi-pi}}, \quad (2.26)$$

$$\text{т.е. } \alpha_{и} = \frac{1}{1 + \frac{T_H \cdot l_M \cdot V_T \cdot d_y}{l_M + V_T \cdot \sum_1^n t_{\Pi-pi}}} \cdot K_{\alpha} \cdot \frac{D_{pr}}{D_{и}}, \quad (2.27)$$

и выражение 2.23 получим:

$$Q = A D_{и} \cdot \frac{1}{1 + \frac{T_{н} \cdot l_{м} \cdot V_{т} \cdot d_{у}}{l_{м} + V_{т} \cdot q \cdot \sum_1^n (\tau_{п-рi} \cdot \gamma_i)}} \cdot K_{\alpha} \cdot \frac{D_{пр}}{D_{и}} \cdot \frac{T_{н} \cdot V_{т} \cdot q \cdot \sum_1^n \gamma_i}{l_{м} + V_{т} \cdot q \cdot \sum_1^n (\tau_{п-рi} \cdot \gamma_i)}, \quad (2.28)$$

$$P = A D_{и} \cdot \frac{1}{1 + \frac{T_{н} \cdot l_{м} \cdot V_{т} \cdot d_{у}}{l_{м} + V_{т} \cdot q \cdot \sum_1^n (\tau_{п-рi} \cdot \gamma_i)}} \cdot K_{\alpha} \cdot \frac{D_{пр}}{D_{и}} \cdot \frac{T_{н} \cdot V_{т} \cdot q \cdot \sum_1^n (\gamma_i \cdot l_{гri})}{l_{м} + V_{т} \cdot q \cdot \sum_1^n (\tau_{п-рi} \cdot \gamma_i)}. \quad (2.29)$$

В данных формулах отсутствует β и все ошибки, связанные с использованием этого коэффициента. А также учитывается изменение времени простоя автомобиля под погрузкой-разгрузкой в зависимости от изменения грузоподъемности и величины груженого пробега.

Для рассмотрения влияния ТЭП на величину выработки транспортной продукции парка ПС были произведены расчеты по математическим зависимостям: в тоннах (Q) – 1.15, 1.23, 2.19, 2.28, и в тонно-километрах (P) – 1.16, 1.27, 2.20, 2.29.

4.2. Исследование влияния ТЭП на функционирование парка подвижного состава в прямых цепях поставок

Для проведения исследований влияния ТЭП на функционирование парка ПС были произведены расчеты по математическим зависимостям 1.15, 1.16, 1.23, 1.27, 2.19, 2.20, 2.28 и 2.29.

Исходные данные, принятые для расчетов, следующие: перевозка грузов осуществляется подвижным составом грузовой автотранспортной организации, состоящей из 4 автоколонн:

- автоколонна № 1 – КамАЗ-5410 (20 ед.);
- автоколонна № 2 – ЗиЛ-ММЗ-4502 (11 ед.);
- автоколонна № 3 – КамАЗ-55111 (26 ед.);
- автоколонна № 4 – КамАЗ-53212 (35 ед.).

Средняя грузоподъемность парка по автоколоннам соответственно – 8, 6, 13 и 10 тонн. Коэффициент использования грузоподъемности равен единице. Конфигурация маршрутов – маятниковые.

Время на погрузочно-разгрузочные операции принято в соответствии с нормами затрат времени на выполнение ПРР [85] – в зависимости от грузоподъемности автомобиля, способа выполнения работ и вида груза. Время функционирования систем принимаем равным 8 часам, что соответствует режиму работы в одну смену большинства организаций.

Величина среднетехнической скорости в условиях г. Омска принята равной 25 км/ч, что согласуется с результатами исследования движения транспортных средств, проведенными в СибАДИ [86].

На основании полученных результатов расчетов построены графические зависимости, приведенные на рисунках 2.2 – 2.21. Результаты расчетов приведены в таблицах 2.1 – 2.5.

Для определения характера зависимостей была проведена полиномиальная аппроксимация данных по методу наименьших квадратов [97] в соответствии с уравнением:

$$y = b + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3 + \dots + c_6x^6$$

где b и $c_1 \dots c_6$ – константы.

4.2.1 Закономерность влияния величины времени пребывания в наряде на эффективность транспортного процесса в цепях поставок

Ранее утверждалось, что если каждая операция выполняется настолько производительно, насколько это возможно, то максимально производительным будет и весь процесс; если процесс характеризуется максимальной производительностью, то экономическая ценность результата будет наибольшей. Однако оба эти утверждения могут оказаться ложными. Традиционная модель функционирования большой автотранспортной системы доставки грузов основывается на формуле часовой производительности одного автомобиля. Стремясь достигнуть высокой выработки на основе прогноза часовой производительности, можно придти к экономически неоправданному планированию производительности. Если рассмотреть производительность парка автомобилей (A_n) за определенный промежуток времени (D_n) в зависимости от времени пребывания в наряде (T_n), то, согласно принятому методу анализа и математической формулировке, изменение на графике будет выражаться прямой линией, т.е. каждое увеличение T_n , например, на 1% будет приводить к увеличению величины P также на 1%.

Но из практики эксплуатации автомобильного транспорта известно, что невозможно ежедневно круглосуточно эксплуатировать транспортные средства, в связи с необходимостью проведения технических обслуживаний и ремонтов. Действительное изменение имеет криволинейный характер, что объясняется увеличением нагрузки на подвижной состав и более интенсивным его износом, приводящим к сокращению количества автомобиле-дней в эксплуатации.

Полученные уравнения (таблица 2.1) для графиков математических выражений 1.15, 1.16, 1.23 и 1.27 позволяют сделать вывод о линейной зависимости Q и P от T_n , а графики-функции представляют собой прямые линии, что как уже отмечалось выше не соответствует реальным условиям эксплуатации транспортных средств.

Таблица 2.1 – Уравнения регрессии при изменении T_n

Мат. зависимость	Уравнение регрессии $P = f(x)$	Мат. зависимость	Уравнение регрессии $Q = f(x)$
Автоколонна № 1			
1.16	$y = 177874,7x + 1956621,3$	1.15	$y = 34877,4x + 383651,2$
1.27	$y = 192653,6x + 2119189,2$	1.23	$y = 37775,2x + 415527,3$
2.20	$y = 1,2x^3 - 433,5x^2 + 162278,3x + 1839099,9$	2.19	$y = 0,2x^3 - 85,0x^2 + 31819,3x + 360607,8$
2.29	$y = 0,4x^3 - 212,0x^2 + 114016,3x + 1280370,6$	2.28	$y = 0,1x^3 - 41,6x^2 + 22356,1x + 251053,1$
Автоколонна № 2			
1.16	$y = 92795,5x + 1020751,0$	1.15	$y = 18195,2x + 200147,3$
1.27	$y = 100505,6x + 1105561,2$	1.23	$y = 19707,0x + 216776,7$
2.20	$y = 0,9x^3 - 276,3x^2 + 82919,0x + 946813,1$	2.19	$y = 0,2x^3 - 54,2x^2 + 16258,6x + 185649,6$
2.29	$y = 0,4x^3 - 165,7x^2 + 64492,2x + 730046,4$	2.28	$y = 0,1x^3 - 32,5x^2 + 12645,5x + 143146,3$
Автоколонна № 3			
1.16	$y = 421724,8x + 4638972,4$	1.15	$y = 82691,1x + 909602,4$
1.27	$y = 456764,2x + 5024406,4$	1.23	$y = 89561,6x + 985177,7$
2.20	$y = 3,4x^3 - 1141,1x^2 + 381996,4x + 4344723,9$	2.19	$y = 0,7x^3 - 223,7x^2 + 74901,3x + 851906,7$
2.29	$y = 1,3x^3 - 613,8x^2 + 281447,7x + 3172020,9$	2.28	$y = 0,3x^3 - 120,4x^2 + 55185,8x + 621964,9$
Автоколонна № 4			
1.16	$y = 389100,8x + 4280109,0$	1.15	$y = 76294,3x + 839237,1$
1.27	$y = 421429,7x + 4635726,3$	1.23	$y = 82633,3x + 908965,9$
2.20	$y = 2,5x^3 - 948,2x^2 + 354983,9x + 4023031,0$	2.19	$y = 0,5x^3 - 185,9x^2 + 69604,7x + 788829,6$
2.29	$y = 0,9x^3 - 463,8x^2 + 249410,6x + 2800810,6$	2.28	$y = 0,2x^3 - 90,9x^2 + 48904,0x + 549178,6$

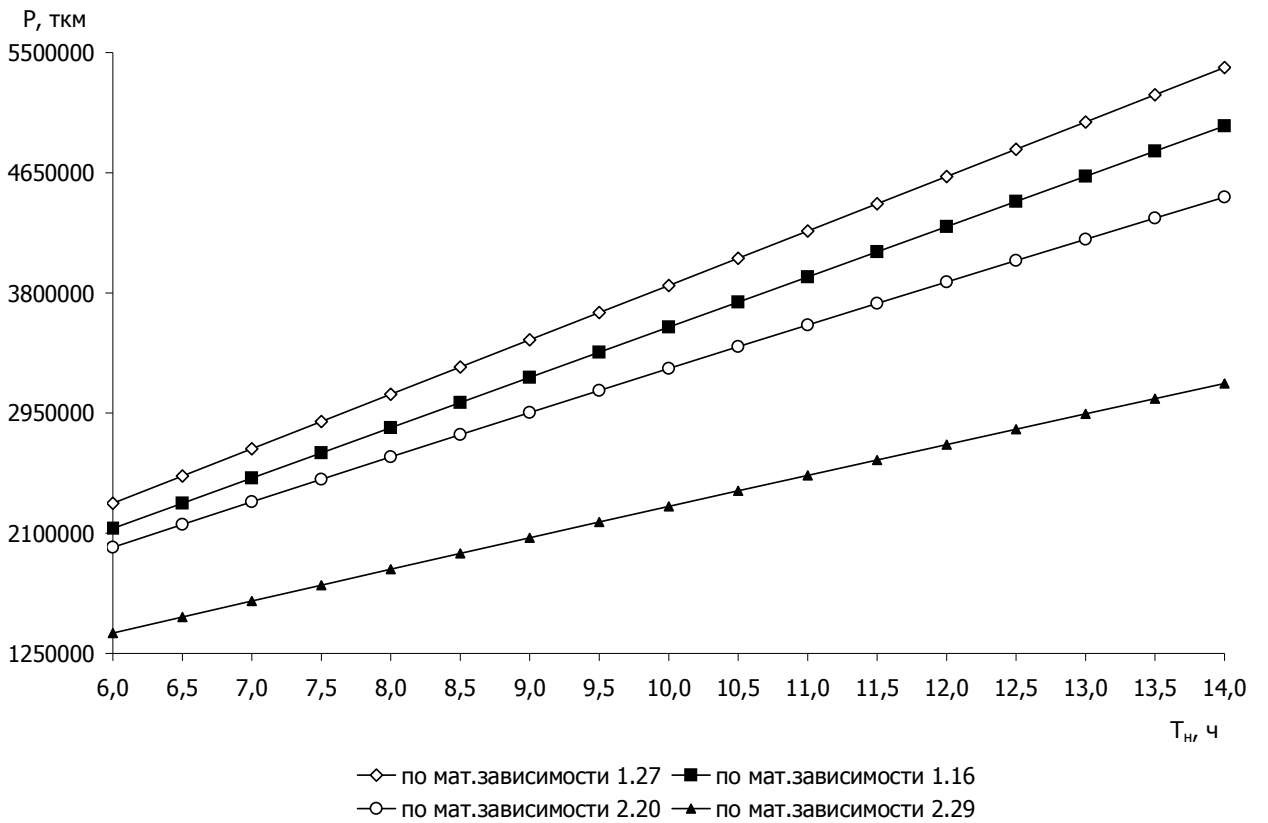
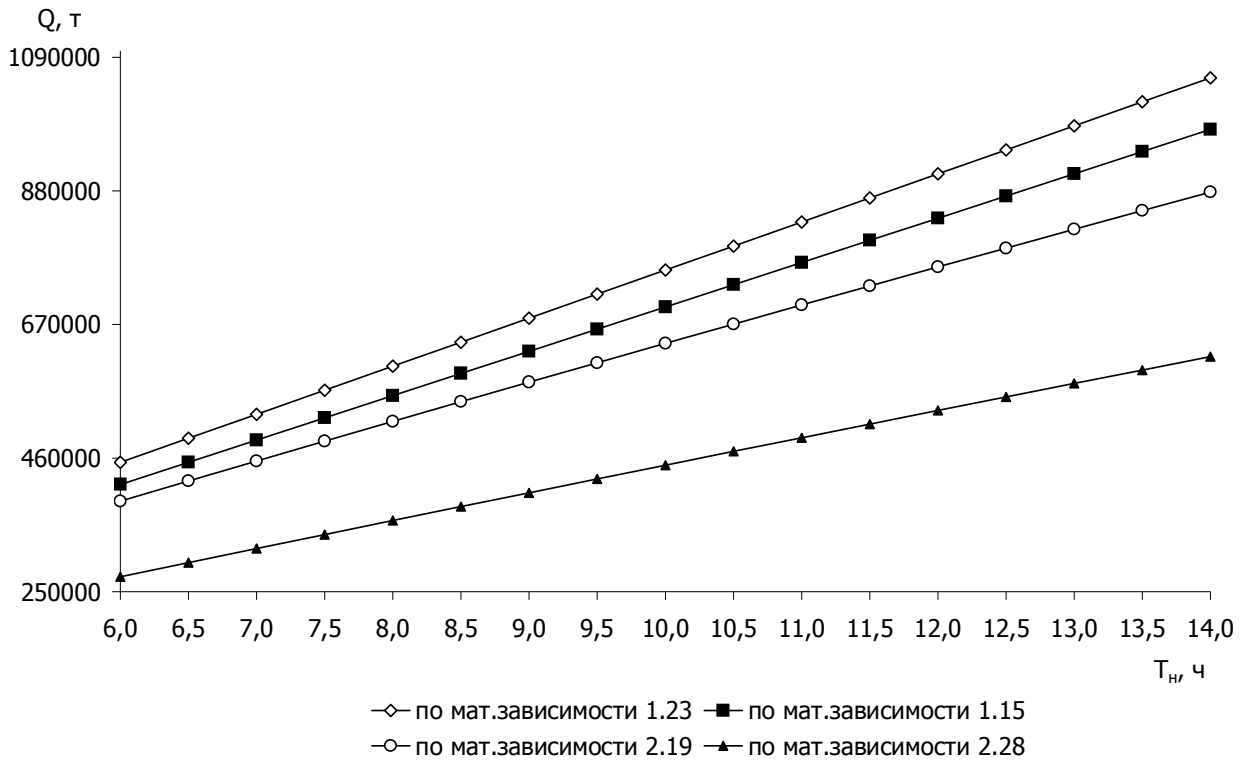


Рисунок 2.2 – Изменение величин Q и P в результате роста T_н
(автоколонна № 1)

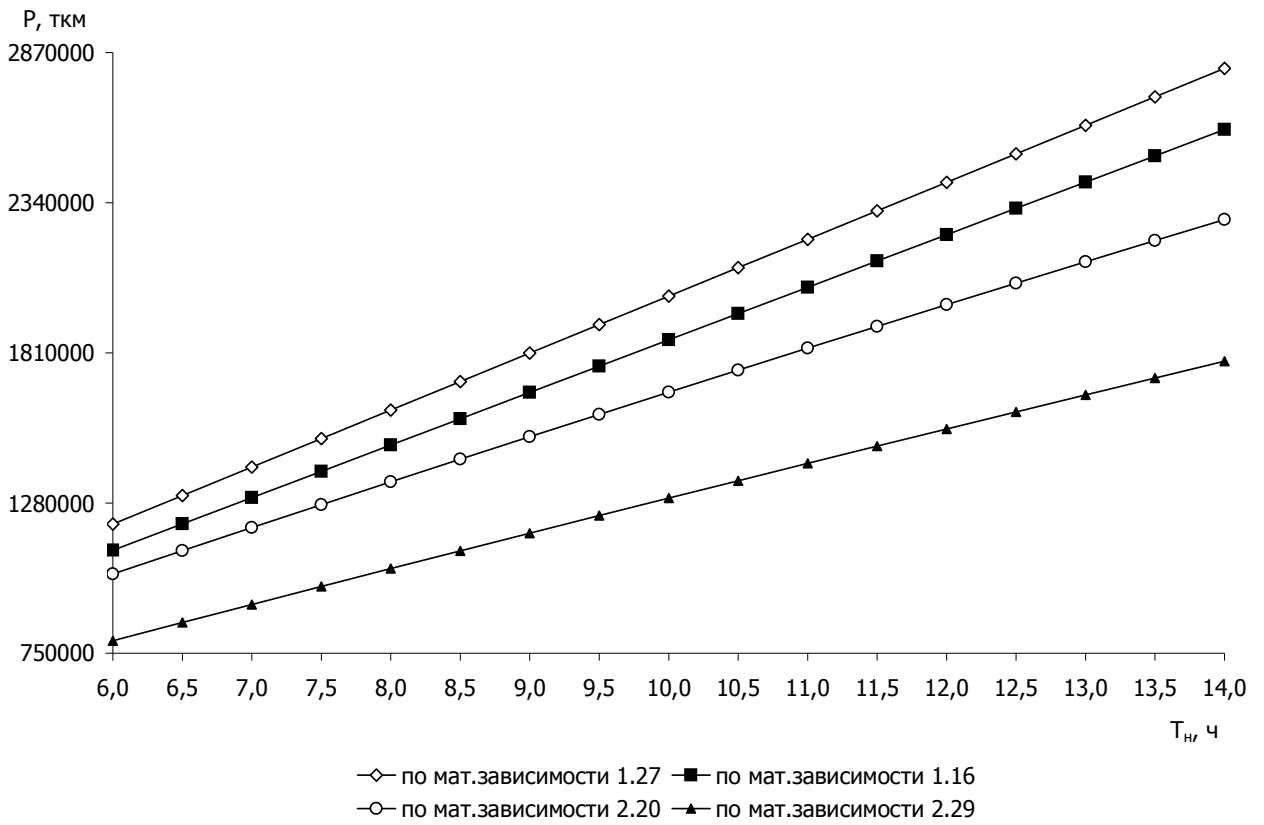
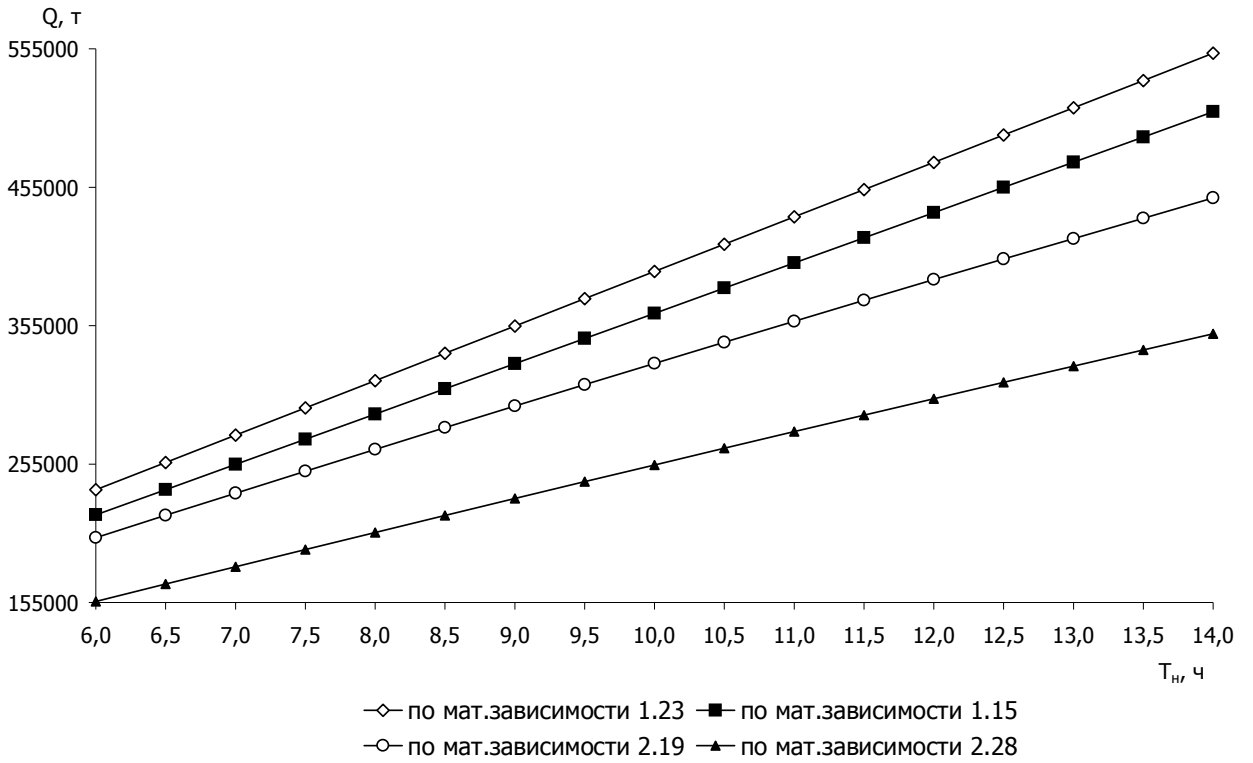


Рисунок 2.3 – Изменение величин Q и P в результате роста T_н
(автоколонна № 2)

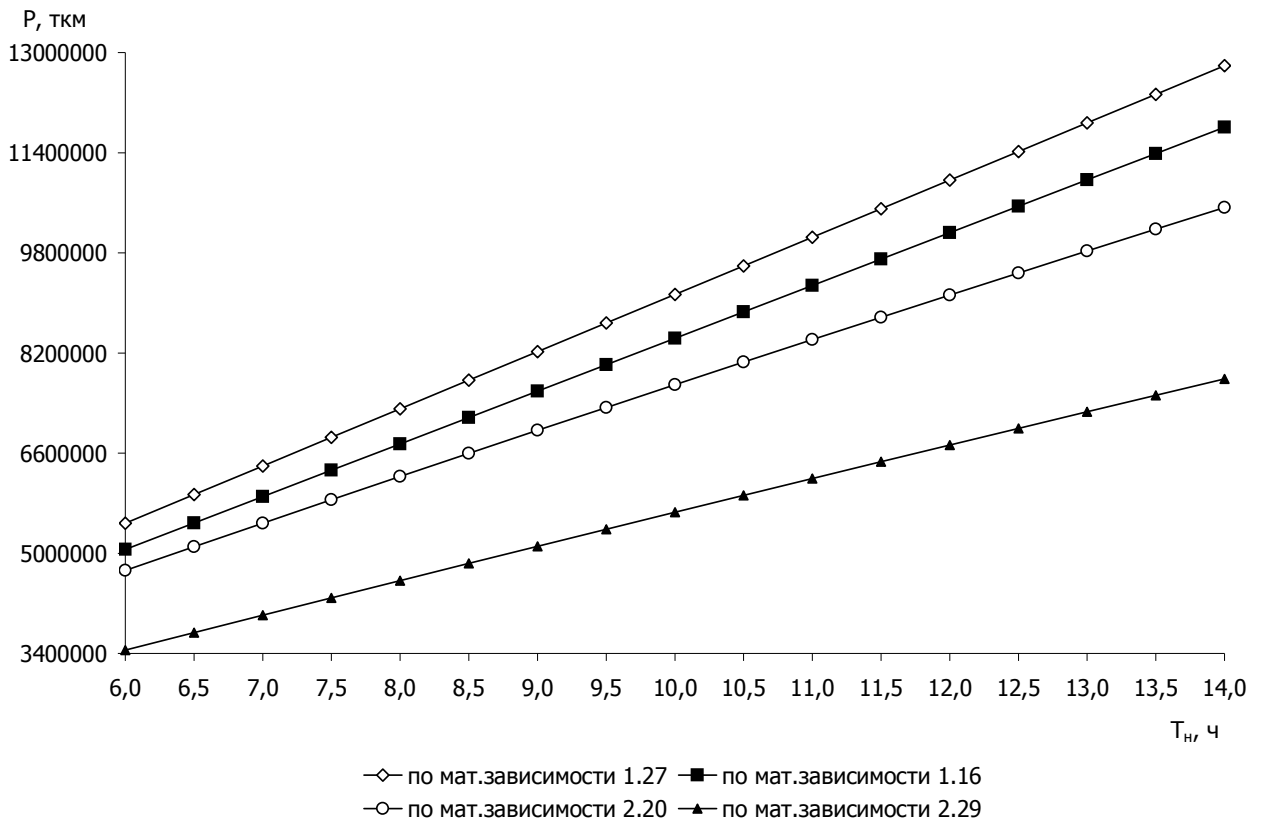
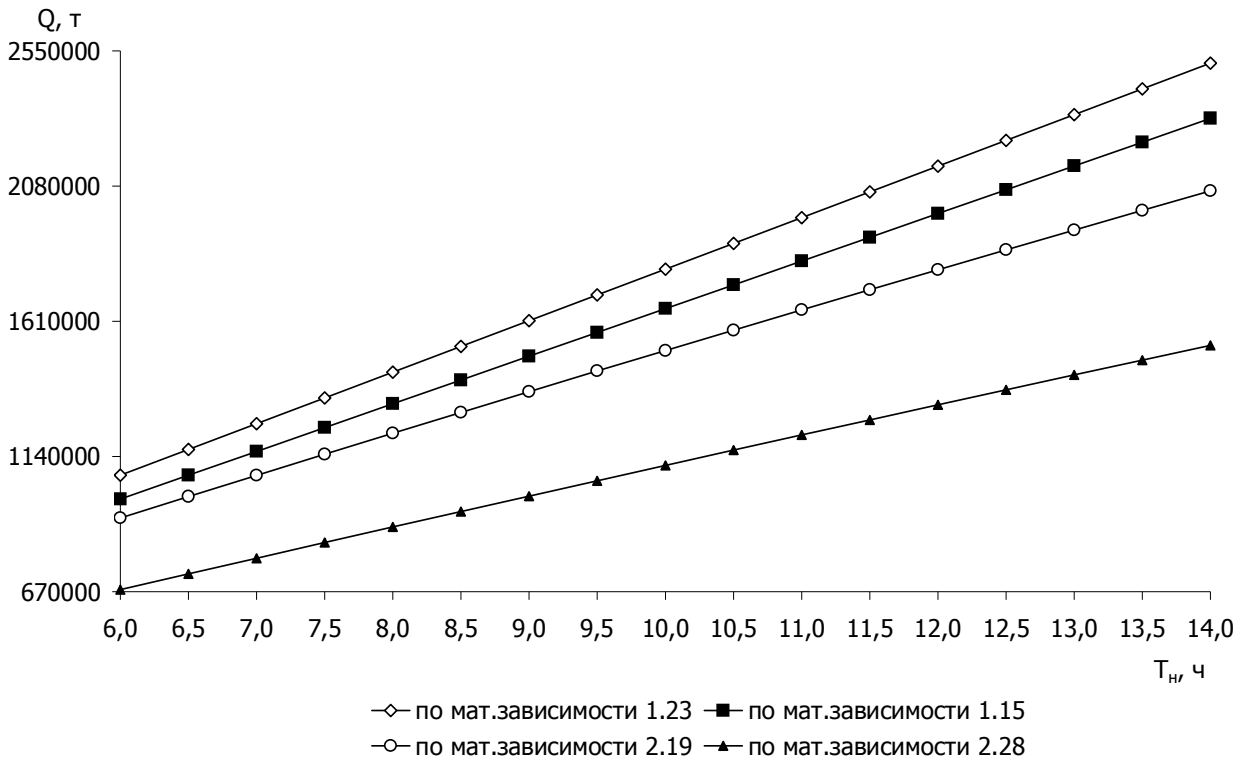


Рисунок 2.4 – Изменение величин Q и P в результате роста T_н
(автоколонна № 3)

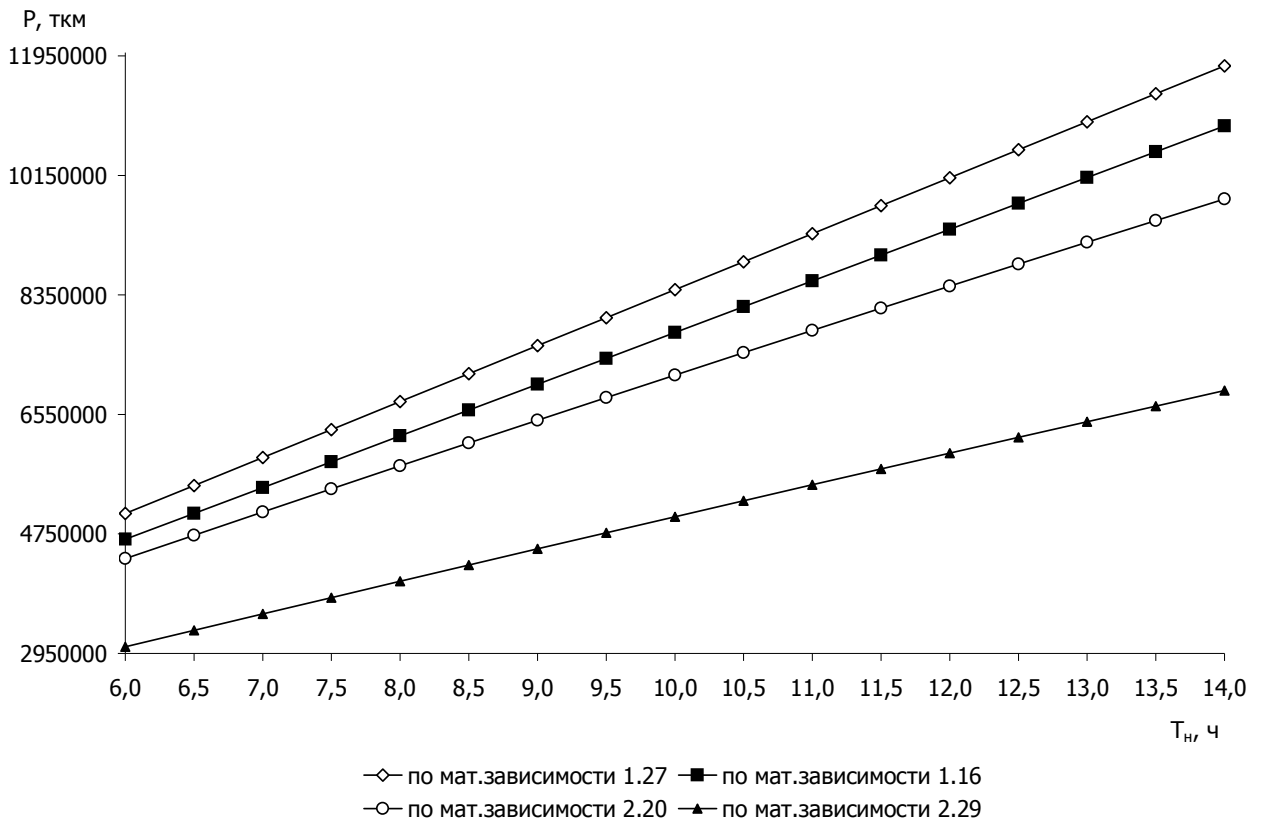
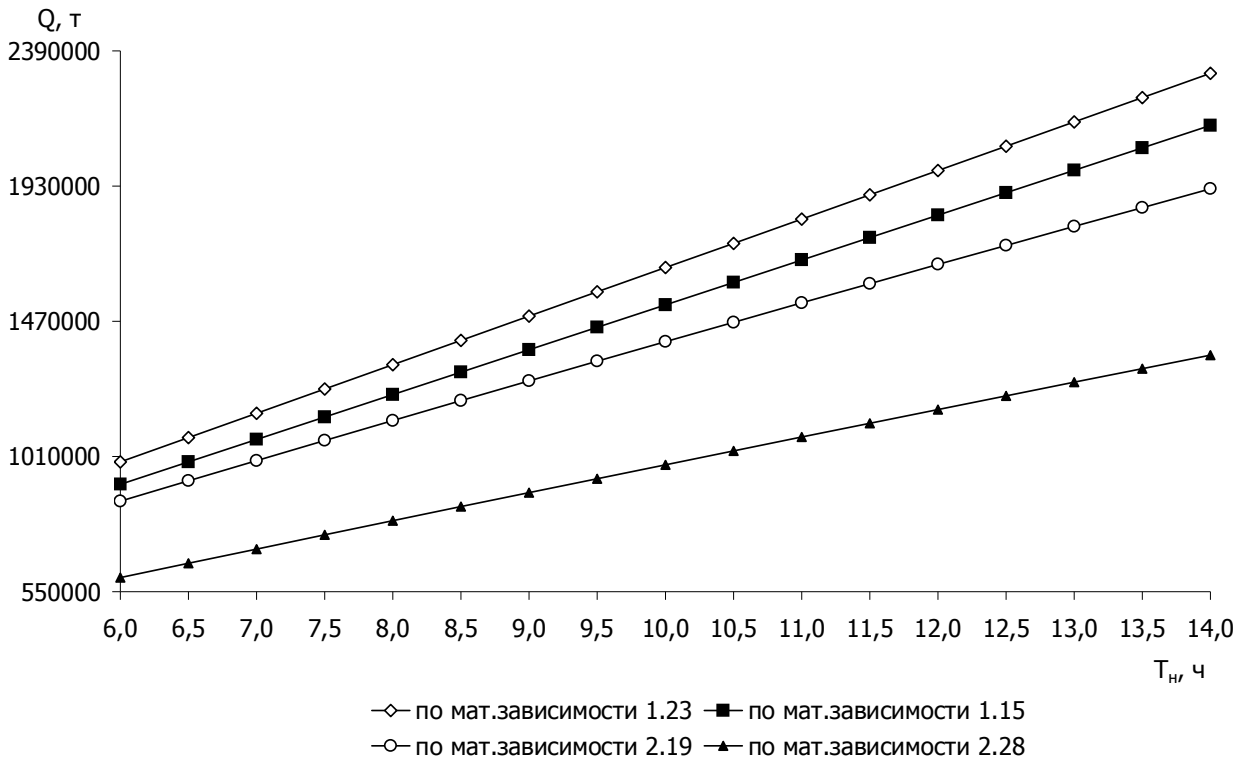


Рисунок 2.5 – Изменение величин Q и P в результате роста T_H

(автоколонна № 4)

Графики-функции, построенные с использованием математических зависимостей 2.19, 2.20, 2.28 и 2.29, учитывающих негативное влияние

техничко-эксплуатационных показателей на коэффициент использования парка, представляют собой гиперболу.

Из чего можно сделать вывод, что монотонного приращения, о котором упоминает действующая теория, не происходит. Кроме того, эти графики-функции расположены ниже графиков, построенных на основании действующих теоретических положений (рисунок 2.2 – 2.5). Из чего следует второй вывод – величина выработки транспортной продукции в тоннах и тонно-километрах, полученная с использованием математических выражений, учитывающих отрицательное влияние технико-эксплуатационных показателей (2.19, 2.20, 2.28 и 2.29), меньше, чем величина, полученная с использованием традиционных подходов, что в большей степени соответствует реальным показателям работы парка подвижного состава на практике.

4.2.2 Закономерность влияния величины грузоподъемности подвижного состава и коэффициента её использования на эффективность транспортного процесса в цепях поставок

Как следует из математических формулировок 1.15, 1.16, 1.23 и 1.27 с увеличением q и γ выработка автомобилей всегда возрастает, причем в прямой пропорции. Полученные уравнения регрессии (таблица 2.2) для графиков названных математических выражений подтверждают вывод о линейной зависимости Q и P от $q\gamma$, соответственно графики-функции представляют собой прямые линии.

В действительности же, при увеличении грузоподъемности изменяется такой показатель как время простоя автомобиля под погрузкой-разгрузкой ($t_{п-р}$). И графики-функции, построенные с использованием математических зависимостей 2.19, 2.20, 2.28 и 2.29, учитывающих негативное влияние технико-эксплуатационных показателей, представляют собой гиперболу. В этом случае выработка автомобилей в результате роста грузоподъемности

описывается не линейными, что следует из действующей теории, а гиперболическими зависимостями. И так же, как и в предыдущем разделе, величина выработки транспортной продукции меньше, чем величина, полученная с использованием традиционных подходов (рисунок 2.6 – 2.9).

Таблица 2.2 – Уравнения регрессии при изменении $q\gamma$

Мат. зави- си- мость	Уравнение регрессии $P = f(x)$	Мат. зави- си- мость	Уравнение регрессии $Q = f(x)$
Автоколонна № 1			
1.16	$y = 56919,9x + 1935276,3$	1.15	$y = 11160,8x + 379465,9$
1.27	$y = 61649,1x + 2096070,8$	1.23	$y = 12088,1x + 410994,3$
2.20	$y = 52796,0x + 1795062,3$	2.19	$y = 10352,1x + 351973,0$
2.29	$y = -0,1x^4 + 5,0x^3 - 337,0x^2 + 22671,7x + 1558921,4$	2.28	$y = x^3 - 66,1x^2 + 4445,4x + 305670,9$
Автоколонна № 2			
1.16	$y = 29694,6x + 1009615,6$	1.15	$y = 5822,5x + 197963,8$
1.27	$y = 32161,8x + 1093500,5$	1.23	$y = 6306,2x + 214411,9$
2.20	$y = 27092,3x + 921137,5$	2.19	$y = 5312,2x + 180615,2$
2.29	$y = 1,8x^3 - 166,0x^2 + 15704,0x + 833502,9$	2.28	$y = 0,3x^3 - 32,5x^2 + 3079,2x + 163431,9$
Автоколонна № 3			
1.16	$y = 134951,9x + 4588365,5$	1.15	$y = 26461,2x + 899679,5$
1.27	$y = 146164,6x + 4969594,7$	1.23	$y = 28659,7x + 974430,3$
2.20	$y = 124532,0x + 4234086,8$	2.19	$y = 24418,0x + 830213,1$
2.29	$y = -0,1x^4 + 10,2x^3 - 800,0x^2 + 62532,7x + 3762999,2$	2.28	$y = 2,0x^3 - 156,9x^2 + 12261,3x + 737843,0$
Автоколонна № 4			
1.16	$y = 124512,3x + 4233416,9$	1.15	$y = 24414,2x + 830081,7$
1.27	$y = 134857,5x + 4585154,8$	1.23	$y = 26442,6x + 899050,0$
2.20	$y = 115491,1x + 3926698,8$	2.19	$y = 22645,3x + 769940,9$
2.29	$y = -0,2x^4 + 10,9x^3 - 735,0x^2 + 49289,9x + 3399661,0$	2.28	$y = 2,1x^3 - 144,1x^2 + 9664,7x + 666600,2$

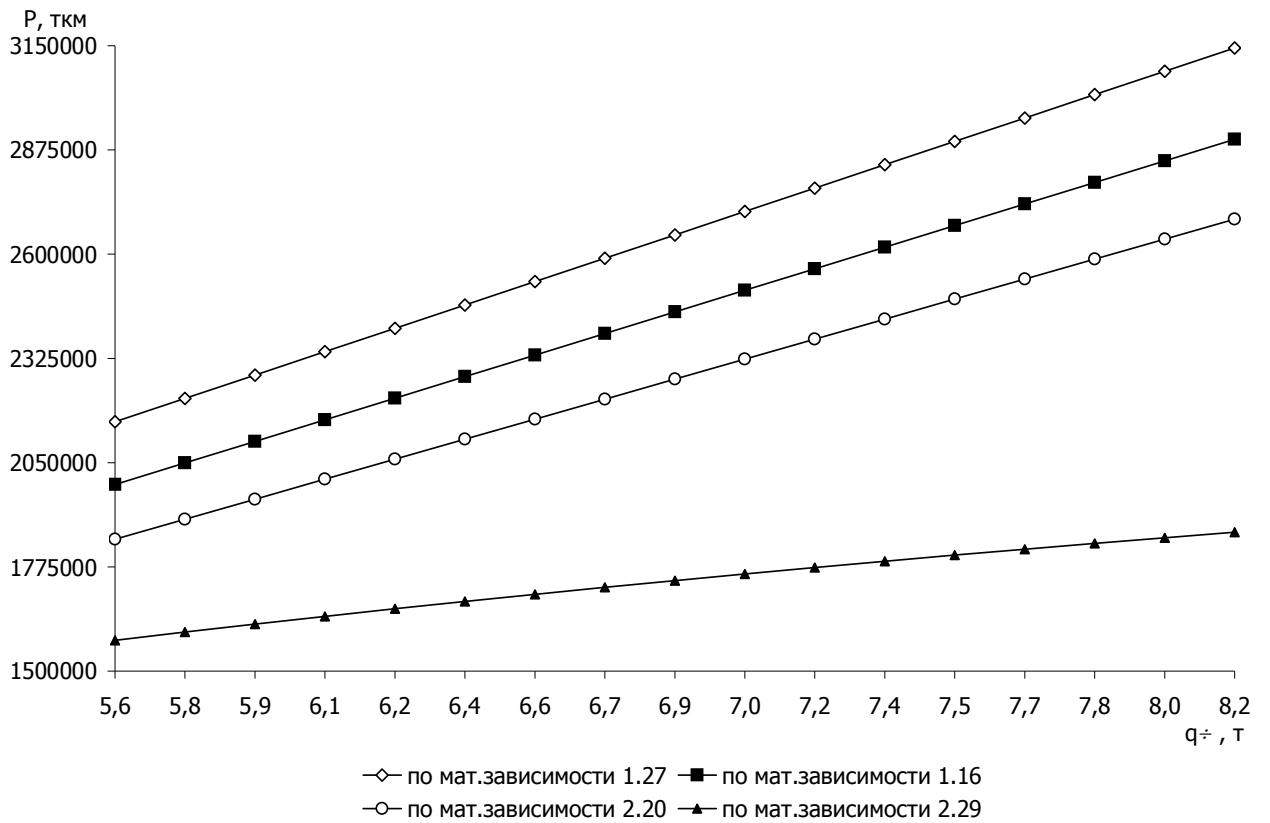
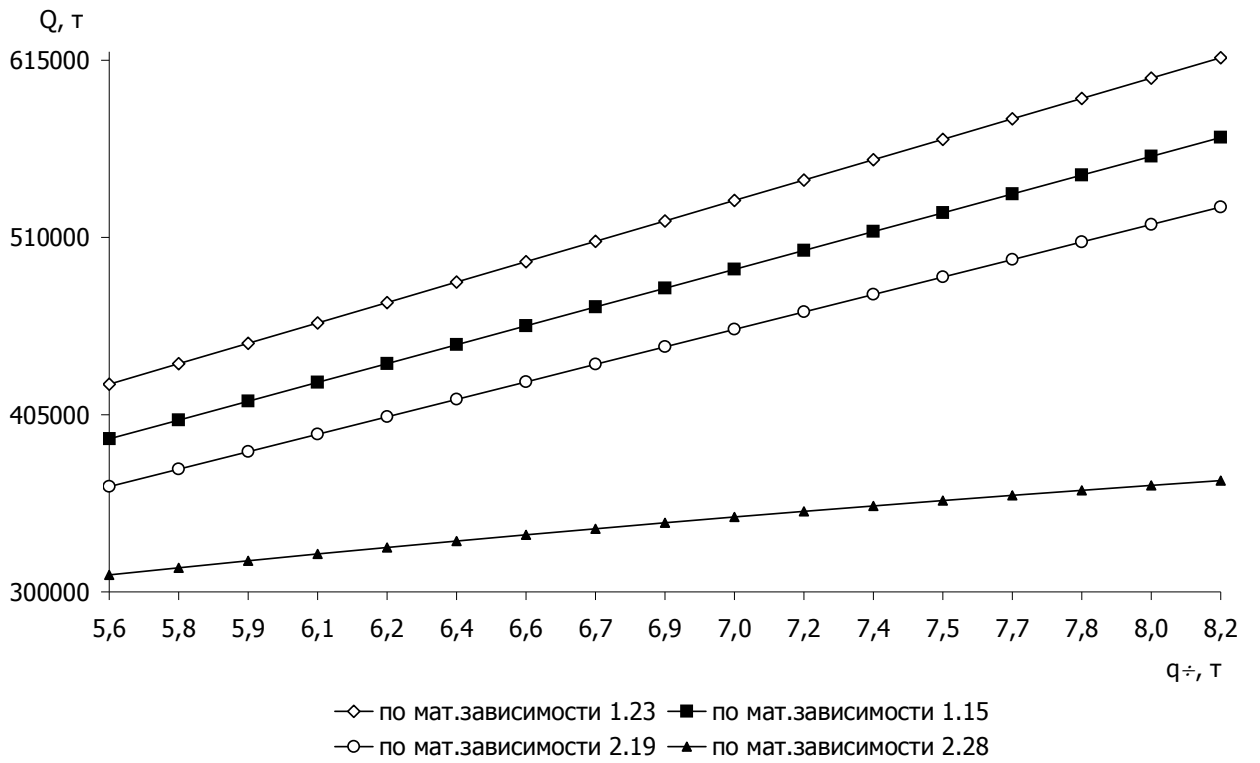


Рисунок 2.6 – Изменение величин Q и P в результате роста q_у
(автоколонна № 1)

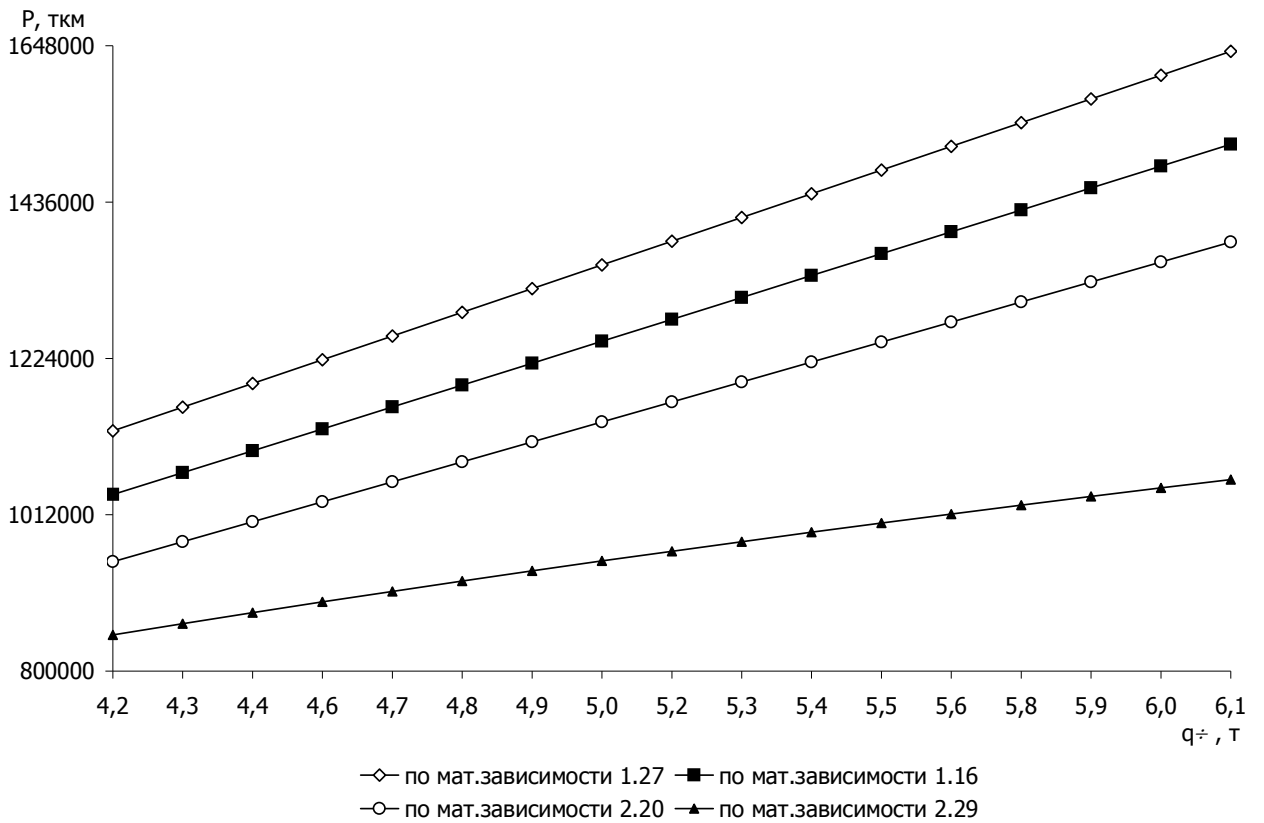
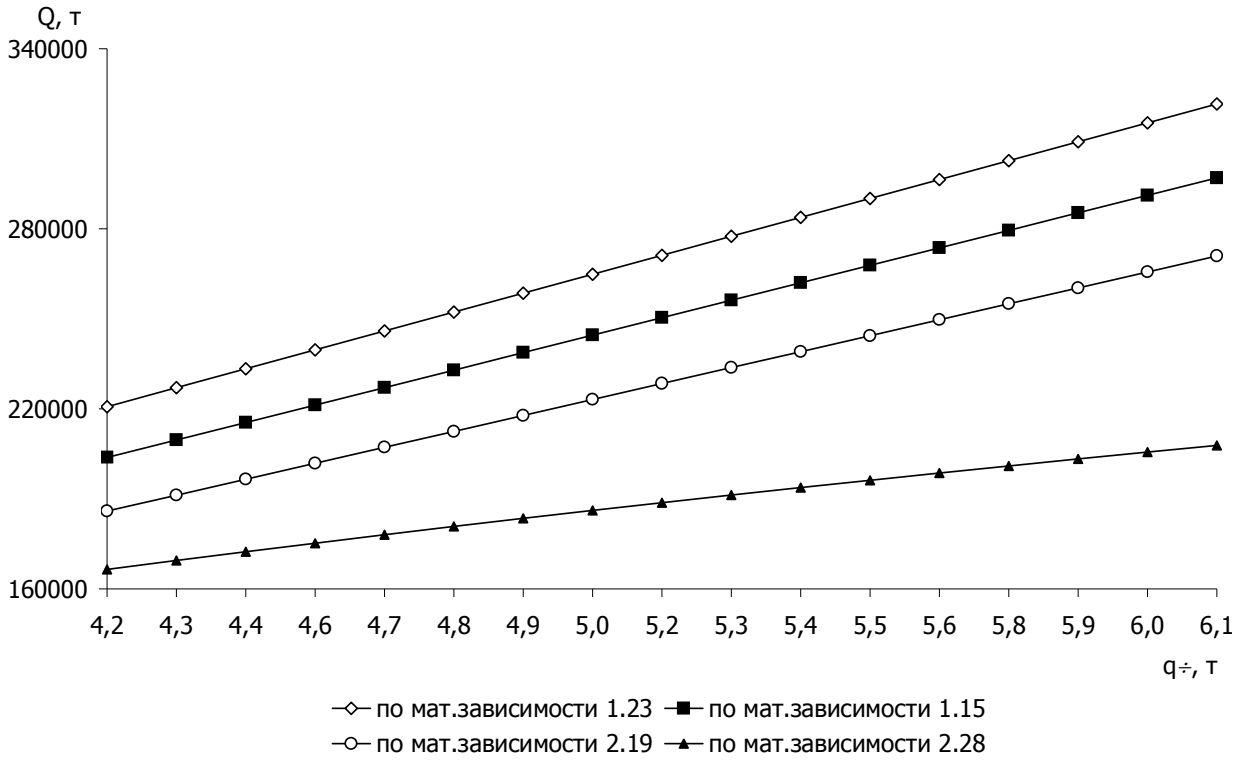


Рисунок 2.7 – Изменение величин Q и P в результате роста q (автоколонна № 2)

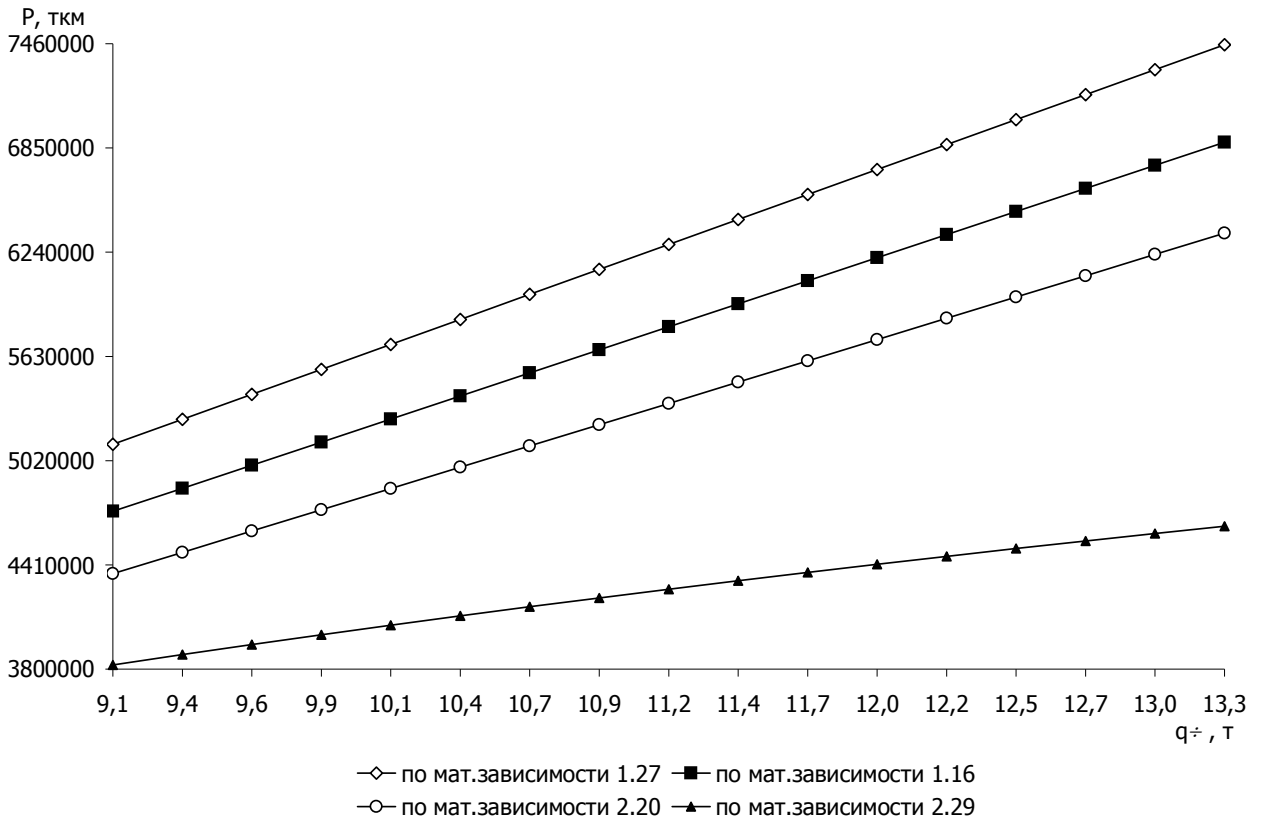
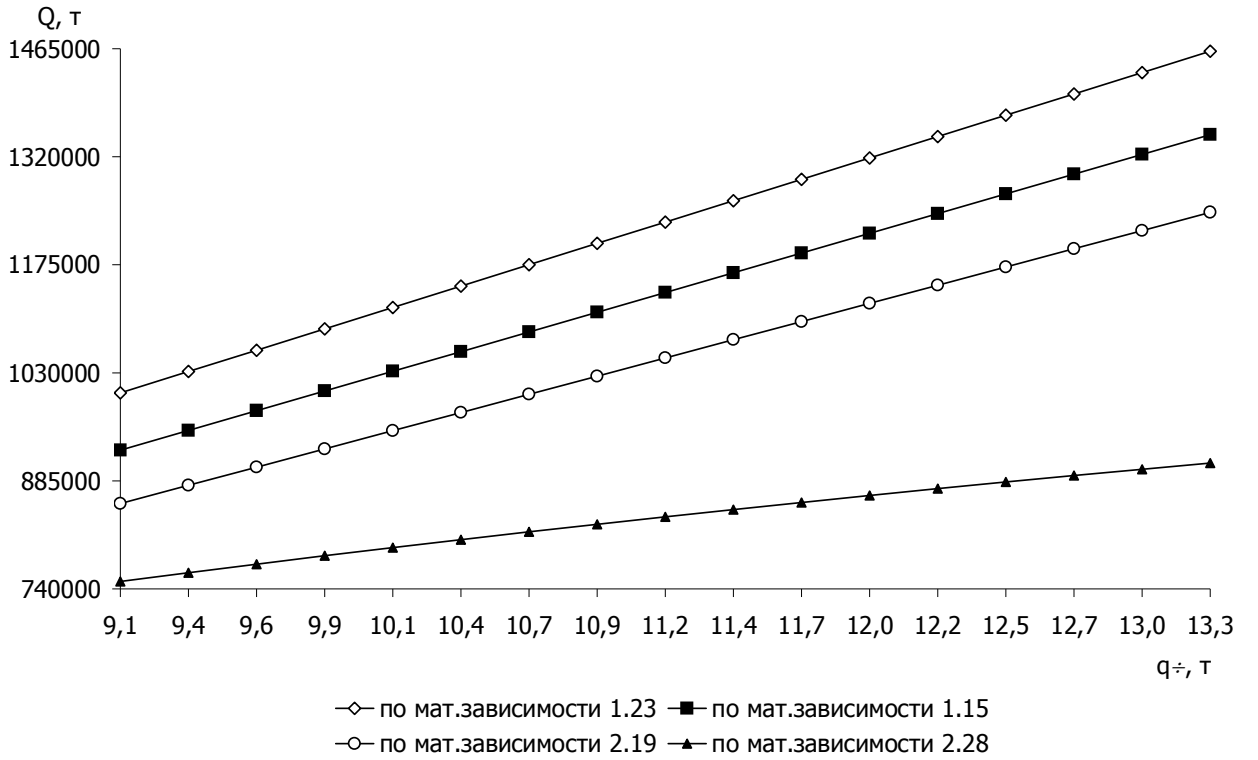


Рисунок 2.8 – Изменение величин Q и P в результате роста q
(автоколонна № 3)

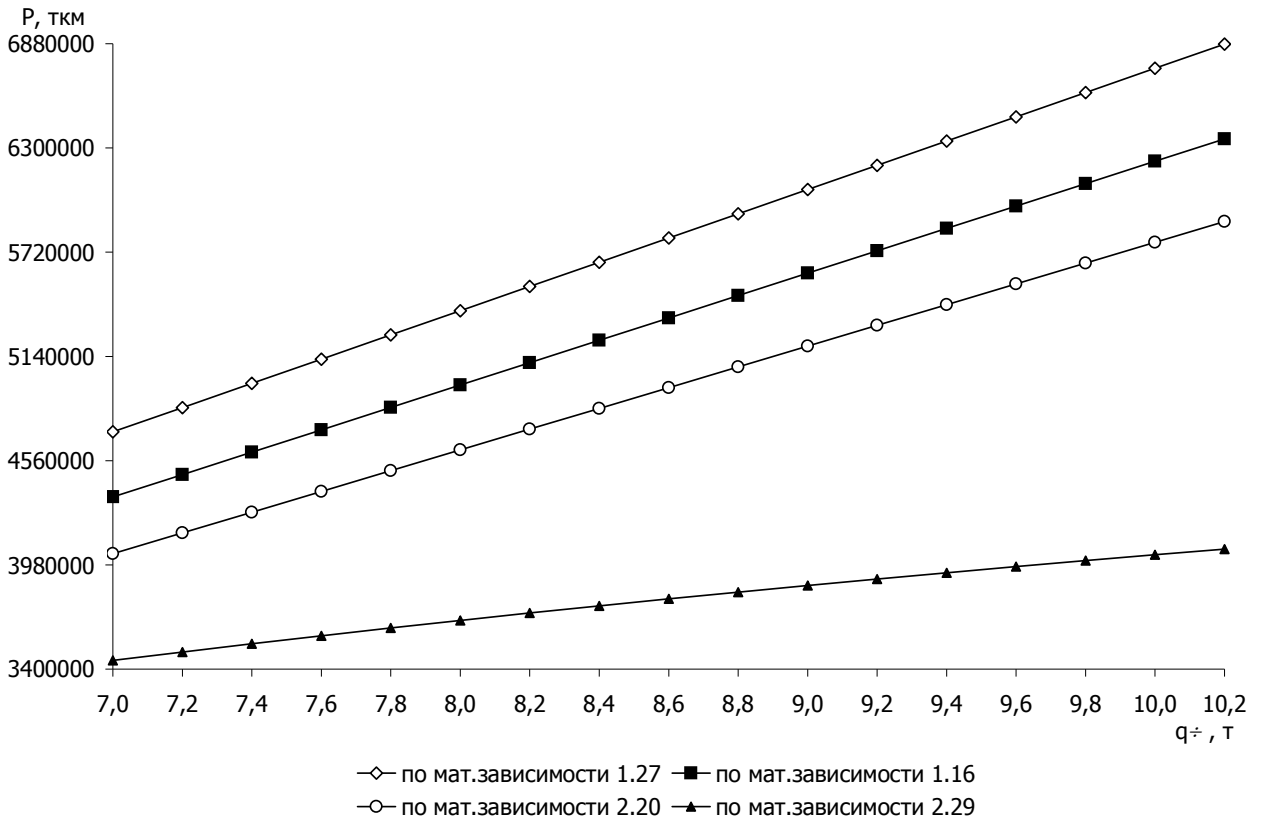
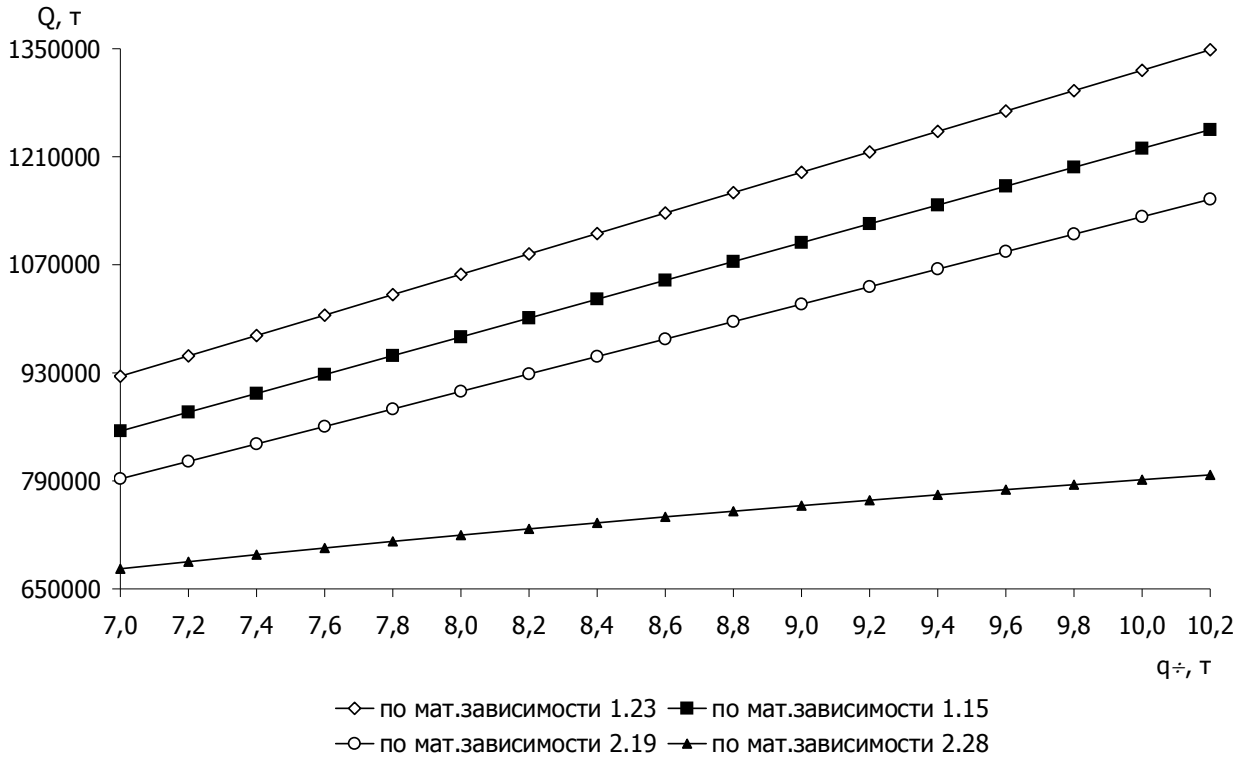


Рисунок 2.9 – Изменение величин Q и P в результате роста q (автоколонна № 4)

4.2.3 Закономерность влияния величины средней технической скорости на эффективность транспортного процесса в цепях поставок

Гиперболическое изменение выработки транспортных средств с ростом средней технической скорости по действующей теории объясняется тем, что

Таблица 2.3 – Уравнения регрессии при изменении V_T

Мат. зависимость	Уравнение регрессии $P = f(x)$	Мат. зависимость	Уравнение регрессии $Q = f(x)$
Автоколонна № 1			
1.16	$y = -0,7x^4 + 34,4x^3 - 1686,1x^2 + 82003,7x + 2344220,4$	1.15	$y = -0,1x^4 + 6,7x^3 - 330,6x^2 + 16079,2x + 459651,1$
1.27	$y = -0,7x^4 + 37,3x^3 - 1826,2x^2 + 88817,1x + 2538992,4$	1.23	$y = -0,1x^4 + 7,3x^3 - 358,1x^2 + 17415,1x + 497841,7$
2.20	$y = -0,7x^4 + 34,8x^3 - 1610,7x^2 + 73949,6x + 2190667,7$	2.19	$y = -0,1x^4 + 6,8x^3 - 315,8x^2 + 14499,9x + 429542,7$
2.29	$y = -x^4 + 36,8x^3 - 1228,2x^2 + 40132,4x + 1613916,8$	2.28	$y = -0,2x^4 + 7,2x^3 - 240,8x^2 + 7869,1x + 316454,3$
Автоколонна № 2			
1.16	$y = -0,1x^4 + 8,9x^3 - 664,0x^2 + 49211,7x + 1169975,2$	1.15	$y = 1,8x^3 - 130,2x^2 + 9649,4x + 229406,9$
1.27	$y = -0,1x^4 + 9,7x^3 - 719,1x^2 + 53300,5x + 1267183,9$	1.23	$y = 1,9x^3 - 141,0x^2 + 10451,1x + 248467,4$
2.20	$y = -0,1x^4 + 10,1x^3 - 663,4x^2 + 43506,4x + 1079444,3$	2.19	$y = 2,0x^3 - 130,1x^2 + 8530,7x + 211655,7$
2.29	$y = -0,3x^4 + 14,8x^3 - 653,9x^2 + 28628,9x + 875654,5$	2.28	$y = -0,1x^4 + 2,9x^3 - 128,2x^2 + 5613,5x + 171697,0$
Автоколонна № 3			
1.16	$y = -1,0x^4 + 61,0x^3 - 3579,3x^2 + 209092,7x + 5440597,1$	1.15	$y = -0,2x^4 + 12,0x^3 - 701,8x^2 + 40998,6x + 1066783,7$
1.27	$y = -1,1x^4 + 66,1x^3 - 3876,7x^2 + 226465,4x + 5892634,9$	1.23	$y = -0,2x^4 + 13,0x^3 - 760,1x^2 + 44405,0x + 1155418,6$
2.20	$y = -1,1x^4 + 64,4x^3 - 3480,9x^2 + 187261,8x + 5066732,7$	2.19	$y = -0,2x^4 + 12,6x^3 - 682,5x^2 + 36718,0x + 993477,0$
2.29	$y = -2,0x^4 + 80,0x^3 - 3008,2x^2 + 111413,3x + 3908288,5$	2.28	$y = -0,4x^4 + 15,7x^3 - 589,8x^2 + 21845,7x + 766331,1$
Автоколонна № 4			
1.16	$y = -1,5x^4 + 75,3x^3 - 3688,4x^2 + 179383,2x + 5127982,1$	1.15	$y = -0,3x^4 + 14,8x^3 - 723,2x^2 + 35173,2x + 1005486,7$
1.27	$y = -1,6x^4 + 81,5x^3 - 3994,8x^2 + 194287,4x + 5554045,9$	1.23	$y = -0,3x^4 + 16,0x^3 - 783,3x^2 + 38095,6x + 1089028,6$
2.20	$y = -1,6x^4 + 76,1x^3 - 3523,5x^2 + 161764,8x + 4792085,6$	2.19	$y = -0,3x^4 + 14,9x^3 - 690,9x^2 + 31718,6x + 939624,6$
2.29	$y = -2,2x^4 + 80,4x^3 - 2686,7x^2 + 87789,6x + 3530443,1$	2.28	$y = -0,4x^4 + 15,8x^3 - 526,8x^2 + 17213,6x + 692243,7$

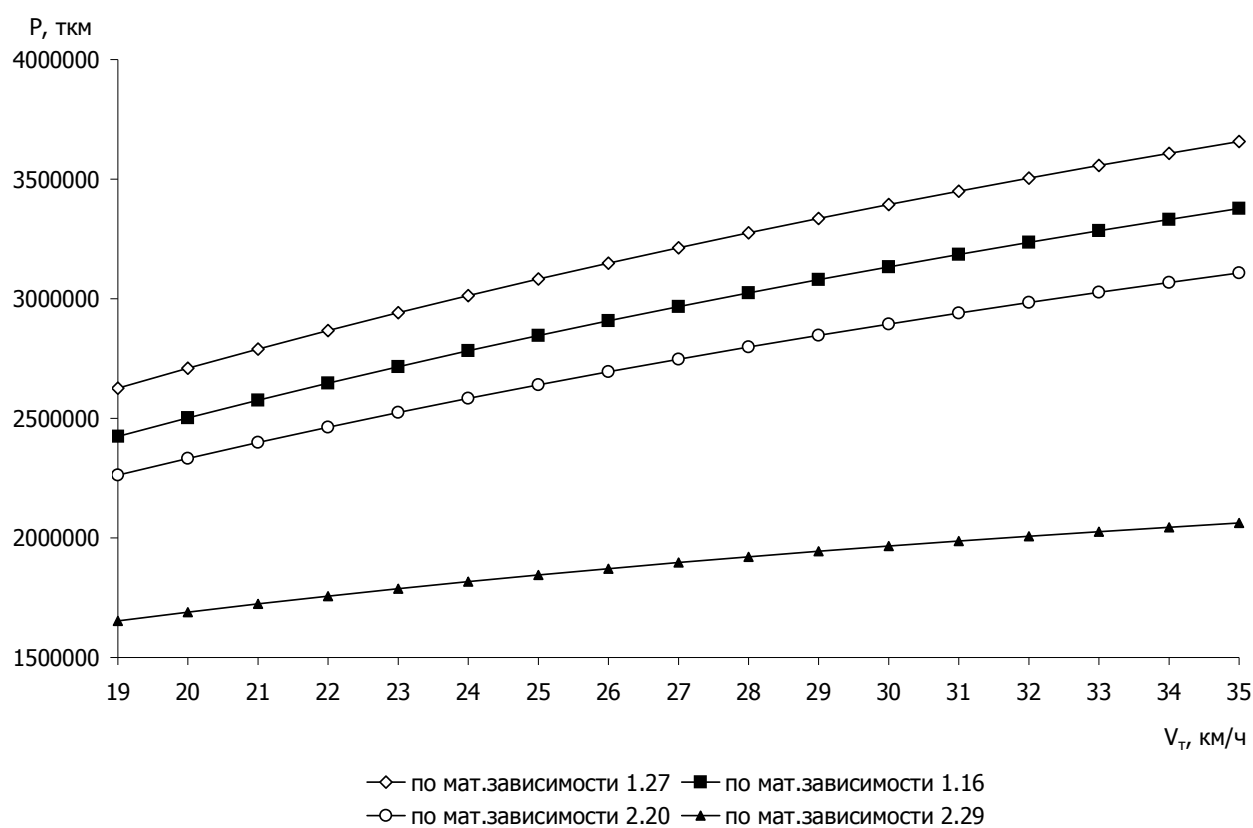
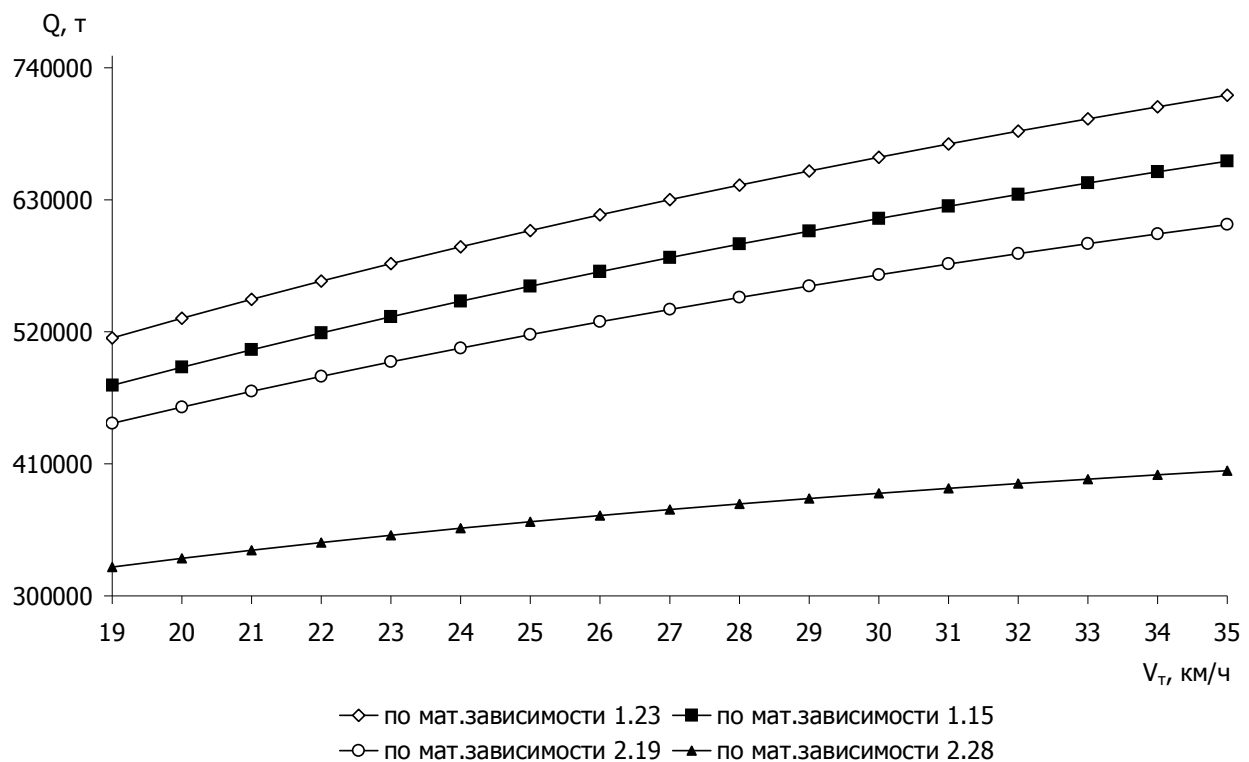


Рисунок 2.10 – Изменение величин Q и P в результате роста V_T
(автоколонна № 1)

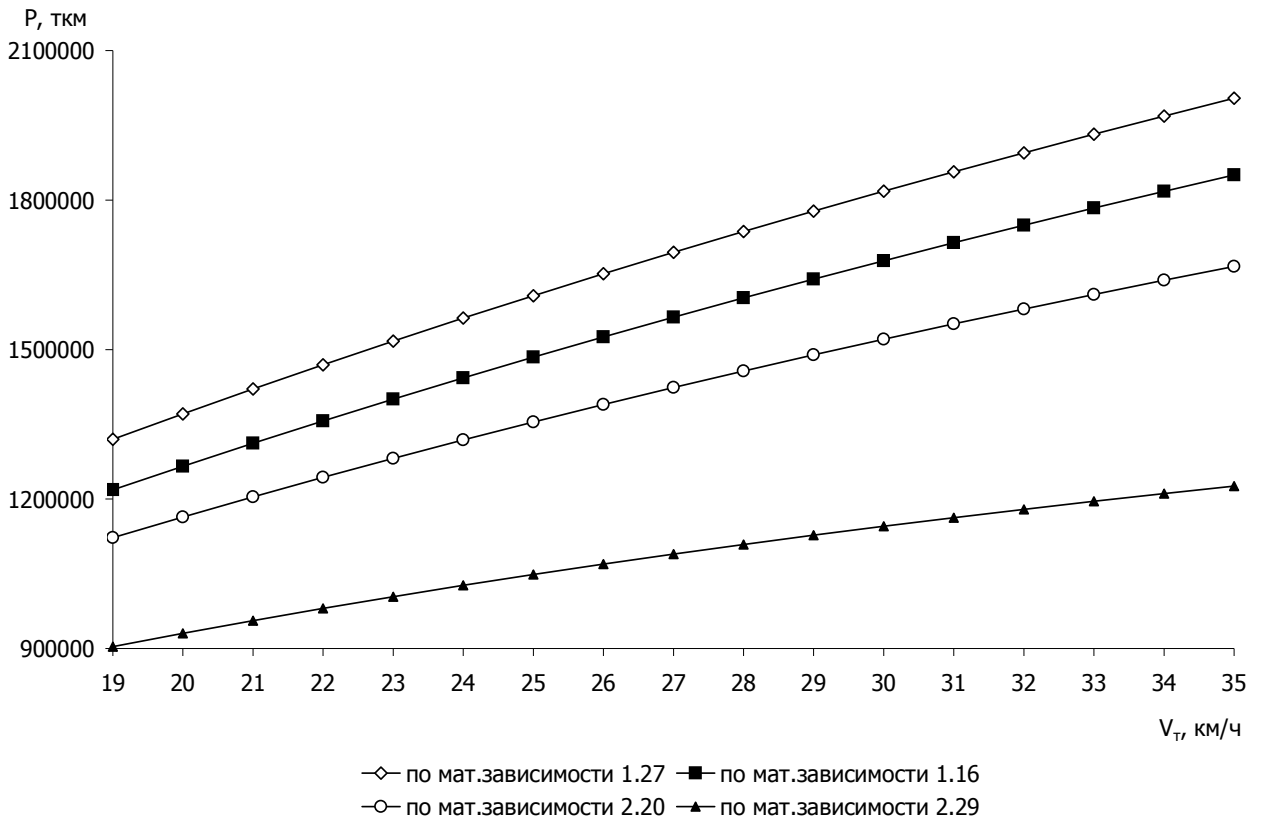
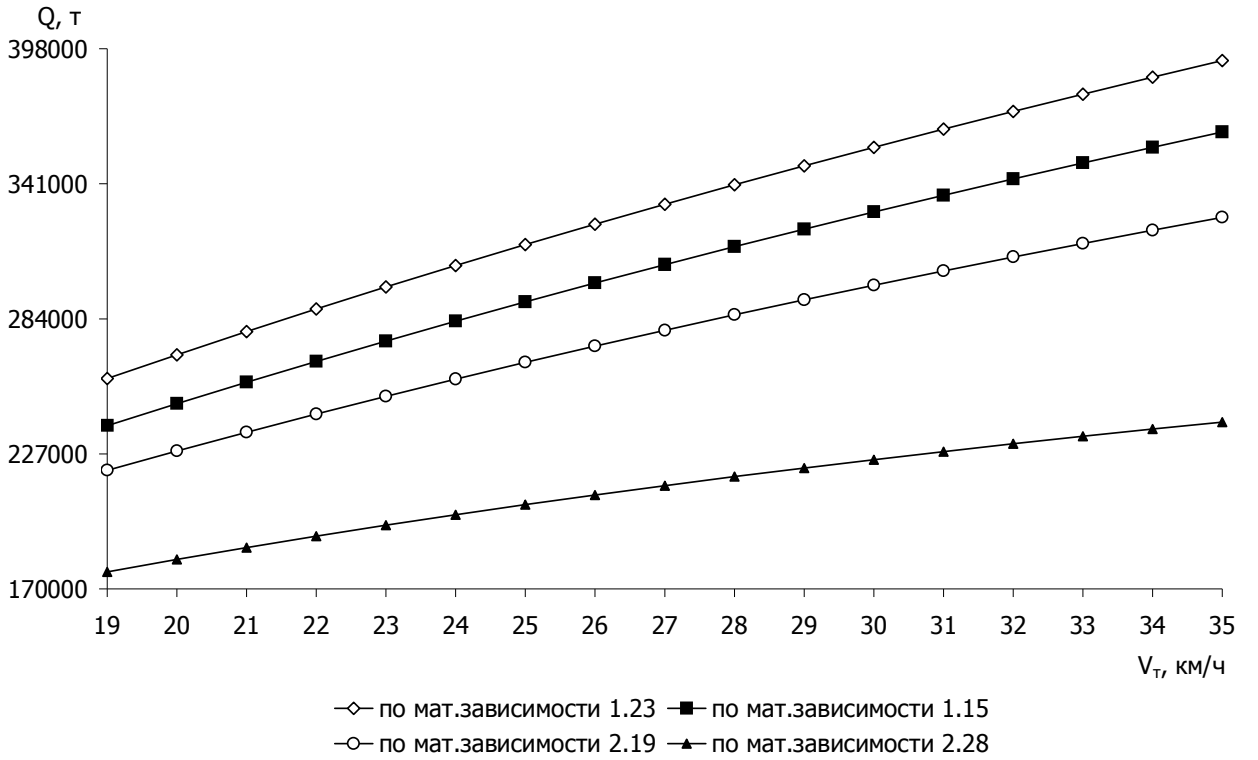


Рисунок 2.11 – Изменение величин Q и P в результате роста V_T
(автоколонна № 2)

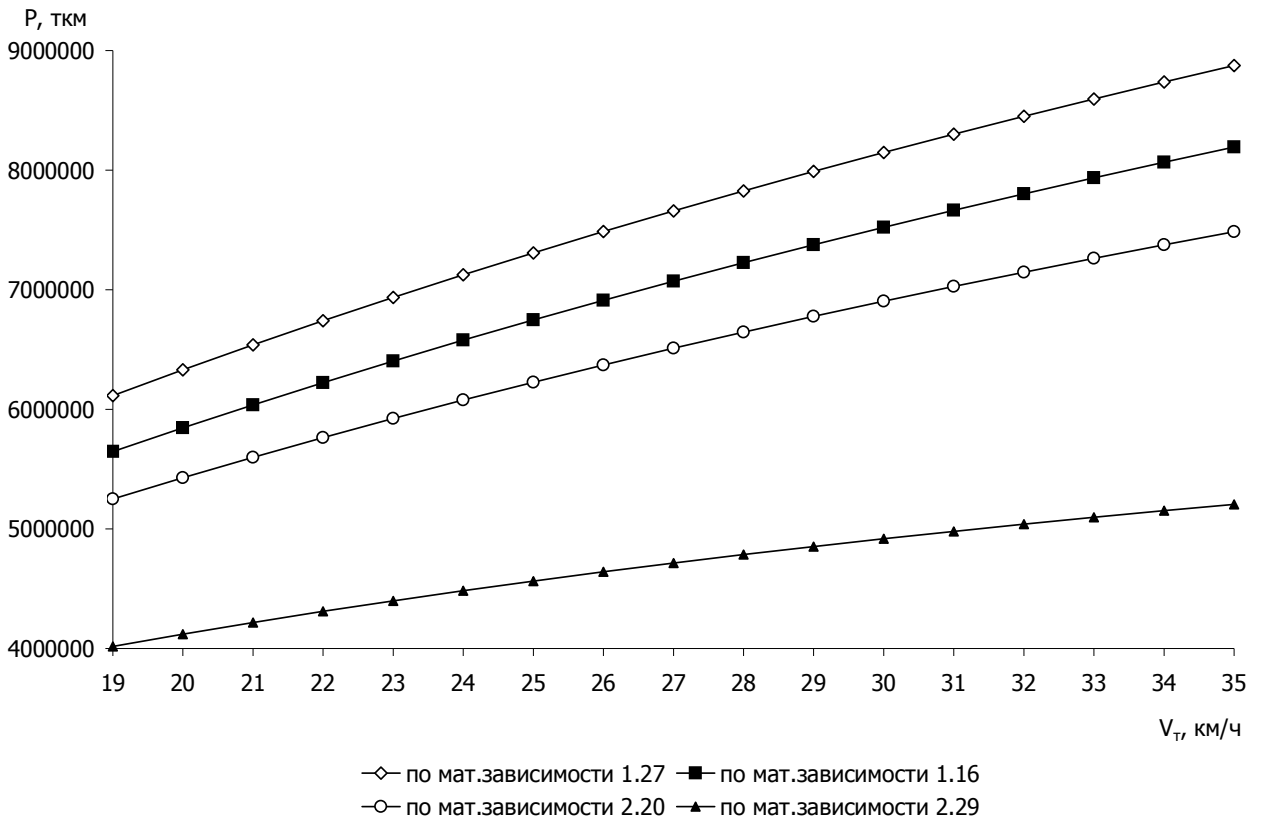
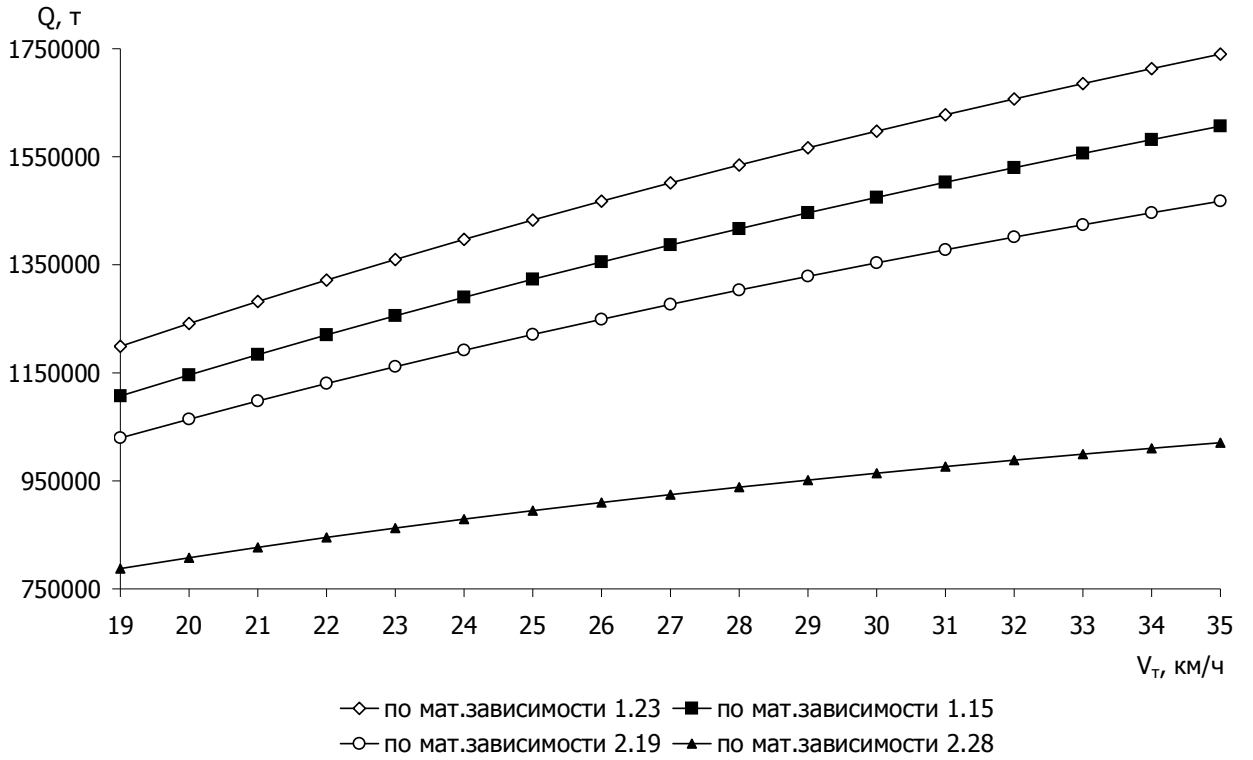


Рисунок 2.12 – Изменение величин Q и P в результате роста V_T
(автоколонна № 3)

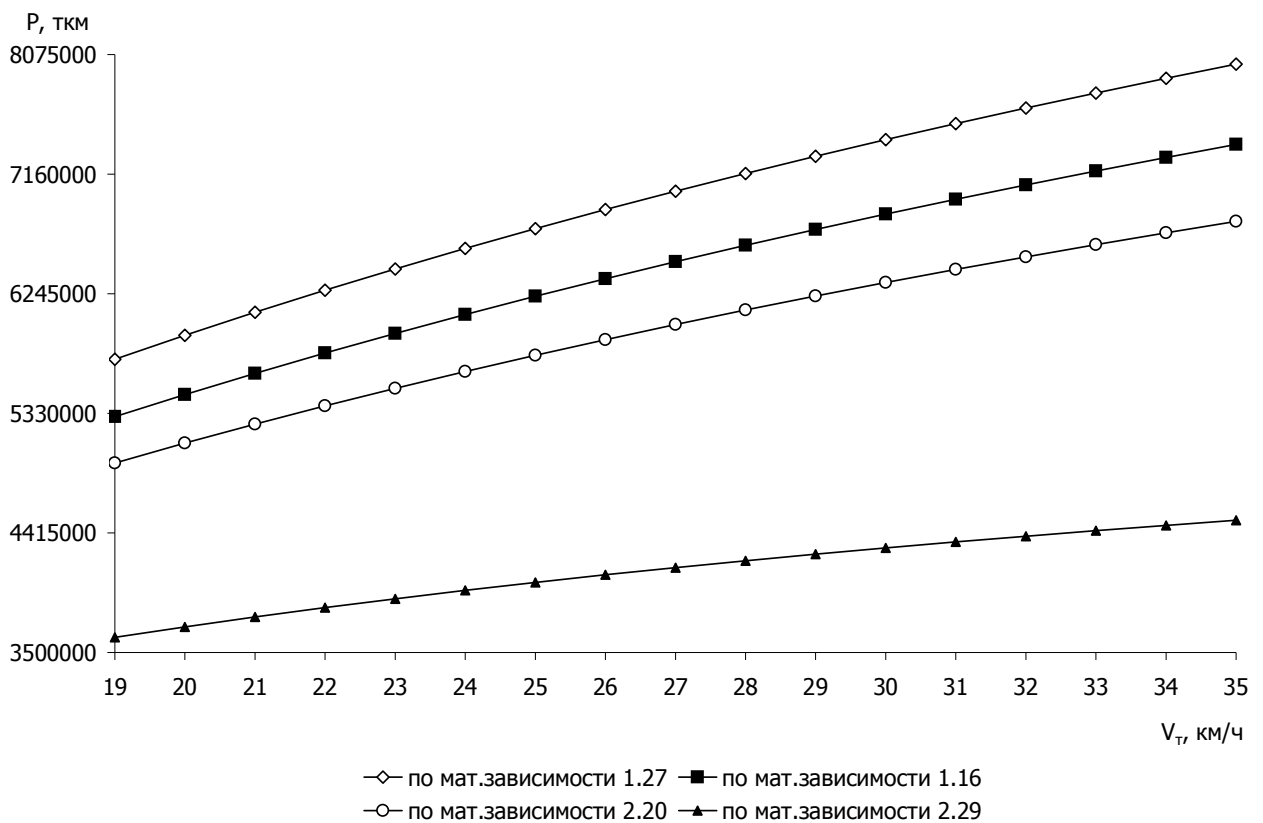
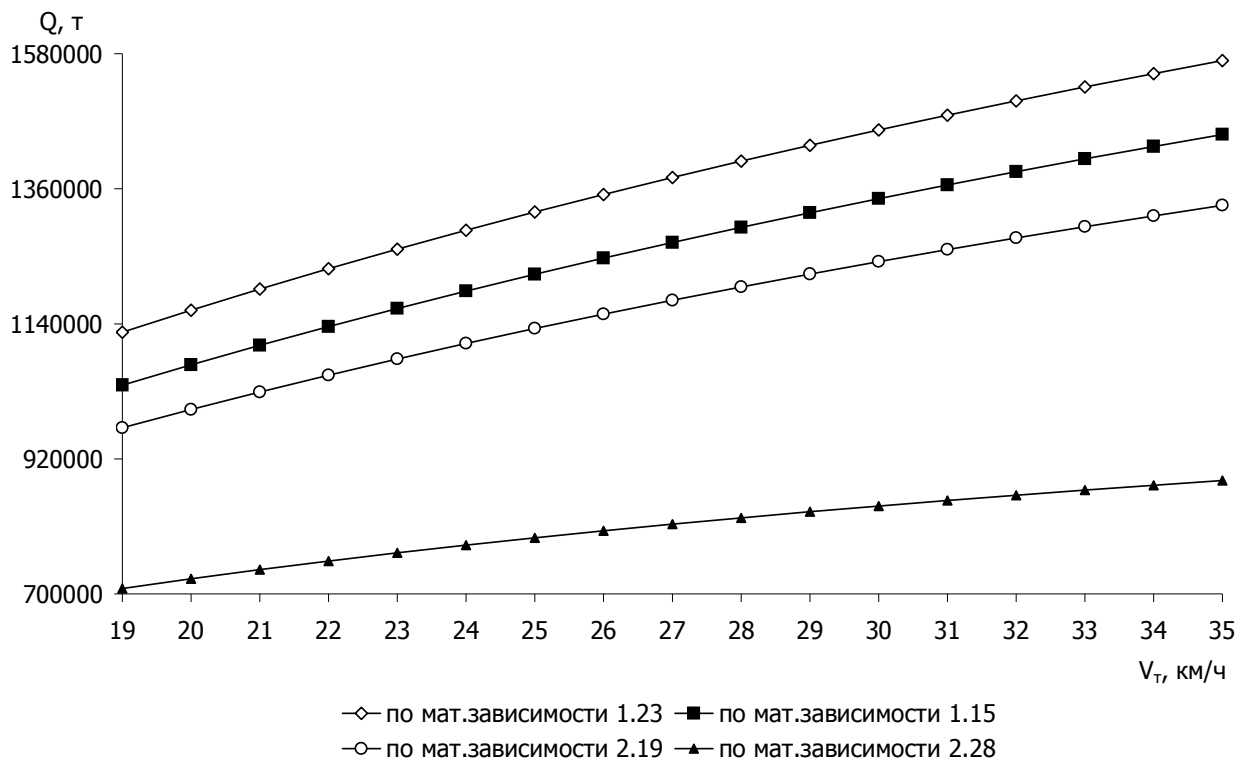


Рисунок 2.13 – Изменение величин Q и P в результате роста V_T

(автоколонна № 4)

в результате увеличения V_T сокращается время движения за езду или оборот и появляется возможность выполнить за то же время большее число ездов.

Но, вместе с тем, транспортное средство большее число раз оказывается в пунктах погрузки и разгрузки, в связи с чем увеличиваются затраты времени на выполнение погрузочно-разгрузочных работ. Это в свою очередь отрицательно влияет на уровень выработки.

Гиперболический характер зависимости выработки транспортной продукции в тоннах и тонно-километрах при росте средней технической скорости в результатах расчетов с использованием математических выражений 2.19, 2.20, 2.28 и 2.29 сохраняется. Но так же, как и в предыдущих разделах графики-функции расположены ниже графиков, построенных на основании действующих теоретических положений (рисунок 2.10 – 2.13).

4.2.4 Закономерность влияния величины расстояния перевозки грузов на эффективность транспортного процесса в цепях поставок

Согласно действующим теоретическим положениям утверждается, что с увеличением расстояния перевозки грузов, функция, измеряемая количеством доставляемого груза, уменьшается, а функция, измеряемая в тонно-километрах, увеличивается [5, 6, 77 и др.]. Представленные на рисунках 2.14 – 2.17 графики, построенные на основании данных, полученных с использованием математических зависимостей 1.15, 1.23 и 1.16, 1.27 (по действующей теории соответственно для Q и P), а также 2.19, 2.28, и 2.20, 2.29, учитывающих негативное влияние технико-эксплуатационных показателей на Q и P , подтверждают сохранение прямой зависимости для выработки транспортной продукции в тонно-километрах и обратной зависимости для выработки транспортной продукции в тоннах. При этом графики-функции, построенные с использованием математических зависимостей 2.19, 2.20, 2.28 и 2.29, расположены ниже графиков, построенных на основании действующих теоретических положений, что также указывает на возможную причину расхождений плановых и фактических показателей работы парка подвижного состава.

Таблица 2.4 – Уравнения регрессии при изменении $l_{ге}$

Мат. зависимость	Уравнение регрессии $P = f(x)$	Мат. зависимость	Уравнение регрессии $Q = f(x)$
Автоколонна № 1			
1.16	$y = 0,1x^5 - 2,7x^4 + 93,0x^3 - 2819,0x^2 + 83108,5x + 2781209,6$	1.15	$y = 0,6x^4 - 22,1x^3 + 670,0x^2 - 19752,5x + 580199,7$
1.27	$y = 0,1x^5 - 3,0x^4 + 100,7x^3 - 3053,3x^2 + 90013,6x + 3012289,3$	1.23	$y = 0,7x^4 - 23,9x^3 + 725,7x^2 - 21393,6x + 628406,2$
2.20	$y = 0,1x^5 - 2,7x^4 + 88,6x^3 - 2600,1x^2 + 74035,6x + 2583242,2$	2.19	$y = 0,7x^4 - 22,7x^3 + 667,4x^2 - 19003,8x + 538900,2$
2.29	$y = -0,9x^4 + 41,3x^3 - 1717,5x^2 + 70602,4x + 1783574,5$	2.28	$y = 0,1x^4 - 5,3x^3 + 220,4x^2 - 9061,3x + 372081,2$
Автоколонна № 2			
1.16	$y = -1,8x^4 + 53,1x^3 - 1300,1x^2 + 30326,9x + 1465890,4$	1.15	$y = 0,8x^4 - 23,1x^3 + 566,5x^2 - 13214,3x + 305801,1$
1.27	$y = -2,0x^4 + 57,5x^3 - 1408,1x^2 + 32846,7x + 1587685,5$	1.23	$y = 0,9x^4 - 25,1x^3 + 613,6x^2 - 14312,3x + 331208,9$
2.20	$y = -1,7x^4 + 48,1x^3 - 1153,4x^2 + 26278,3x + 1339004,9$	2.19	$y = 0,8x^4 - 22,6x^3 + 542,8x^2 - 12366,3x + 279330,7$
2.29	$y = -x^4 + 34,1x^3 - 1039,0x^2 + 30774,3x + 1024367,7$	2.28	$y = 0,2x^4 - 8,0x^3 + 244,5x^2 - 7241,0x + 213697,6$
Автоколонна № 3			
1.16	$y = 0,2x^5 - 7,6x^4 + 237,6x^3 - 6458,1x^2 + 169147,9x + 6626201,1$	1.15	$y = -0,1x^5 + 2,4x^4 - 74,5x^3 + 2026,1x^2 - 53066,0x + 1382311,8$
1.27	$y = 0,2x^5 - 8,2x^4 + 257,3x^3 - 6994,7x^2 + 183201,7x + 7176746,0$	1.23	$y = -0,1x^5 + 2,6x^4 - 80,7x^3 + 2194,4x^2 - 57475,0x + 1497162,6$
2.20	$y = 0,2x^5 - 7,3x^4 + 221,6x^3 - 5863,4x^2 + 149118,3x + 6122571,1$	2.19	$y = -0,1x^5 + 2,5x^4 - 75,1x^3 + 1986,6x^2 - 50524,8x + 1277245,6$
2.29	$y = 0,1x^5 - 3,2x^4 + 125,6x^3 - 4472,6x^2 + 156412,2x + 4433173,0$	2.28	$y = 0,5x^4 - 21,3x^3 + 757,7x^2 - 26498,1x + 924826,7$
Автоколонна № 4			
1.16	$y = 0,1x^5 - 6,0x^4 + 203,4x^3 - 6166,7x^2 + 181799,8x + 6083896,0$	1.15	$y = 1,4x^4 - 48,3x^3 + 1465,6x^2 - 43208,5x + 1269186,9$
1.27	$y = 0,1x^5 - 6,5x^4 + 220,3x^3 - 6679,0x^2 + 196904,8x + 6589382,9$	1.23	$y = 1,5x^4 - 52,4x^3 + 1587,4x^2 - 46798,5x + 1374638,6$
2.20	$y = 0,1x^5 - 5,8x^4 + 193,7x^3 - 5687,6x^2 + 161952,8x + 5650842,3$	2.19	$y = 1,5x^4 - 49,7x^3 + 1459,9x^2 - 41570,8x + 1178844,2$
2.29	$y = -2,0x^4 + 90,3x^3 - 3757,0x^2 + 154442,7x + 3901569,2$	2.28	$y = 0,3x^4 - 11,6x^3 + 482,2x^2 - 19821,5x + 813927,7$

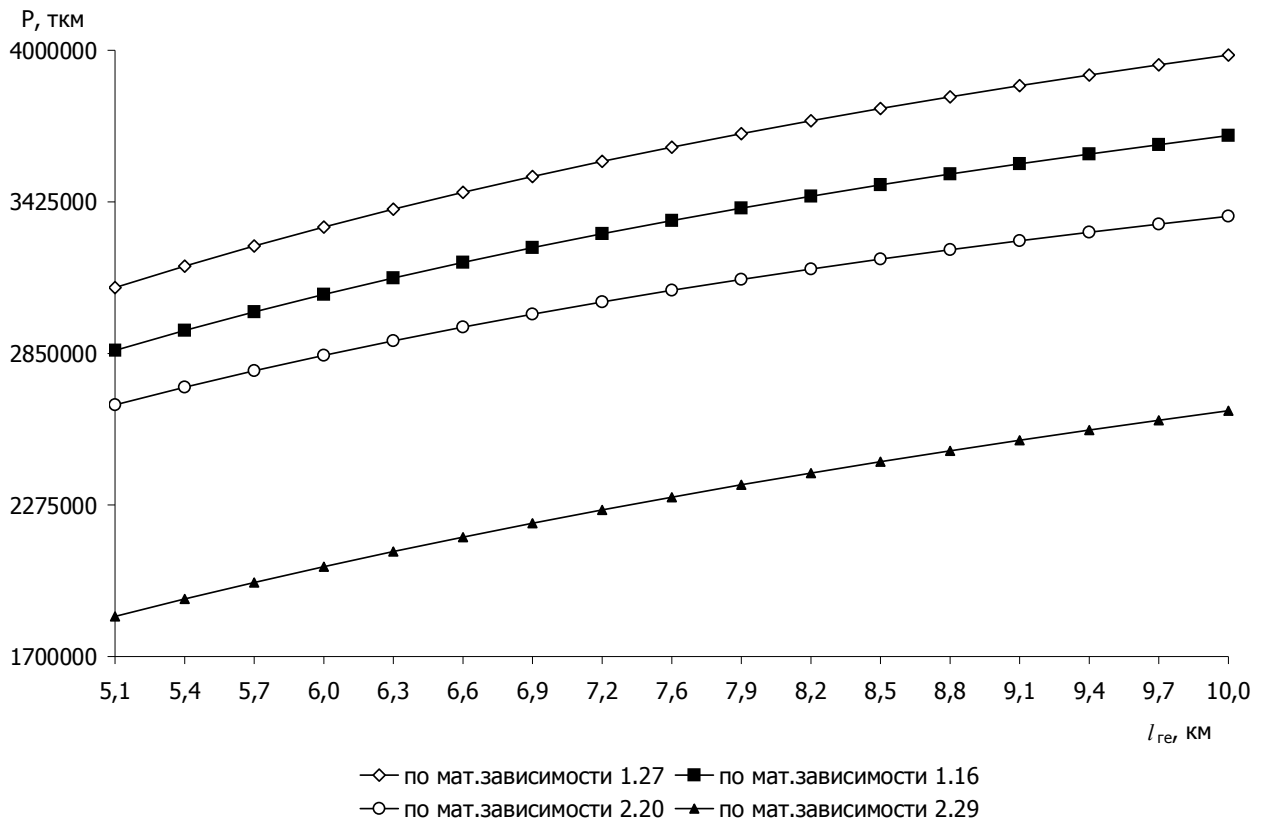
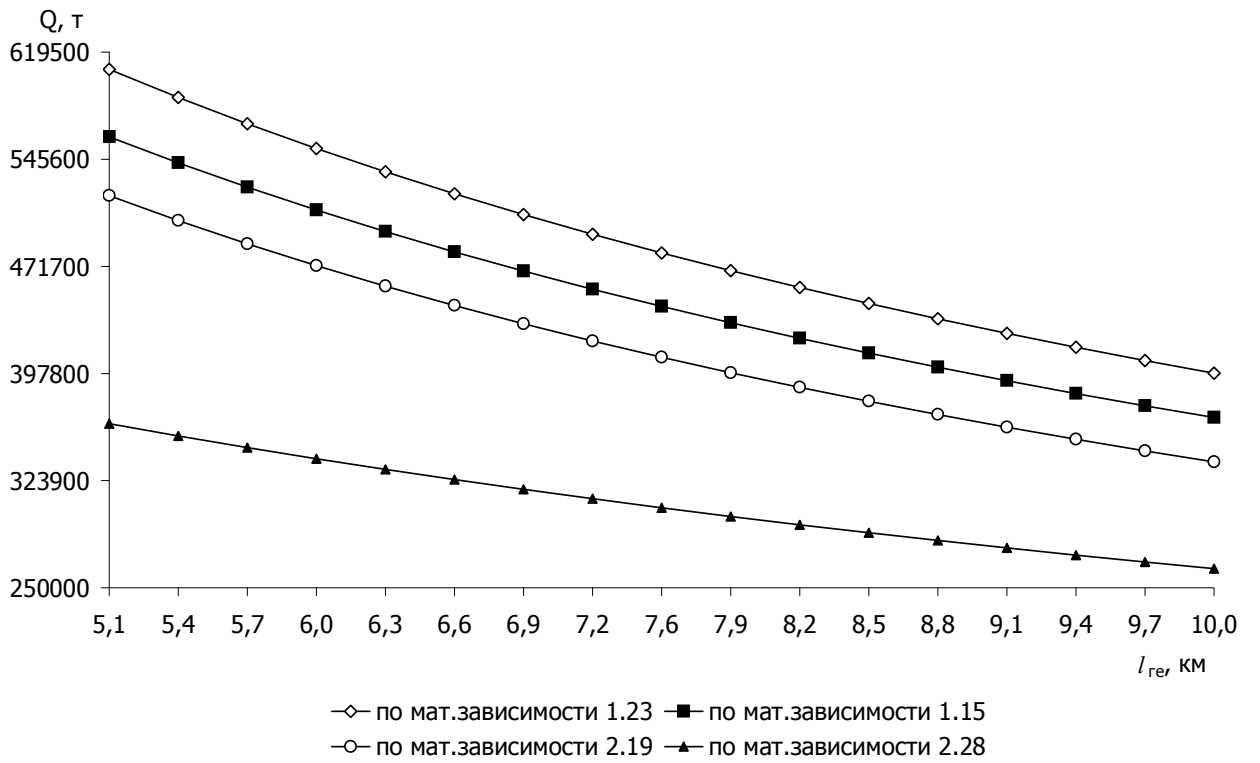


Рисунок 2.14 – Изменение величин Q и P в результате роста $l_{ге}$
(автоколонна № 1)

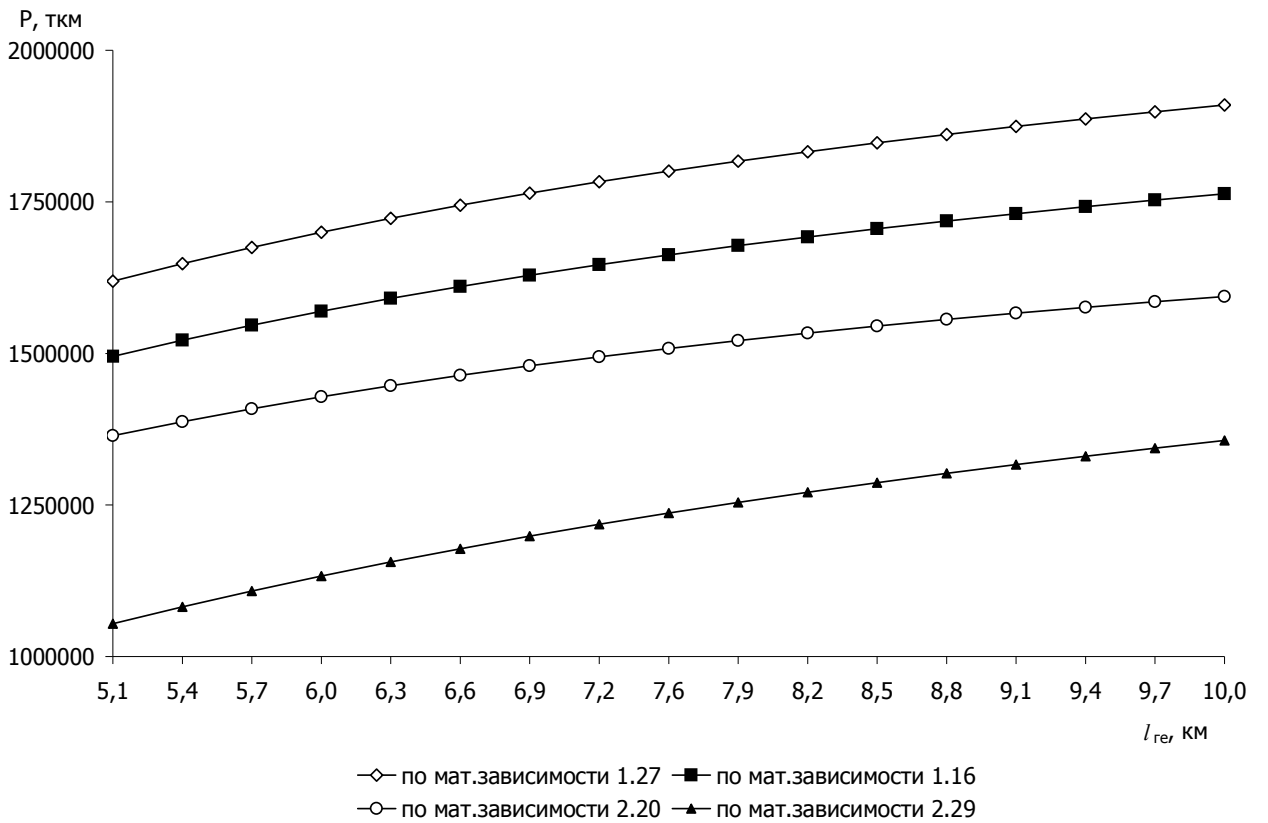
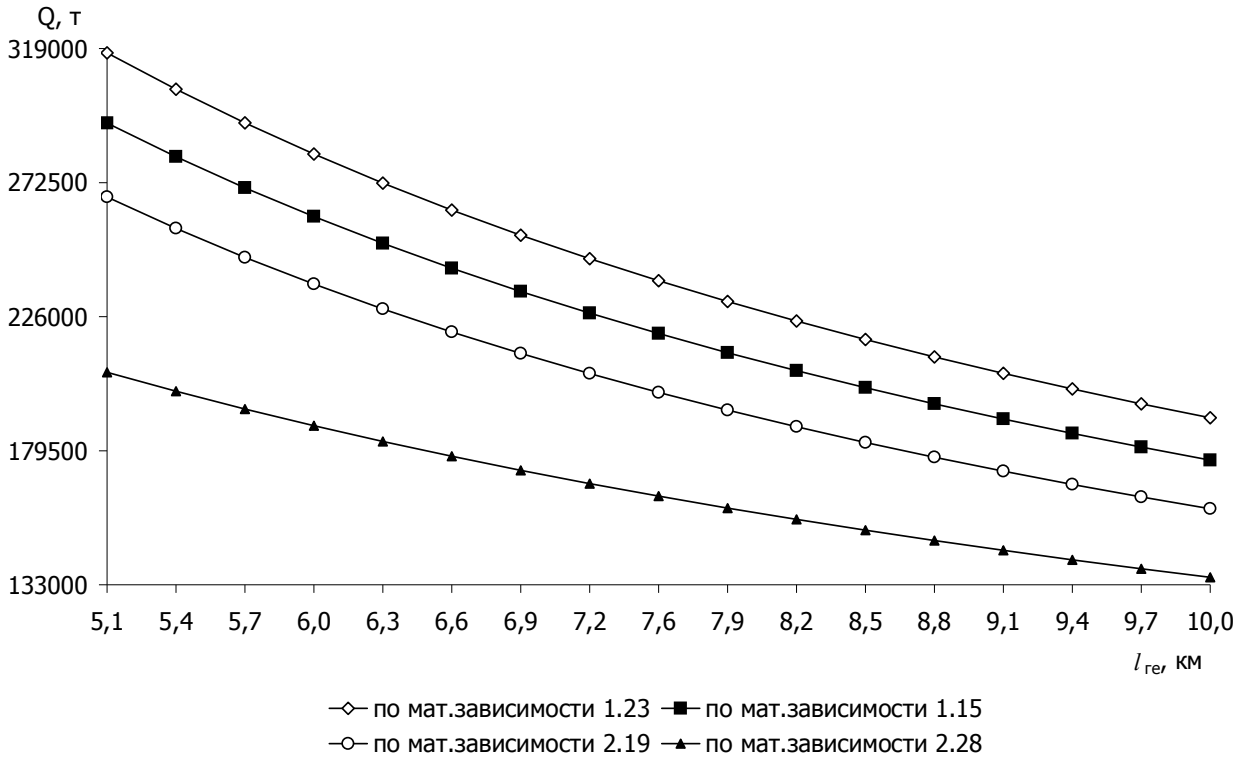


Рисунок 2.15 – Изменение величин Q и P в результате роста $l_{гер}$
(автоколонна № 2)

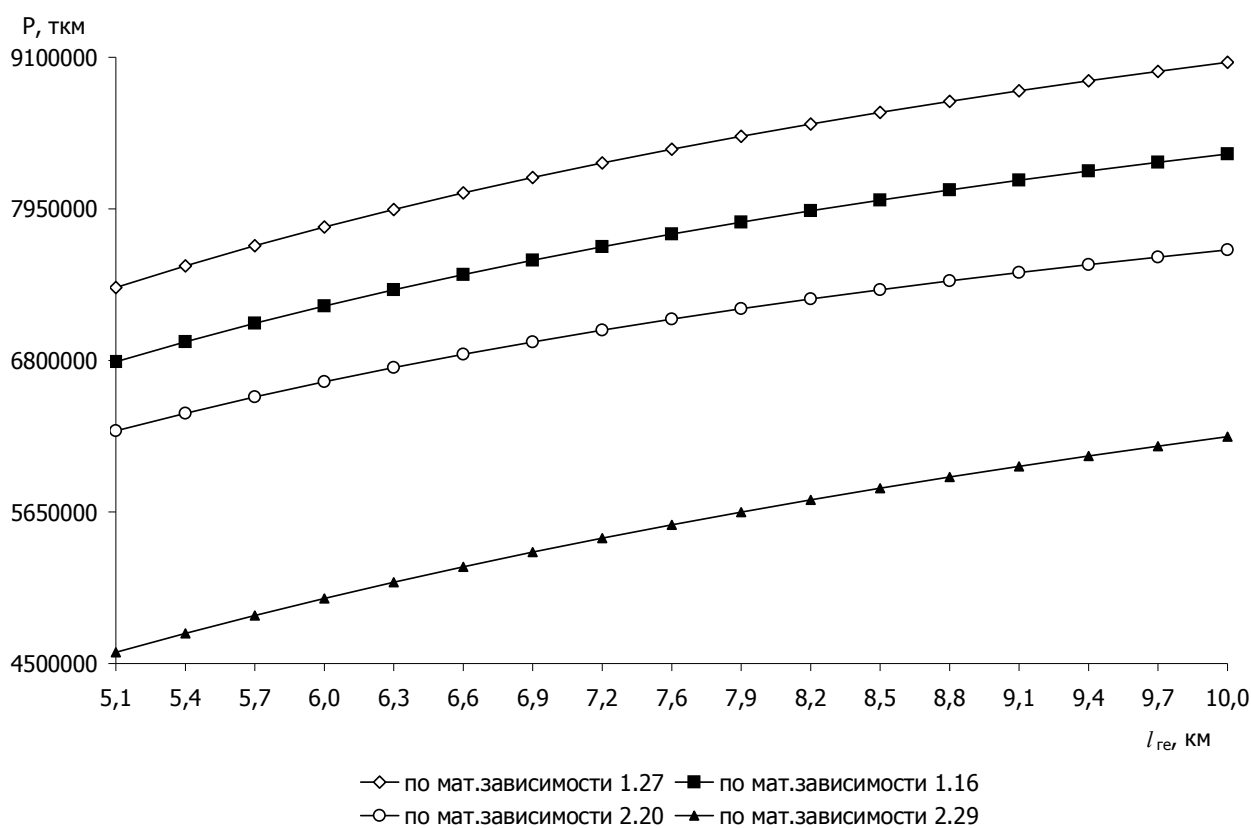
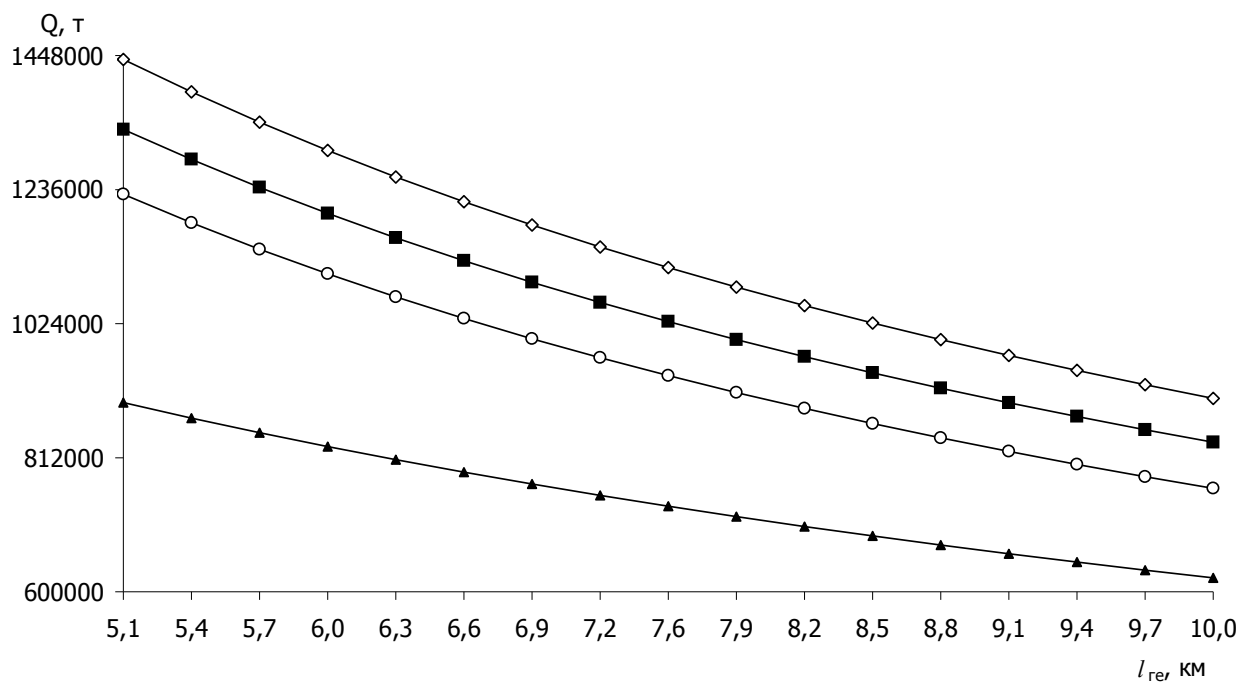


Рисунок 2.16 – Изменение величин Q и P в результате роста $l_{гер}$

(автоколонна № 3)

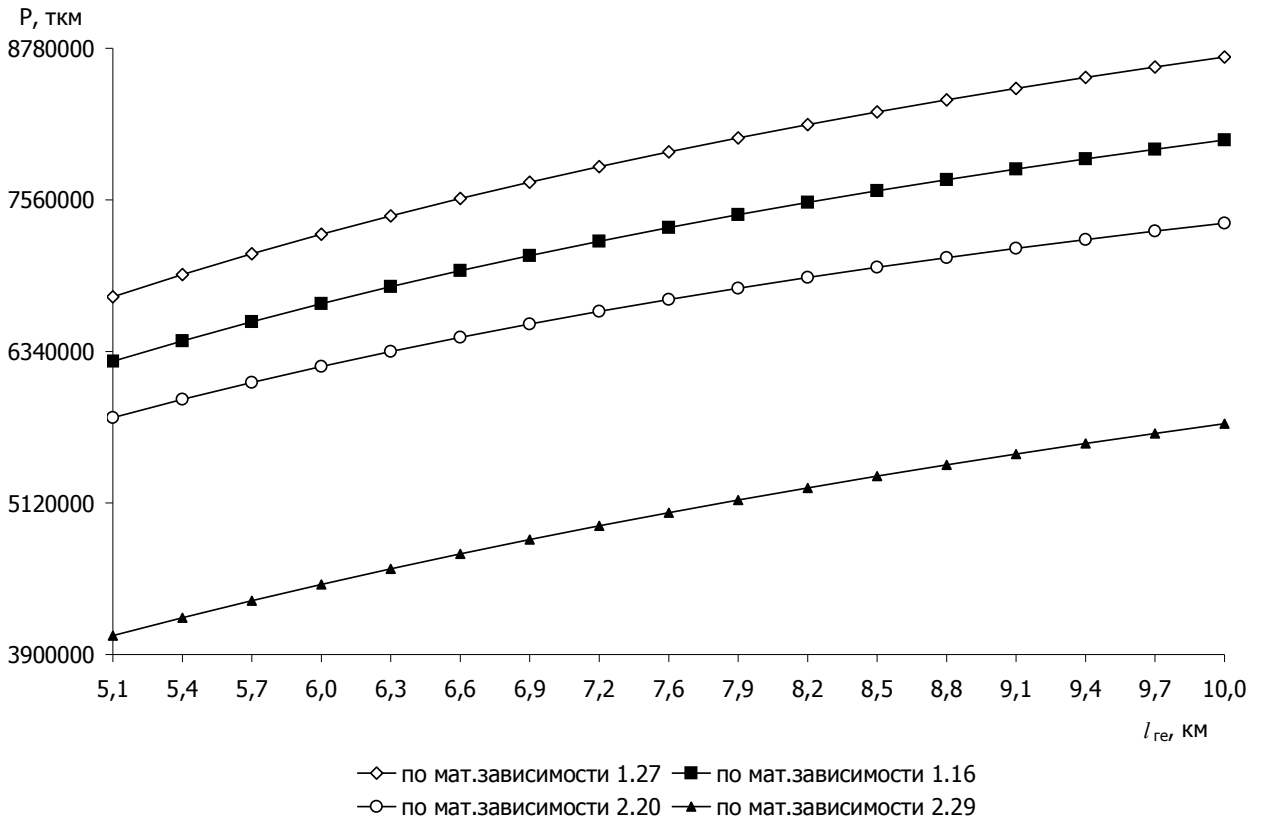
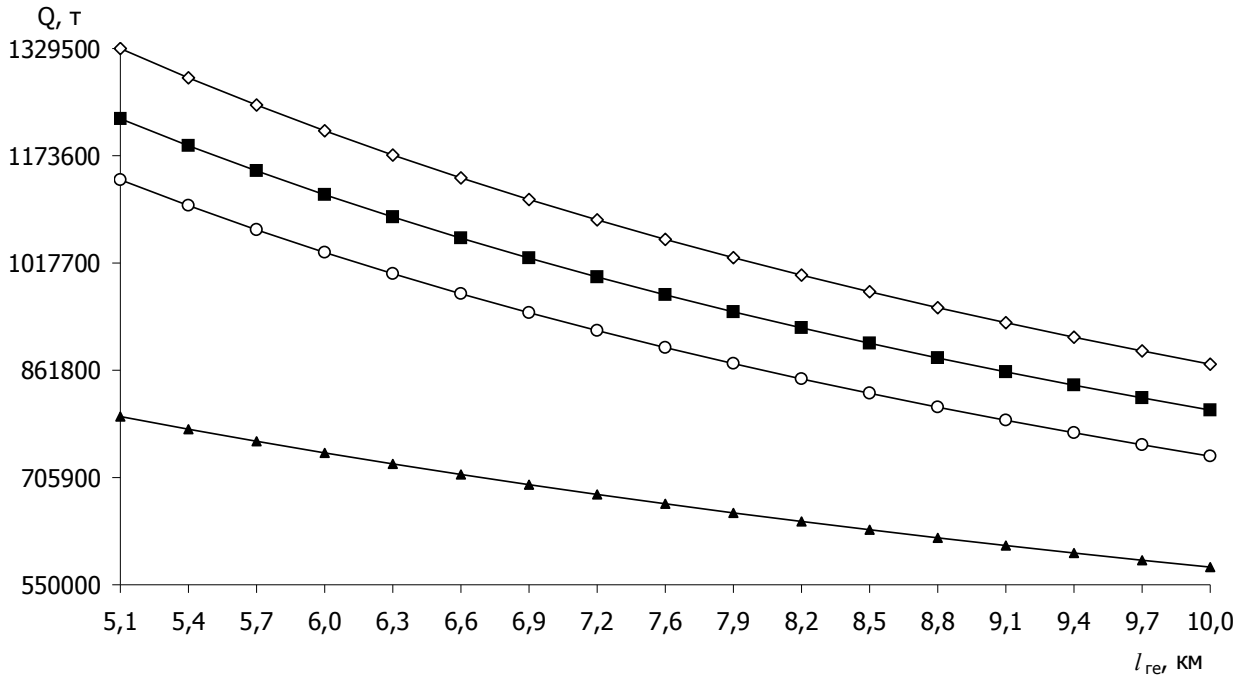


Рисунок 2.17 – Изменение величин Q и P в результате роста $l_{ге}$
(автоколонна № 4)

4.2.5 Закономерность влияния величины времени простоя при выполнении погрузочно-разгрузочных работ на эффективность транспортного процесса в цепях поставок

Время простоя автомобилей в грузовых пунктах ($t_{п-р}$) определяется, прежде всего производительностью погрузочно-разгрузочных механизмов. Согласно существующему теоретическому положению считается, что в результате сокращения $t_{п-р}$ возрастает выработка подвижного состава. Ранее установлено, что эта зависимость может быть описана с помощью уравнения равнобочной гиперболы [7, 112, 113 и др.].

Гиперболический характер зависимости выработки транспортной продукции в тоннах и тонно-километрах при изменении времени простоя при выполнении погрузочно-разгрузочных работ в результатах расчетов с использованием математических выражений 2.19, 2.20, 2.28 и 2.29 сохраняется.

Но так же, как и в предыдущих разделах графики-функции расположены ниже графиков, построенных на основании действующих теоретических положений (рисунок 2.18 – 2.21), что также указывает на возможную причину расхождений плановых и фактических показателей работы парка подвижного состава.

Таблица 2.5 – Уравнения регрессии при изменении $t_{п-р}$

Мат. зависимость	Уравнение регрессии $P = f(x)$	Мат. зависимость	Уравнение регрессии $Q = f(x)$
Автоколонна № 1			
1.16	$y = 0,1x^6 - 7,2x^5 + 220,5x^4 - 3970,7x^3 + 49496,9x^2 - 497449,1x + 4596357,9$	1.15	$y = -1,4x^5 + 43,2x^4 - 778,6x^3 + 9705,3x^2 - 97539,0x + 901246,6$
1.27	$y = 0,1x^6 - 7,8x^5 + 238,8x^4 - 4300,6x^3 + 53609,4x^2 - 538780,2x + 4978251,1$	1.23	$y = -1,5x^5 + 46,8x^4 - 843,2x^3 + 10511,7x^2 - 105643,2x + 976127,7$
2.20	$y = 0,1x^6 - 5,3x^5 + 165,9x^4 - 3061,7x^3 + 39676,0x^2 - 421290,5x + 4156306,5$	2.19	$y = -x^5 + 32,5x^4 - 600,3x^3 + 7779,6x^2 - 82606,0x + 814962,0$
2.29	$y = 0,3x^6 - 21,8x^5 + 613,9x^4 - 9548,9x^3 + 93643,4x^2 - 652552,8x + 3746476,4$	2.28	$y = 0,1x^6 - 4,3x^5 + 120,4x^4 - 1872,3x^3 + 18361,5x^2 - 127951,5x + 734603,2$

Продолжение таблицы 2.5

Автоколонна № 2			
1.16	$y = -3,0x^5 + 91,5x^4 - 1648,1x^3 + 20545,1x^2 - 206480,2x + 1907847,6$	1.15	$y = -0,6x^5 + 17,9x^4 - 323,2x^3 + 4028,4x^2 - 40486,3x + 374087,8$
1.27	$y = -3,2x^5 + 99,1x^4 - 1785,1x^3 + 22252,1x^2 - 223635,9x + 2066363,1$	1.23	$y = -0,6x^5 + 19,4x^4 - 350,0x^3 + 4363,2x^2 - 43850,2x + 405169,2$
2.20	$y = -2,2x^5 + 68,5x^4 - 1263,6x^3 + 16374,5x^2 - 173869,2x + 1715333,7$	2.19	$y = -0,4x^5 + 13,4x^4 - 247,8x^3 + 3210,7x^2 - 34092,0x + 336339,9$
2.29	$y = 0,1x^6 - 9,0x^5 + 253,4x^4 - 3940,9x^3 + 38647,2x^2 - 269312,6x + 1546194,2$	2.28	$y = -1,8x^5 + 49,7x^4 - 772,7x^3 + 7577,9x^2 - 52806,4x + 303175,3$
Автоколонна № 3			
1.16	$y = 0,2x^6 - 15,1x^5 + 465,8x^4 - 8388,0x^3 + 104562,2x^2 - 1050861,2x + 9709806$	1.15	$y = -3,0x^5 + 91,3x^4 - 1644,7x^3 + 20502,4x^2 - 206051,2x + 1903883,5$
1.27	$y = 0,2x^6 - 16,4x^5 + 504,5x^4 - 9084,9x^3 + 113249,9x^2 - 1138173,1x + 10516555,5$	1.23	$y = -3,2x^5 + 98,9x^4 - 1781,4x^3 + 22205,9x^2 - 223171,2x + 2062069,7$
2.20	$y = 0,2x^6 - 11,2x^5 + 350,5x^4 - 6467,8x^3 + 83815,6x^2 - 889976,2x + 8780197,4$	2.19	$y = -2,2x^5 + 68,7x^4 - 1268,2x^3 + 16434,4x^2 - 174505,1x + 1721607,3$
2.29	$y = 0,7x^6 - 46,1x^5 + 1296,9x^4 - 20172,1x^3 + 197821,8x^2 - 1378517,8x + 7914431,5$	2.28	$y = 0,1x^6 - 9,0x^5 + 254,3x^4 - 3955,3x^3 + 38788,6x^2 - 270297,6x + 1551849,3$
Автоколонна № 4			
1.16	$y = 0,2x^6 - 15,1x^5 + 465,8x^4 - 8388,0x^3 + 104562,2x^2 - 1050861,2x + 9709806$	1.15	$y = -3,1x^5 + 94,6x^4 - 1703,1x^3 + 21230,3x^2 - 213366,6x + 1971477,0$
1.27	$y = 0,2x^6 - 16,4x^5 + 504,5x^4 - 9084,9x^3 + 113249,9x^2 - 1138173,1x + 10516555,5$	1.23	$y = -3,3x^5 + 102,4x^4 - 1844,6x^3 + 22994,2x^2 - 231094,4x + 2135279,3$
2.20	$y = 0,2x^6 - 11,2x^5 + 350,5x^4 - 6467,8x^3 + 83815,6x^2 - 889976,2x + 8780197,4$	2.19	$y = -2,3x^5 + 71,2x^4 - 1313,2x^3 + 17017,9x^2 - 180700,6x + 1782729,5$
2.29	$y = 0,7x^6 - 46,1x^5 + 1296,9x^4 - 20172,1x^3 + 197821,8x^2 - 1378517,8x + 7914431,5$	2.28	$y = 0,1x^6 - 9,4x^5 + 263,3x^4 - 4095,7x^3 + 40165,7x^2 - 279894,0x + 1606944,6$

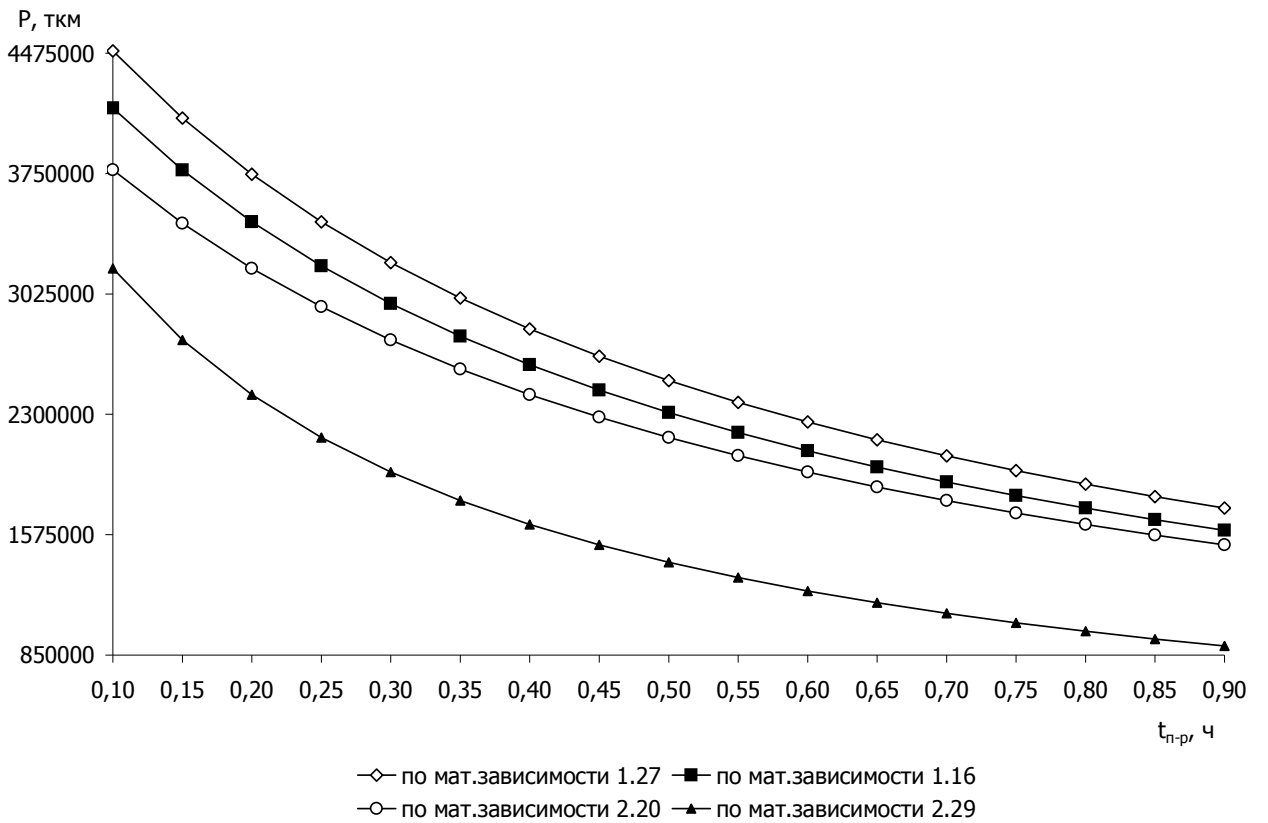
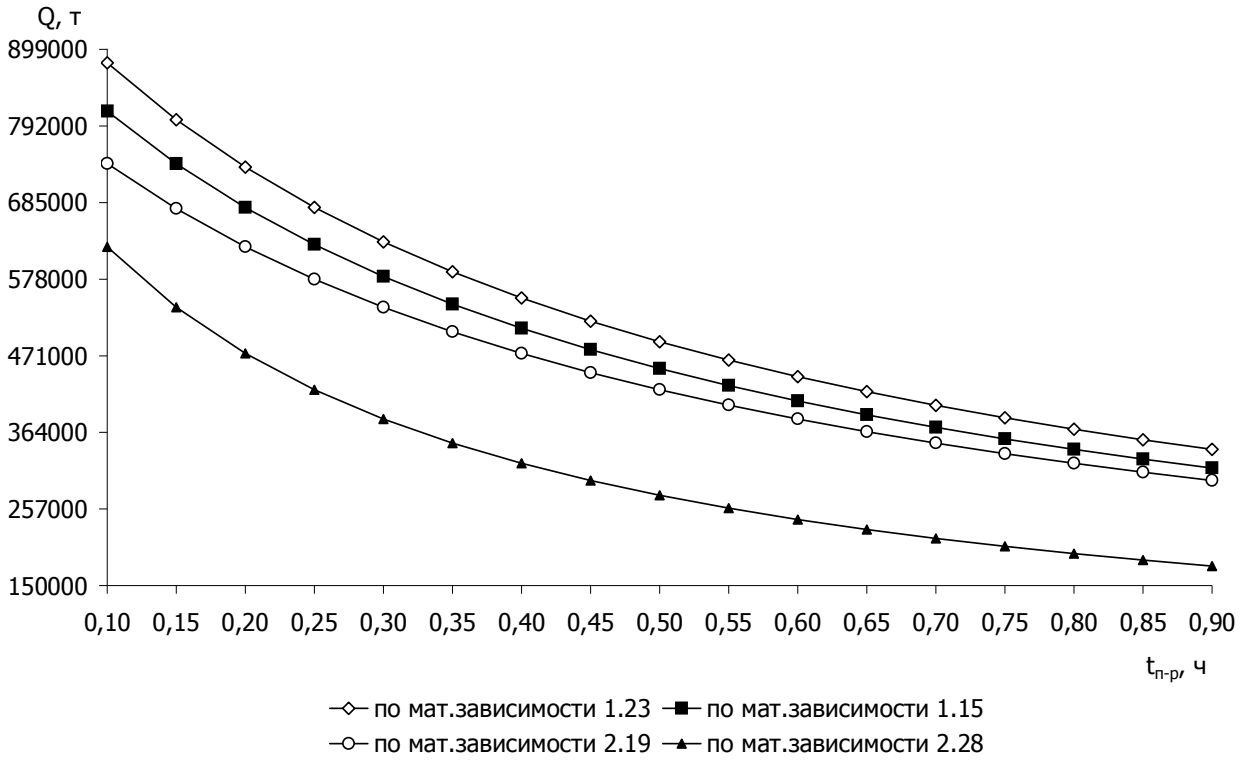


Рисунок 2.18 – Изменение величин Q и P в результате роста $t_{п-р}$
(автоколонна № 1)

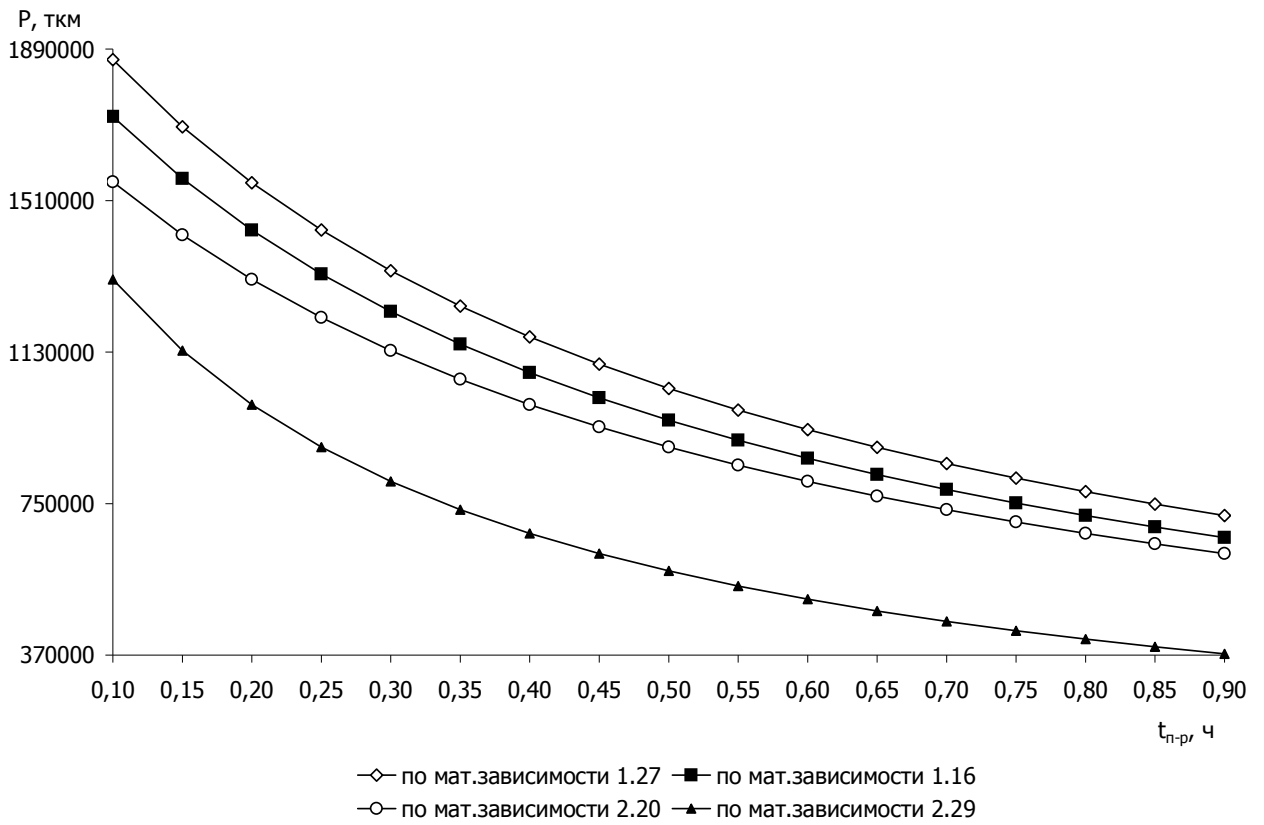
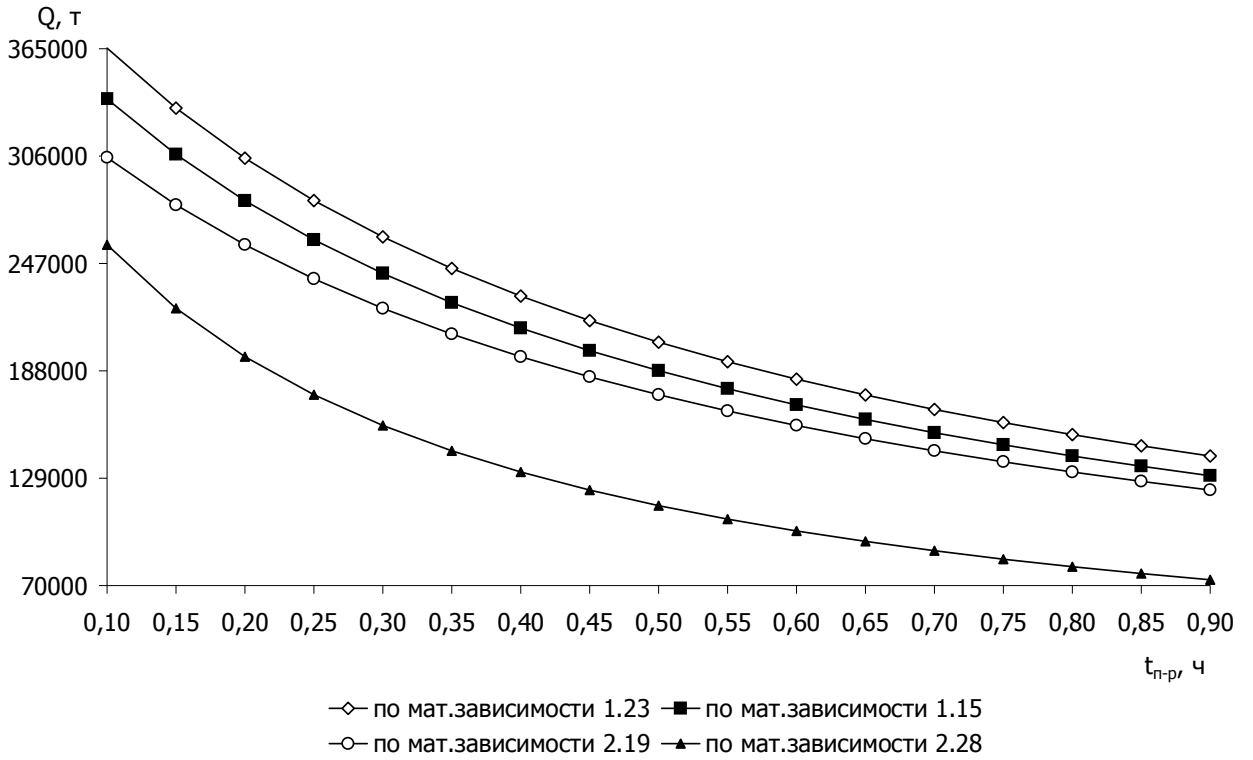


Рисунок 2.19 – Изменение величин Q и P в результате роста $t_{п-р}$
(автоколонна № 2)

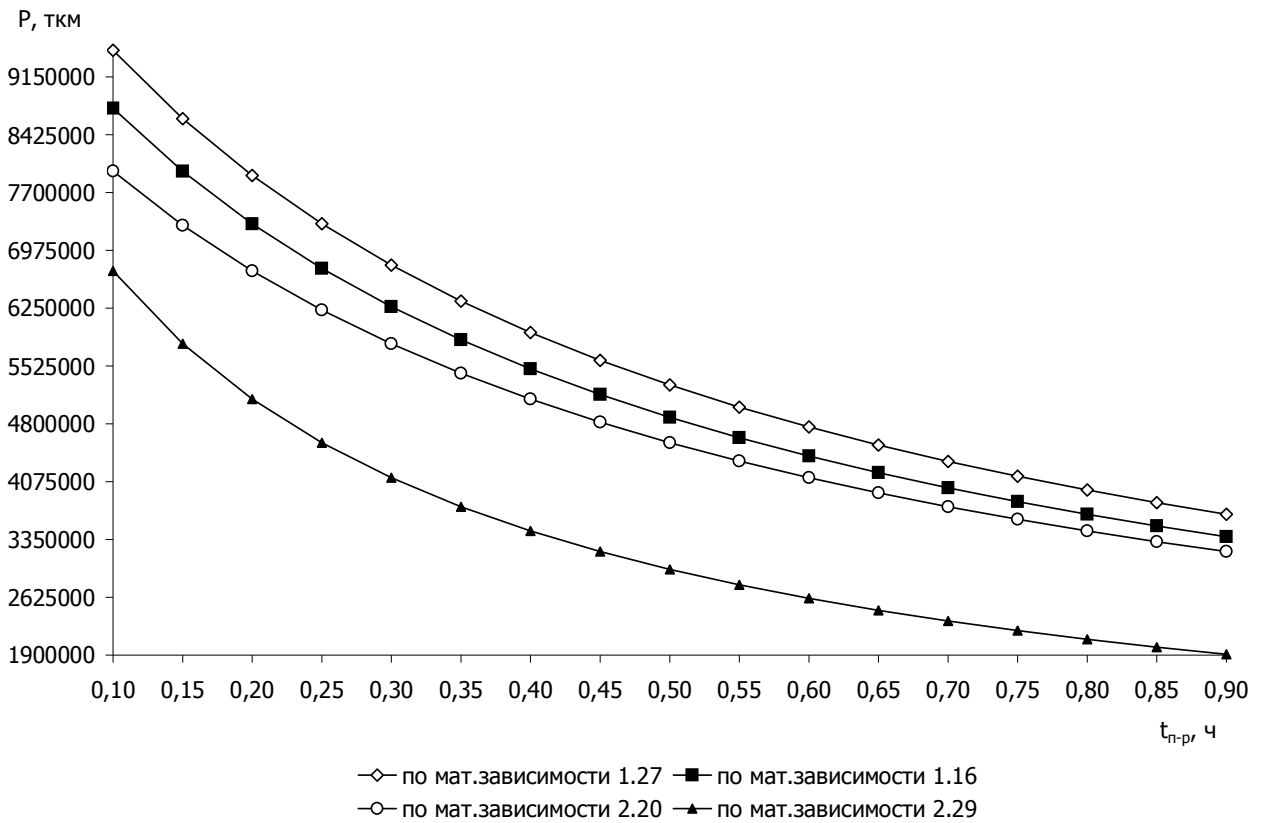
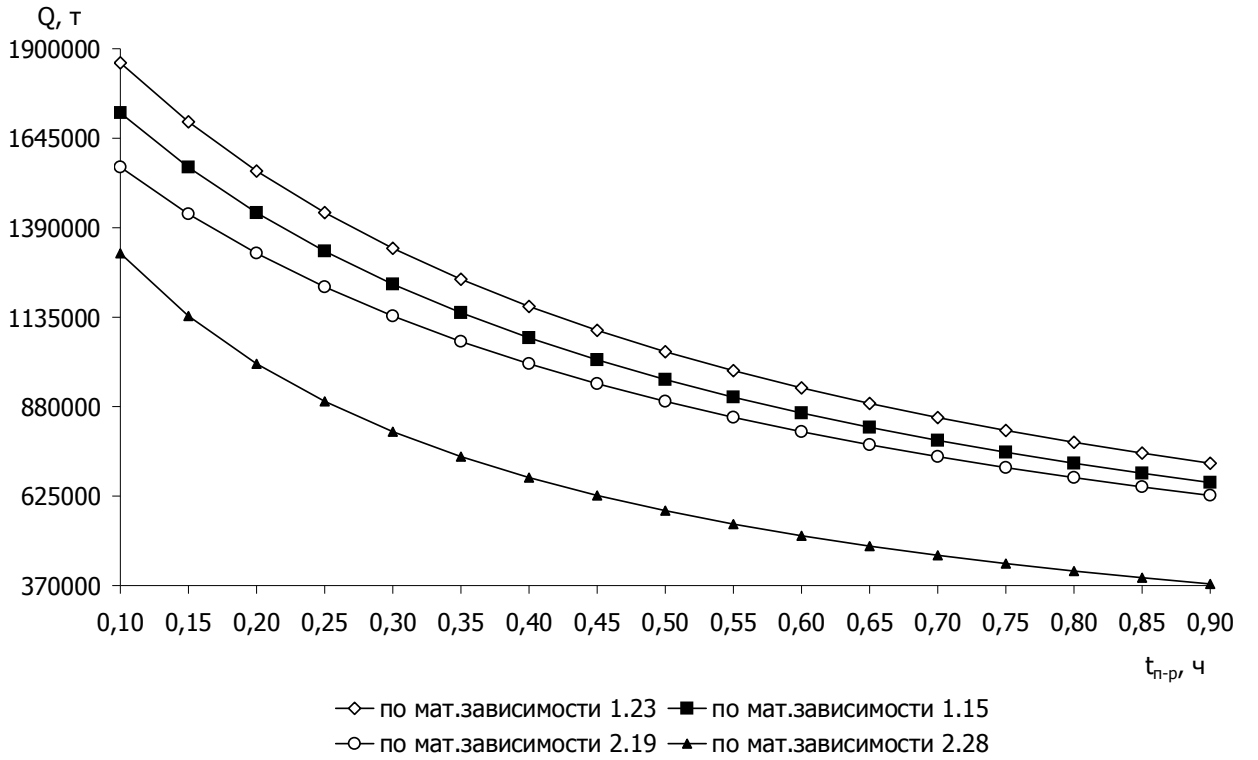


Рисунок 2.20 – Изменение величин Q и P в результате роста $t_{п-р}$
(автоколонна № 3)

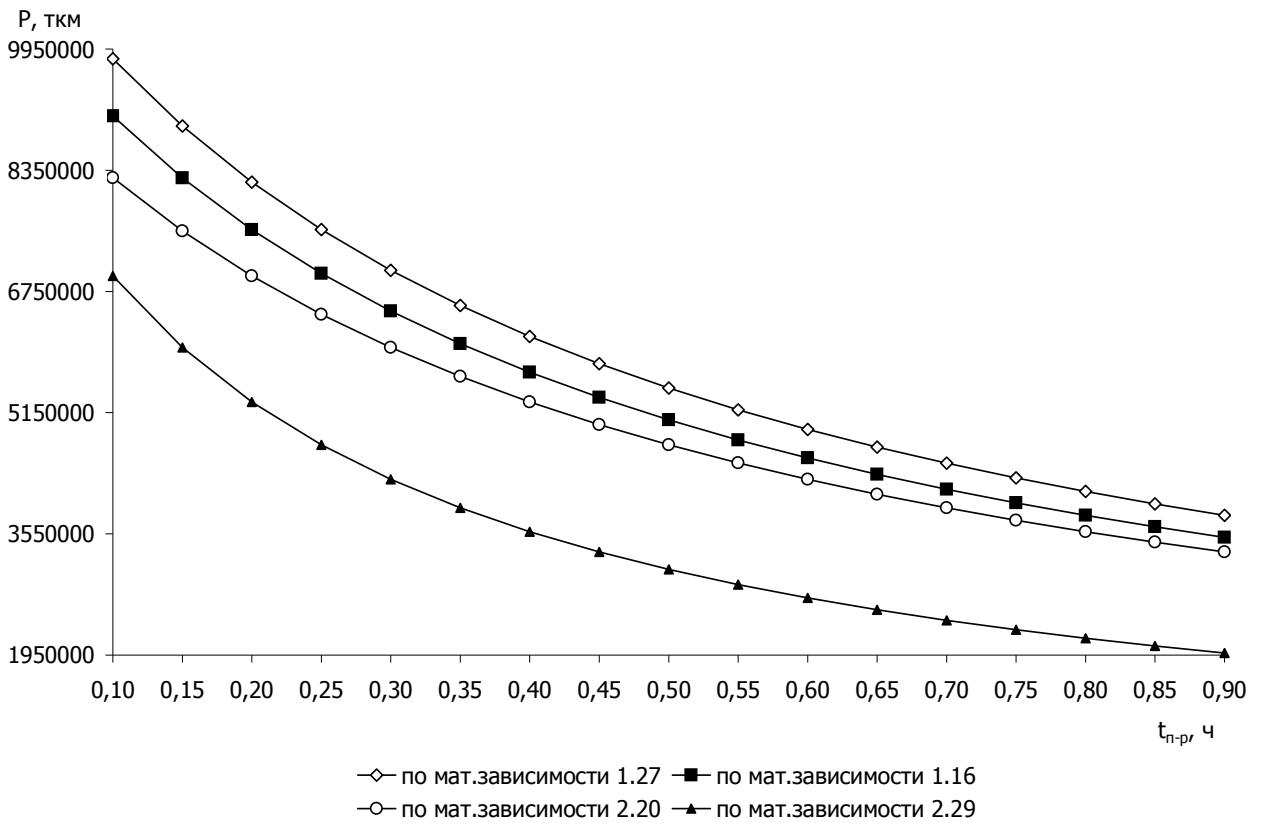
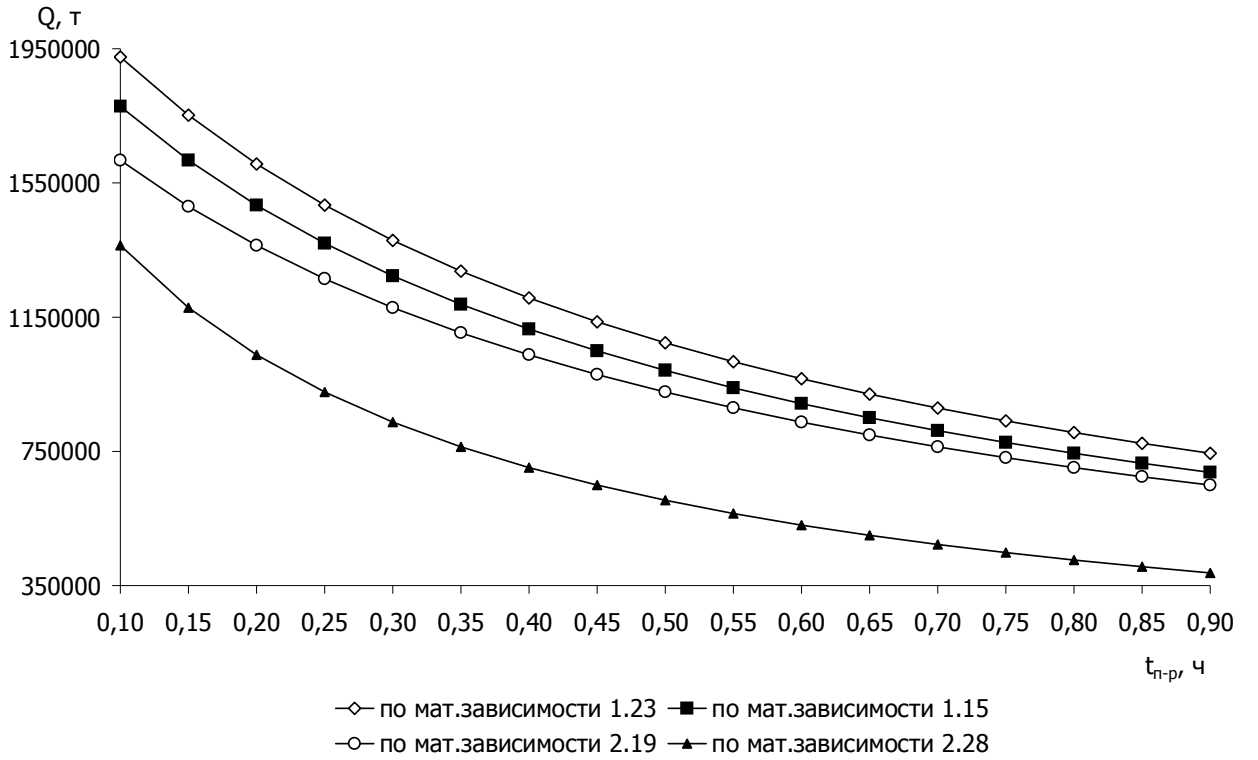


Рисунок 2.21 – Изменение величин Q и P в результате роста $t_{п-р}$
(автоколонна № 4)

Таким образом, в практической деятельности работы автомобилей и большой системы в целом (выработка) определяется как сумма выполненных работ в системах доставки грузов согласно товаротранспортным документам, а по интегральным зависимостям – путем перемножения средних показателей (ТЭП). На практике наблюдается сложение результатов целочисленного исполнения ездки, что соответствует дискретности транспортного процесса, как об этом указано в работах [20, 54, 63, 64, 65 и др.], а в теории [2, 3, 68, 11 и др.] – получается, что процесс линейный – непрерывный. Такое явное расхождение с фактической работой объясняет, почему результаты анализа и планирования всегда имеют отличие от практической эксплуатации.

Применение средних величин (отчетных данных в целом по парку) таких как β , $t_{п-р}$, T_n и V_T , приводит модель описания функционирования больших систем к какой-то абстрактной структуре. Анализ функционирования действующих больших систем показывает, что в их структуре практически нет систем доставки грузов, которым соответствовали бы средние значения указанных ТЭП. Поэтому как бы не распространяли средние значения ТЭП на фактические автотранспортные системы доставки грузов, составляющие большую систему, результаты расчетов (планирование и описание работы) всегда отличаются от действительной эксплуатации.

Кроме того, использование средних значений q и γ с одной стороны не дает возможности оперировать действительными автотранспортными средствами и учитывать их техническое состояние, а с другой стороны не позволяет согласовать расчеты с работой грузовых пунктов. Это также является причиной расхождения между планированием и фактом.

В интегральные модели входит показатель δ – коэффициент использования рабочего времени, который в свою очередь описывается с помощью средних $l_{ге}$, β , $t_{п-р}$ и V_T , но при проведении анализа и планирования связь δ с указанными показателями не прослеживается, т.к. δ принимается как постоянная отчетная величина, достигнутая в среднем по парку. Однако

на всех маршрутах величина δ разная и зависит от конфигурации маршрута (т.е. числа ездов за оборот), состояния и качества дорог, организации и механизации грузовых работ и др.

Структура показателя T_n также находится в зависимости от $l_{ге}$, $t_{п-р}$, $q\gamma$ и V_t , но в используемых для анализа моделях [67, 68, 79] это не учтено. Поэтому при анализе невозможно проследить взаимное влияние ТЭП. Таким образом, недостатки метода цепных подстановок усугубляются несовершенством математических моделей, что указывает на необходимость разработки модели описания функционирования больших систем (ОГАТ).

Во всех математических зависимостях, описывающих функционирование больших АТСДГ, используется формула часовой производительности одного автомобиля, что не соответствует процессам, протекающим в больших автотранспортных системах. Математические выражения для описания производительности подвижного состава основаны на представлении о непрерывном и монотонно изменяющемся транспортном процессе, который на самом деле дискретный;

Не учитывается влияние технико-эксплуатационных показателей работы парка автомобилей на коэффициент его использования, т.е. более интенсивная эксплуатация парка приводит к повышенному износу транспортных средств, что в свою очередь влияет на количество и время технических обслуживаний и ремонтов и, соответственно, на техническую готовность парка в целом.

1. В математических выражениях не учитывается изменение времени простоя транспортных средств под погрузкой и разгрузкой в зависимости от грузоподъемности и длины груженого пробега, используется коэффициент использования пробега, не имеющий закономерной связи с величиной транспортной продукции. Для расчетов используются средние величины технико-эксплуатационных показателей, на основании которых невозможно получить четкое представление о работе транспортных средств и выявить причины расхождения плановых и фактических показателей.

Графики-функции, описывающие зависимости выработки транспортной продукции от изменения технико-эксплуатационных показателей (T_n , q), традиционно считавшиеся линейными, после внесения в используемые для расчетов математические зависимости корректировок, позволяющих учесть отрицательное влияние ТЭП, представляют собой гиперболу, что ставит под сомнение соответствие ранее использовавшихся математических выражений реальным процессам, протекающим в больших автотранспортных системах.

Изложенные недостатки моделей описания больших автотранспортных систем позволяют сделать вывод, что применяемые (приведенные в литературе) для описания работы и анализа основной производственной деятельности (перевозок) ОГАТ, как больших систем, математические модели интегрального типа не могут дать достоверного результата. Поэтому необходимо разработать модель, которая бы адекватно соответствовала реальным условиям эксплуатации, а также современным представлениям о работе транспортных средств при доставке грузов на маршрутах.

ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

5.1. Общее описание функционирования подвижного состава предприятий автомобильного транспорта в цепях поставок

Действующая в настоящее время классификация предприятий автомобильного транспорта предусматривает разделение предприятий на автотранспортные предприятия общего пользования и ведомственные. К последним относятся предприятия, основная производственная деятельность которых заключается в транспортном обеспечении отраслей экономики: промышленности, строительства, сельского хозяйства, а также в организации обслуживания технологических процессов производства. Все автотранспортные предприятия (ведомственные и общего пользования) в зависимости от типа подвижного состава подразделяются на грузовые специализированные и общего назначения, пассажирские, смешанные и специальные; а также от вида перевозок или территории обслуживания – на городские, пригородные, магистральные и внутрирайонные.

В данной работе рассматривается основная производственная деятельность грузовых автотранспортных предприятий общего пользования, как осуществление перевозок грузов собственным или арендованным подвижным составом в большой автотранспортной системе доставки грузов, представляющей собой совокупность автотранспортных систем нижнего уровня.

Подвижной состав грузовых автотранспортных предприятий по существующей классификации подразделяется на следующие группы:

– по типу установленного двигателя: автомобили с карбюраторными двигателями, с дизельными двигателями, газобаллонные, газотурбинные, электрические;

- по величине осевой нагрузки на опорную поверхность: дорожные автомобили группы А, группы Б, внедорожные автомобили;
- по размерности: размерности грузовых автомобилей характеризуются их грузоподъемностью или полной массой;
- по проходимости: автомобили дорожные, повышенной и высокой проходимости;
- по конструктивной схеме: одиночные автомобили и автопоезда, которые состоят из тягача с прицепом и седельного тягача с полуприцепом. Прицепной подвижной состав состоит из прицепов, полуприцепов и прицепов-ропусков. В зависимости от числа осей прицепы делятся на одноосные, двухосные или многоосные.

– по виду перевозок: транспортные и специального назначения (краны, пожарные, медицинской помощи и др.). Транспортные грузовые автомобили подразделяются на автомобили общего назначения и специализированные. Специализированные автомобили (прицепы, полуприцепы) подразделяются на:

- самосвалы общего назначения, строительные, сельскохозяйственные, карьерные, землевозы;
- фургоны общего назначения, изотермические, рефрижераторы, хлебобулочные, скотовозы, птицевозы, пакетовозы, промтоварные;
- для перевозки строительных изделий - плитовозы, балковозы, молоковозы, панелевозы, фермовозы, колодцевозы, кабиновозы;
- для перевозки контейнеров - автомобильных, среднетоннажных, крупнотоннажных, на территории терминалов; тяжеловозы полуприцепы, прицепы;
- для перевозки длинномерных грузов лесовозы, металловозы, прутовозы;
- цистерны - для перевозки нефтепродуктов, активных химических

веществ, сыпучих грузов, вязких нефтепродуктов, жидких удобрений, глинистых растворов, воды, жидких пищевых продуктов, сжиженных газов, живой рыбы;

- самопогрузчики - погрузочно-разгрузочные, погрузочные, разгрузочные, со съемным кузовом;
- прочие автомобилевозы, кабелевозы, топливо-маслозаправщики, заправочные агрегаты, для перевозки птиц и цыплят, автолавки, пескоразбрасыватели, бетоновозы.

Большая система в общем случае состоит из нескольких подсистем (отрядов, колонн, бригад и т.п.), предназначенных для осуществления внешней деятельности – перевозок грузов. В целом большие системы (организации грузового автомобильного транспорта) могут иметь различный



Рисунок 3.1 – Общая схема структуры парка ПС ОГАТ

подвижной состав: одиночные автомобили различных марок, автомобильные

поезда, специализированные транспортные средства и т.д. При этом на практике сложилось общепринятое разделение парка подвижного состава организации на автоколонны (отряды, бригады и т.п.) по определенному признаку или принадлежности транспортного средства к группе автомобилей в соответствии с классификацией грузового подвижного состава: например, по типу установленного двигателя, по конструктивной схеме или по виду перевозок. Основная причина принятого разделения – упрощение ведения учета основной производственной деятельности организации и технического состояния парка подвижного состава, определения себестоимости и рентабельности перевозок по автоколоннам, анализа затрат по структурным подразделениям организации, планирования затрат на техническое обслуживание и ремонт парка.

В данной работе рассматривается функционирование большой автотранспортной системы (организации грузового автомобильного транспорта) общего пользования в городских условиях эксплуатации, имеющей в своем составе подвижной состав общетранспортного назначения.

5.2. Модель описания функционирования большой автотранспортной системы для оперативного планирования работы парка подвижного состава

В предыдущем разделе при общем описании большой автотранспортной системы мы отмечали, что данная система состоит из подсистем (автоколонн, отрядов и т.п.), объединенных по одному из перечисленных в классификации грузового подвижного состава признаку. Каждая из этих подсистем, в зависимости от мощности осваиваемых грузопотоков, конфигурации маршрута, количества грузовых пунктов на



Рисунок 3.2 – Схема подсистемы

маршруте; количества подвижного состава, необходимого для освоения заданного объема перевозок и других признаков, может представлять собой, в соответствии с классификацией грузовых автотранспортных систем [20], одну или несколько систем доставки грузов нижнего уровня, и как показал анализ деятельности автотранспортных организаций – в подавляющем большинстве случаев это микро-, особо малые и малые системы. В каждой из этих систем существуют свои особенности протекания транспортного процесса и закономерности формирования выработки транспортной продукции. Поэтому математическая модель описания функционирования подсистемы должна учитывать особенности протекания транспортного процесса в системах нижнего уровня и предоставлять возможность оценить его влияние на конечный результат.

За основу модели подсистемы могут быть приняты результаты исследований, проведенные в работах [20, 63, 64, 65, 66], которые позволили выявить закономерности функционирования систем нижнего уровня и создать адекватные модели описания их функционирования.

Микросистемы – маятниковые маршруты с обратным негруженным пробегом, на которых, согласно объему перевозок, эксплуатируется один автомобиль. На рисунке 3.3 представлена схема маршрута микросистемы.

Для описания такой системы была разработана аналитическая модель [20]. Особенностью этих систем является то, что понятие ездки и оборот на них совпадают, так как за каждый оборот выполняется одна груженная ездка, и только половину пробега за оборот транспортные средства проходят с грузом.

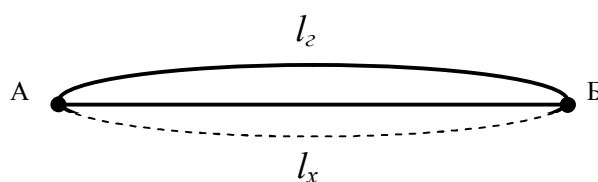


Рисунок 3.3 – Конфигурация маршрута микросистемы

Длина маршрута:

$$l_m = l_z + l_x, \quad (3.1)$$

где l_z и l_x – длина соответственно груженого и обратного негруженого пробега.

Время, затрачиваемое на выполнение оборота:

$$t_o = t_e = \frac{l_z + l_x}{V_T} + t_{n-p} = \frac{l_m}{V_T} + t_{n-p}, \quad (3.2)$$

где V_T – среднетехническая скорость,

t_{n-p} – время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой.

Количество оборотов (ездок), которое может выполнить единица подвижного состава за плановое время определяется:

$$Z_e = \left[\frac{T_m}{t_e} \right] + Z'_e, \quad (3.3)$$

где Z'_e – возможное исполнение ездки за остаток времени ΔT_m , получающееся после исполнения целой части $[X]$.

Остаток времени ΔT_m :

$$\Delta T_m = T_m - \left[\frac{T_m}{t_o} \right] \cdot t_o. \quad (3.4)$$

Возможное исполнение ездки Z'_e :

$$Z'_e = \begin{cases} 1, & \text{если } \frac{\Delta T_M}{\frac{l_z}{V_T} + t_{n-p}} \geq 1; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3.5)$$

При этом возможно, что фактическое время работы будет меньше, чем плановое, а для автомобиля фактическое время работы может быть как больше, так и меньше планового.

$$T_{M_{\text{факт}}} = \left[\frac{T_M}{t_o} \right] \cdot t_o + \left(\frac{l_z}{V_T} + t_{n-p} \right) + \frac{l_{n_1} + l_{n_2}}{V_T}, \quad (3.6)$$

где l_{n_1} , l_{n_2} – величина нулевого пробега, соответственно при выходе и возвращении автомобиля в парк.

Выражение $\left(\frac{l_z}{V_T} + t_{n-p} \right)$ имеет место в том случае, если $Z'_e = 1$.

Количество перевезенного груза (Q) и выполненной транспортной работы (P):

за оборот

$$Q = q \cdot \gamma, \quad (3.7)$$

$$P = q \cdot \gamma \cdot l_z, \quad (3.8)$$

за время нахождения автомобиля на маршруте

$$Q_c = Z_e \cdot q \cdot \gamma, \quad (3.9)$$

$$P_c = Z_e \cdot q \cdot \gamma \cdot l_z, \quad (3.10)$$

где q – грузоподъемность транспортного средства,

γ – коэффициент использования грузоподъемности.

Пробег автомобиля за сутки (смену):

$$l_{\text{общ}} = l_m \cdot \left[\frac{T_m}{t_o} \right] + l_z + l_{n_1} + l_{n_2}. \quad (3.11)$$

Величина l_z в формуле 3.11 учитывается, если $Z'_e = 1$.

Особо малые системы – кольцевые и маятниковые маршруты, на которых в обратном направлении перевозится груз с частичной или полной загрузкой подвижного состава, где также согласно объему перевозок используется одна единица подвижного состава.

Особо малые системы (маятниковые маршруты), в свою очередь, могут быть различных видов:

- маятниковый маршрут с груженым пробегом в обоих направлениях;
- маятниковый маршрут с обратным частично груженым пробегом;
- маятниковый маршрут, когда в обратном направлении перевозится меньшее количество груза.

На рисунке 3.4 представлена схема маршрутов особо малой системы.

Для особо малых систем также были разработаны аналитические модели [20, 65, 66].

Для маятникового маршрута с груженым пробегом в обоих направлениях (см. рисунок 3.4, в) формула расчета числа ездов в особо малой системе принимает следующий вид:

$$Z_e = \left[\frac{T_m}{t_o} \right] \cdot n + Z'_e, \quad (3.12)$$

где n – число ездов за оборот,

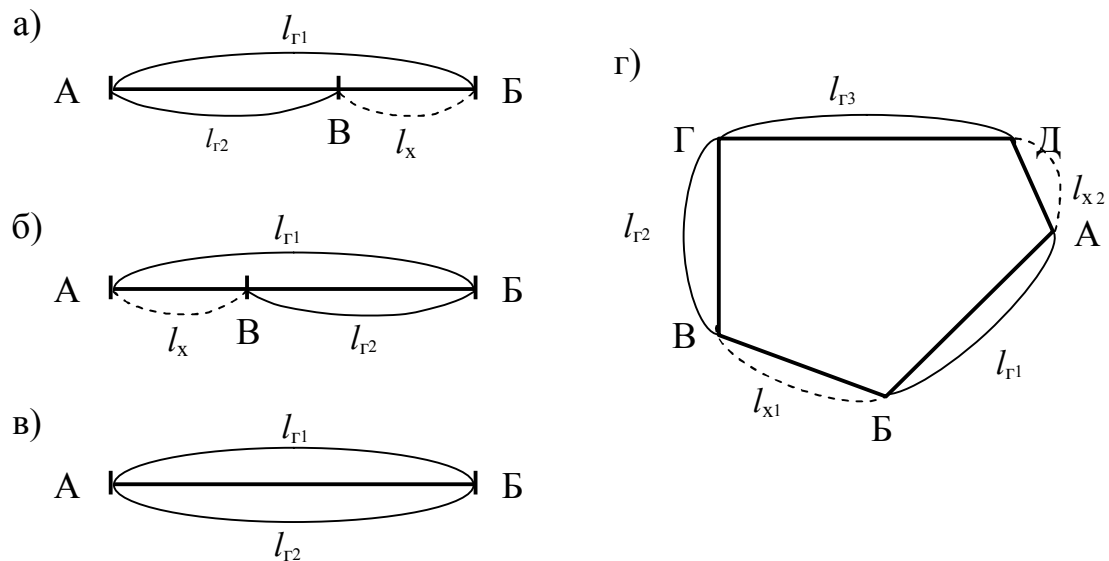


Рисунок 3.4 – Конфигурация маршрутов особо малой системы

Z'_e – возможное исполнение числа ездов на последнем обороте:

$$Z'_e = \begin{cases} 1, & \text{если } \frac{\Delta T_{.M}}{\frac{l_{e_1}}{V_T} + t_{n-p_1}} \geq 1; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3.13)$$

Время оборота автомобиля на маршруте

$$t_o = \frac{l_M}{V_T} + \sum_1^n t_{n-p_i}, \quad (3.14)$$

где i – порядковый номер ездки.

$$T_M = T_c,$$

$$\Delta T_M = T_M - \left[\frac{T_M}{t_o} \right] \cdot t_o. \quad (3.15)$$

$$T_{\text{Мфакт}} = \left[\frac{T_{\text{М}}}{t_o} \right] \cdot t_o + \left(\frac{l_z}{V_{\text{Т}}} + t_{n-p_1} \right) + \frac{l_{H_1} + l_{H_2}}{V_{\text{Т}}}. \quad (3.16)$$

Количество перевезенного груза в системе:

$$Q = (q \cdot \gamma_1 + q \cdot \gamma_2) \cdot Z_o + q \cdot \gamma_1 = q \cdot [(\gamma_1 + \gamma_2) \cdot Z_o + \gamma_1]. \quad (3.17)$$

Выполненная транспортная работа:

$$P = Z_o \cdot l_z \cdot q \cdot \sum_1^n \gamma_i + l_z \cdot q \cdot \gamma_1 = l_z \cdot q \cdot \left(Z_o \cdot \sum_1^n \gamma_i + \gamma_1 \right). \quad (3.18)$$

Общий пробег автомобиля находится по формуле 3.11.

Выражение $\left(\frac{l_z}{V_{\text{Т}}} + t_{n-p_1} \right)$ в формуле 3.16, $(q \cdot \gamma_1)$ в формуле 3.17 и $(l_z \cdot q \cdot \gamma_1)$ в формуле 3.18, учитываются в том случае, если $Z'_e = 1$.

Для маятникового маршрута, где в обратном направлении груз перевозится не на всем расстоянии, следует различать схему перевозок (см. рисунок 3.4, а, б):

- если перевозка груза осуществляется по схеме, приведенной на рисунке 3.4, а – используется такая же модель, как и для маятникового маршрута с обратным полностью груженым пробегом (формулы 3.12-3.18);
- если перевозка груза осуществляется по схеме, приведенной на рисунке 3.4, б – формула расчета числа ездов в системе принимает следующий вид:

$$Z_e = \left[\frac{T_{\text{М}}}{t_o} \right] \cdot n + Z'_e. \quad (3.19)$$

Тогда:

$$Z'_e = \begin{cases} 2, & \text{если } \frac{\Delta T_M}{\frac{l_{z_1} + l_{z_2}}{V_T} + \sum_1^n t_{n-p_i}} \geq 1; \\ 1, & \text{если } \frac{\Delta T_M}{\frac{l_{z_1}}{V_T} + t_{n-p_1}} \geq 1; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3.20)$$

Количество перевезенного груза:

$$Q = Z_o \cdot q \cdot \sum_1^n \gamma_i + q \cdot \gamma_1 + q \cdot \gamma_2. \quad (3.21)$$

Транспортная работа:

$$P = Z_o \cdot q \cdot \sum_1^n \gamma_i \cdot l_{z_i} + q \cdot \gamma_1 \cdot l_{z_1} + q \cdot \gamma_2 \cdot l_{z_2}. \quad (3.22)$$

В случае осуществления доставки грузов по кольцевому маршруту (см. рисунок 3.4, г) за каждый оборот может осуществляться более двух ездов, но общее количество ездов на маршруте определяется также как и в предыдущих случаях.

$$Z_e = \left[\frac{T_M}{t_o} \right] \cdot n + Z'_e, \quad n > 2. \quad (3.23)$$

После исчисления целой части может оказаться, что остатка времени достаточно для выполнения перевозок грузов по ветвям l_{z_1} , l_{z_2} , l_{z_3} и холостого

пробега на ветви l_{x1} . Тогда в пределе на последнем обороте может быть выполнено три ездки и в общем случае для рассматриваемого маршрута:

$$Z'_e = \begin{cases} 3, & \text{если } \frac{\Delta T_M}{\frac{\sum_1^n l_{z_i} + l_{x_1}}{V_T} + \sum_1^n t_{n-p_i}} \geq 1; \\ 2, & \text{если } \frac{\Delta T_M}{\frac{l_{z_1} + l_{x_1} + l_{x_2}}{V_T} + \sum_1^2 t_{n-p_i}} \geq 1; \\ 1, & \text{если } \frac{\Delta T_M}{\frac{l_{z_1}}{V_T} + t_{n-p_1}} \geq 1; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3.24)$$

Все остальные величины (t_o ; ΔT_M ; Q ; P ; $T_{\text{факт}}$; $l_{\text{общ}}$) рассчитываются также, как и на маятниковых маршрутах.

В работе [20] сформулирована общая модель функционирования микро и особо малых систем. Исходя из принципа дискретного выполнения числа ездок за время $T_{\text{Мфакт}}$, установлено, что максимальное число ездок автомобиля в любой из рассматриваемых систем составляет:

$$Z_{e_{\text{max}}} = \left[\frac{T_M}{t_o} \right] \cdot n + Z'_e. \quad (3.25)$$

Остаток времени:

$$\Delta T_M = T_M - \left[\frac{T_M}{t_o} \right] \cdot t_o, \quad (3.26)$$

где

$$t_o = \frac{l_m}{V_T} + \sum_1^n t_{n-p_i} . \quad (3.27)$$

Число ездов Z'_e на любом маршруте:

$$Z'_e = \begin{cases} K, & \text{если } \frac{\Delta T_m}{\frac{\sum_1^n l_{z_i} + \sum_1^m l_{x_j}}{V_T} + \sum_1^k t_{n-p_i}} \geq 1; \\ \cdot \\ \cdot \\ 1, & \text{если } \frac{\Delta T_m}{\frac{l_{z_1}}{V_T} + t_{n-p_1}} \geq 1; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3.28)$$

Фактическое время пребывания в наряде:

$$T_{M_{\text{факт}}} = \left[\frac{T_m}{t_o} \right] \cdot t_o + \sum_1^{Z'_e} t_{e_i} + \frac{\sum l_n}{V_T}, \quad (3.29)$$

где t_{e_i} – время, затрачиваемое на выполнение i -ой ездки на последнем обороте.

$$Q = q \cdot \sum_1^{Z_{e\max}} \gamma_i, \quad (3.30)$$

$$P = q \cdot \sum_1^{Z_{e\max}} \gamma_i \cdot l_{z_i}. \quad (3.31)$$

Общий пробег за смену:

$$l_{\text{общ}} = l_m \cdot \left[\frac{T_m}{t_o} \right] + \sum_1^{Z_e'} l_{z_i} + \sum_1^m l_{x_j} + \sum l_n. \quad (3.32)$$

Выработка транспортной продукции за календарный период (D_u) с учетом проведения технических обслуживаний и ремонтов:

$$Q = D_u \cdot \alpha_u \cdot q \cdot \sum_1^{Z_{e\max}} \gamma_i, \quad (3.33)$$

$$P = D_u \cdot \alpha_u \cdot q \cdot \sum_1^{Z_{e\max}} \gamma_i \cdot l_{z_i}. \quad (3.34)$$

Используя выражение 2.20 и 2.24 получим:

$$\alpha_u = \frac{1}{1 + \left(\frac{T_m \cdot l_m \cdot V_T}{l_m + V_T \cdot q \cdot \sum_1^n (\tau_{n-p_i} \cdot \gamma_i)} + \sum_1^{Z_e'} l_{z_i} + \sum_1^m l_{x_j} + \sum l_n \right) \cdot d_y} \cdot K_\alpha \cdot \frac{D_{p2}}{D_u}, \quad (3.35)$$

тогда

$$Q = \frac{D_u \cdot K_\alpha \cdot q \cdot \sum_1^{Z_{e\max}} \gamma_i}{1 + \left(\frac{T_m \cdot l_m \cdot V_T}{l_m + V_T \cdot q \cdot \sum_1^n (\tau_{n-p_i} \cdot \gamma_i)} + \sum_1^{Z_e'} l_{z_i} + \sum_1^m l_{x_j} + \sum l_n \right) \cdot d_y} \cdot \frac{D_{p2}}{D_u}, \quad (3.36)$$

$$P = \frac{D_u \cdot K_\alpha \cdot q \cdot \sum_1^{Z_{e\max}} \gamma_i \cdot l_{z_i}}{1 + \left(\frac{T_m \cdot l_m \cdot V_T}{l_m + V_T \cdot q \cdot \sum_1^n (\tau_{n-p_i} \cdot \gamma_i)} + \sum_1^{Z'_e} l_{z_i} + \sum_1^m l_{x_j} + \sum l_n \right) \cdot d_y} \cdot \frac{D_{pz}}{D_u} \quad (3.37)$$

Представленная обобщенная модель (формулы 3.25-3.37) соответствует протеканию транспортного процесса в микро- и особо малых системах, учитывает дискретный характер исполнения работы и простой автомобиля в техническом обслуживании и ремонте, позволяет более точно прогнозировать поведение рассмотренных систем в случае изменения величин ТЭП.

Малые системы – кольцевые и маятниковые маршруты, характеризующиеся достаточно мощными грузопотоками, но на каждом маршруте автомобили выполняют свою работу независимо от работы на других маршрутах. В данном случае необходимо учитывать последовательность выхода автомобилей на линию. Требуется составление графиков выпуска и прибытия под первую погрузку с целью исключения первоначального образования очереди в местах погрузки. Расчет работы каждого автомобиля должен производиться с учетом пропускной способности пунктов погрузки-выгрузки и согласованного во времени движения подвижного состава.

Малые системы, функционирующие в городских условиях эксплуатации, в соответствии с классификацией транспортных систем [20], подразделяются на насыщенные и ненасыщенные. Под насыщенной понимается такая система, в которой пропускная способность погрузочных и разгрузочных пунктов обеспечивается определенной группой автомобилей, и добавление в такую систему еще одного автомобиля приводит к образованию очереди при обслуживании в одном из грузоперерабатывающих пунктов. Момент насыщения в системе определяется из условия равенства интервала

движения ритму выполнения погрузочных и разгрузочных работ. Для насыщенной системы данного вида характерно, что каждый автомобиль за время ее функционирования может выполнить несколько ездов.

Другим видом является насыщенная система, где автомобили выполняют перевозки грузов на большие расстояния и за время работы системы каждый автомобиль может выполнить не более одной ездки. В такой системе момент насыщения происходит тогда, когда очередному выпускаемому на линию автомобилю не хватит времени для исполнения трех операций ездки: погрузки, движения с грузом и разгрузки.

Ненасыщенной системой считается такая, где возможности погрузочных и разгрузочных пунктов и потребность системы в объемах перевозок превышает суммарную выработку автомобилей, выполняющих доставку грузов в системе в данный момент времени. И если в такую систему добавить еще один автомобиль, то это не вызовет образование очереди транспортных средств, для них характерно следующее свойство: интервал движения больше ритма выполнения погрузочных или разгрузочных работ.

Режим работы данной системы T_c определяется моментами времени начала и окончания работы погрузочного и разгрузочного пунктов. Выпуск автомобилей из парка может быть одновременным, тогда в пункте погрузки может образоваться очередь.

Выпуск может быть организован в соответствии с ритмом работы погрузочного поста, при этом, если время разгрузки больше времени погрузки, то очередь транспортных средств будет образовываться в пункте разгрузки. Если же время погрузки окажется больше времени разгрузки, тогда очередь образуется в пункте погрузки (см. рисунок 3.5).

Таким образом, ритм работы системы R устанавливается в соответствии:

$$R = \max (R_n; R_p), \quad (3.38)$$

где R_n и R_p – соответственно ритм погрузки и разгрузки.

Максимально возможное количество ездов всех автомобилей на маршруте за плановое время работы системы в течение суток $Z_{e_{max}}$, при условии отсутствия ограничения по объему, предъявляемого к перевозке груза, определяется ритмом работы системы.

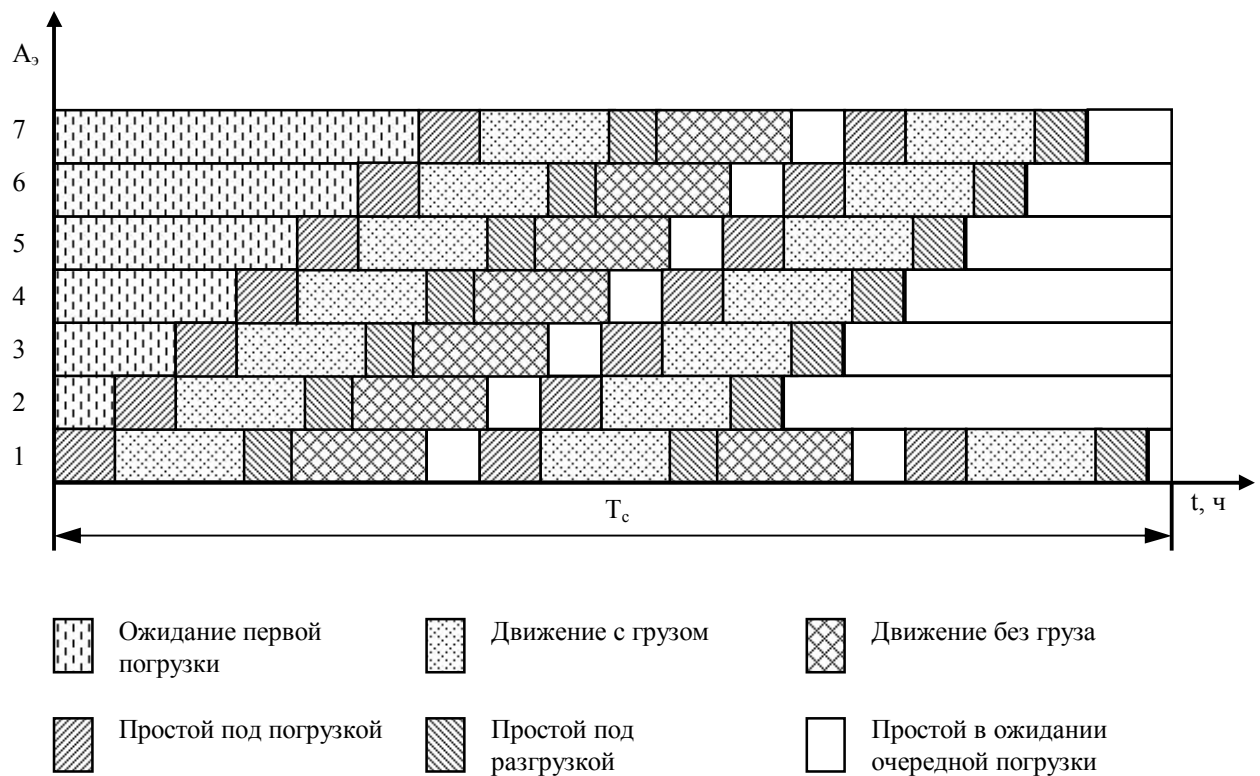


Рисунок 3.5 – График работы автомобилей

Если интервал выпуска автомобилей превышает ритм работы системы, тогда наблюдаются простои оборудования грузоперерабатывающих пунктов на протяжении всего времени работы системы, что приводит к снижению ее эффективности. Если же выпуск на линию производится с интервалом, меньше ритма работы системы, тогда будут простаивать автомобили в ожидании погрузки или разгрузки.

Простой пункта разгрузки в ожидании первого автомобиля:

$$T_p^{np} = t_n + \frac{l_z}{V_T}, \quad (3.39)$$

где t_n – время простоя автомобиля под погрузкой;

l_z – величина груженого пробега.

Минимально необходимое время для совершения последней ездки в системе:

$$T_{ne} = t_n + \frac{l_z}{V_T} + t_p. \quad (3.40)$$

где t_p – время простоя автомобиля под разгрузкой.

Минимальная величина потерь времени работы погрузочного пункта в конце смены:

$$T_n^{np} = \frac{l_z}{V_T} + t_p. \quad (3.41)$$

Простой грузоперерабатывающих пунктов в ожидании возврата первого автомобиля после обслуживания последнего выпущенного на линию автомобиля:

$$t_{ож}^n = \text{mod}(t_o; R), \quad (3.42)$$

где $\text{mod}(x; y)$ – положительный остаток от деления x на y .

Полное время оборота определяется временем выполнения элементов транспортного процесса:

$$t_o' = t_o = \frac{2 \cdot l_z}{V_T} + t_n + t_p, \quad (3.43)$$

Из формулы (3.43) следует, что величина $t_{ож}^n$ не превышает ритма

работы системы, следовательно $0 \leq t_{ож}^n \leq R$.

Если же требуется обеспечить полное использование пропускной способности системы, то необходимо привлечь для работы в ней еще один автомобиль.

При этом простоев грузоперерабатывающих пунктов за счет некрatности времени оборота ритму работы системы не будет, но каждый автомобиль за оборот на маршруте будет простаивать в ожидании грузовых операций время:

$$t_{ож}^a = R - \text{mod}(t_o; R), \quad (3.44)$$

тогда, полное время оборота автомобиля на маршруте:

$$t_o' = t_o + t_{ож}^a. \quad (3.45)$$

Максимальное количество машинозаездов, обслуженных грузоперерабатывающими пунктами $Z_{e_{\max}}$:

$$Z_{e_{\max}} = \left[\frac{T_c - \frac{l_z}{V_T} - t_p - t_{ож}^n \cdot (Z_{e_1} - 1)}{R} \right], \quad (3.46)$$

где Z_{e_1} – количество заездов в пункт погрузки первого выпущенного на линию автомобиля.

Время пребывания i -го автомобиля в системе:

$$T_{M_i} = T_c - R \cdot (i - 1). \quad (3.47)$$

Количество ездов i -го автомобиля:

$$Z_{e_i} = \left[\frac{T_{M_i}}{t_o} \right] + Z'_{e_i}, \quad (3.48)$$

где Z'_{e_i} – количество ездов i -го автомобиля за оставшееся время на последнем обороте:

$$Z'_{e_i} = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{mod}(T_{M_i}; t_o) \geq \frac{l_z}{V_T} + t_n + t_p; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3.49)$$

Потребное количество автомобилей A_3 можно определить из следующего условия:

$$\sum_1^{A_3} Z_{e_i} = Z_{e_{\max}}. \quad (3.50)$$

При этом A_3 является минимально необходимым количеством автомобилей для обеспечения функционирования системы. Если последний вышедший автомобиль вынужден стать в очередь, то этот момент времени определяет момент насыщения системы. Следовательно, этот и последующие автомобили вводить в систему нецелесообразно.

Если обслуживающие систему автомобили одинаковой грузоподъемности, то выработка транспортной продукции в тоннах за время работы системы в течение T_c :

$$Q = q \cdot \gamma \cdot Z_{e_{\max}}, \quad (3.51)$$

и в тонно-километрах:

$$P = l_z \cdot q \cdot \gamma \cdot Z_{e_{\max}} . \quad (3.52)$$

За время нахождения в системе i -й автомобиль может выполнить следующую работу:

$$Q_i = q_i \cdot \gamma_i \cdot \left[\frac{T_c - R \cdot (i-1)}{\frac{2 \cdot l_z}{V_T} + t_n + t_p} \right] + q_i \cdot \gamma_i \cdot Z'_{e_i} . \quad (3.53)$$

$$P_i = Q_i \cdot l_z . \quad (3.54)$$

Количество автомобилей A_3 выполнят за смену:

$$Q_{A_3} = \sum_1^{A_3} q_i \cdot \gamma_i \cdot \left[\frac{T_c - R \cdot (i-1)}{\frac{2 \cdot l_z}{V_T} + t_n + t_p} \right] + q_i \cdot \gamma_i \cdot Z'_{e_i} , \quad (3.55)$$

$$P_{A_3} = Q_{A_3} \cdot l_z . \quad (3.56)$$

Суточный пробег всех автомобилей, обслуживающих систему:

$$l_{\text{общ}} = \sum_1^{A_3} (l_m \cdot Z'_{e_i} - l_z + l_{n_1} + l_{n_2}) . \quad (3.57)$$

В практической деятельности, как правило, количество грузов, предъявляемых к перевозке $Q_{\text{пред}}$, ограничено. В этом случае за сутки в

системе может быть перевезено количество груза, определяемое выражением:

$$Q_{nl} = \min\{Q_{пред}; Q_{max}\}, \quad (3.58)$$

где

$$Q_{max} = q \cdot \gamma \cdot Z_{e_{max}}. \quad (3.59)$$

Если $Q_{пред} < Q_{max}$, то при определении автомобилей вместо (3.50) следует использовать следующее выражение:

$$\sum_1^{A_2} \sum_1^{Z_{e_i}} q \cdot \gamma \in \{Q_{nl}; Q_{nl} + \Delta Q\}, \quad (3.60)$$

где ΔQ – величина неиспользованной грузоподъемности автомобиля, последнюю езду в системе, в случае некратности заявленного объема и фактической грузоподъемности транспортных средств. Для выполнения расчетов необходимо и достаточно, чтобы $\Delta Q = q \cdot \gamma$.

Провозные возможности транспортных средств могут несколько превысить плановый объем груза, тогда последнему выпущенному на линию автомобилю для выполнения общего планового объема перевозок в системе требуется времени меньше возможного времени его работы. Если за оставшееся время он может выполнить хотя бы одну езду, то это время можно определить с помощью выражения:

$$T_{ост} = T_{mi} - t'_o \cdot Z_{e_i}^n + \frac{l_2}{V_T}, \quad (3.61)$$

где $Z_{e_i}^n$ – количество ездов последнего выпущенного на линию автомобиля.

Представленная в работе [20] модель описания работы транспортных средств в малой системе на маятниковых маршрутах с обратным негруженным пробегом соответствует реальному процессу, т.к. учитывает дискретный характер исполнения работы и позволяет более точно прогнозировать поведение системы в случае изменения величин ТЭП.

Малая система, представляющая собой маятниковый маршрут с груженым пробегом в обоих направлениях, состоит из двух погрузочных и двух разгрузочных пунктов и транспортной связи между ними (см. рисунок 3.6).

Для такой системы ритм работы (R) задается наибольшей продолжительностью выполнения погрузочных или разгрузочных операций:

$$R = \max \{ R_{n_1}; R_{p_1}; R_{n_2}; R_{p_2} \}, \quad (3.62)$$

где R_{n_1}, R_{n_2} – ритм погрузки соответственно пункта А и Б;

R_{p_2}, R_{p_1} – ритм разгрузки соответственно пункта А и Б.

Минимально необходимое время для совершения автомобилем

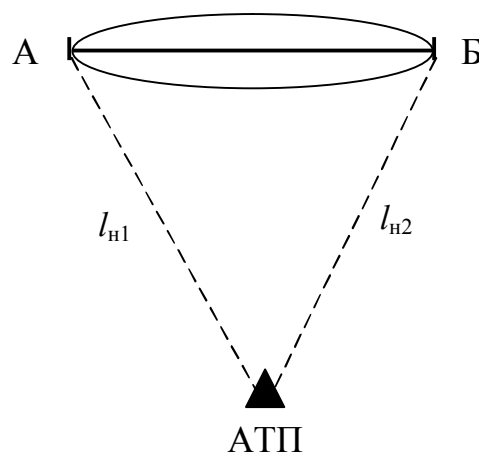


Рисунок 3.6 – Схема маршрута перевозки с груженым пробегом в обоих направлениях

последней ездки на соответствующем направлении:

$$T_{e_1}^n = t_{n_1} + \frac{l_{z_1}}{V_T} + t_{p_1}; \quad (3.63)$$

$$T_{e_2}^n = t_{n_2} + \frac{l_{z_2}}{V_T} + t_{p_2}. \quad (3.64)$$

Минимальная величина потерь времени работы погрузочных пунктов в конце смены:

$$T_{np_1}^n = \frac{l_{z_1}}{V_T} + t_{p_1}; \quad (3.65)$$

$$T_{np_2}^n = \frac{l_{z_2}}{V_T} + t_{p_2}. \quad (3.66)$$

Время простоя второго пункта погрузки в начале работы системы:

$$T_{np_2}^{np} = t_{n_1} + \frac{l_{z_1}}{V_T} + t_{p_1}. \quad (3.67)$$

Полное время простоя погрузочного пункта:

$$T_{np_{полн}}^n = \frac{l_{z_1}}{V_T} + t_{p_1} + t_{n_2} + \frac{l_{z_2}}{V_T} + t_{p_2}. \quad (3.68)$$

Полное время оборота автомобиля на маршруте, при условии исключения простоя транспортных средств в грузоперерабатывающих пунктах, соответствует времени выполнения элементов транспортного

процесса, следовательно:

$$t'_o = \frac{l_M}{V_T} + t_{n_1} + t_{p_1} + t_{n_2} + t_{p_2}. \quad (3.69)$$

В этом случае, время простоя грузоперерабатывающих пунктов в ожидании возврата первого автомобиля определяется по формуле 3.42.

При условии исключения простоя грузоперерабатывающих пунктов, $t_{ож}^a$ и полное время оборота автомобиля определяются по формулам 3.44 и 3.45 соответственно. Максимальное число машинозаездов на соответствующем направлении:

$$Z_{e_{max}^1} = \left[\frac{T_c - \frac{l_{z_1}}{V_T} - t_{p_1} - t_{ож}^n \cdot (Z_{e_{11}} - 1)}{R} \right], \quad (3.70)$$

$$Z_{e_{max}^2} = \left[\frac{T_c - \frac{l_M}{V_T} - t_{p_1} - t_{n_2} - t_{p_2} - t_{ож}^n \cdot (Z_{e_{12}} - 1)}{R} \right], \quad (3.71)$$

где $Z_{e_{11}}$, $Z_{e_{12}}$ – количество заездов первого выпущенного на линию автомобиля соответственно в пункты А и Б.

Общий объем перевозимого груза в системе:

$$Q_{max} = q \cdot \gamma_1 \cdot Z_{e_{max}^1} + q \cdot \gamma_2 \cdot Z_{e_{max}^2}. \quad (3.72)$$

Время пребывания в системе i -го автомобиля:

$$T_{.m_i} = T_c - R \cdot (i - 1). \quad (3.73)$$

Выработка транспортной продукции в тоннах i -го автомобиля:

$$Q_i = q \cdot (\gamma_1 + \gamma_2) \cdot \left[\frac{T_{.m_i}}{t'_o} \right] + q \cdot \gamma_1 \cdot Z'_{e_i}, \quad (3.74)$$

где

$$Z'_{e_i} = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{mod}(T_{.m_i}; t'_o) \geq \frac{l_{e_1}}{V_T} + t_{n_1} + t_{p_1}; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3.75)$$

Потребное количество автомобилей определяется из следующего условия:

$$\sum_1^{A_3} Q_i = Q_{\max}. \quad (3.76)$$

Пробег за сутки всех автомобилей, обслуживающих систему:

$$l_{\text{общ}} = l_m \cdot \sum_1^{A_3} \left[\frac{T_{.m_i}}{t'_o} \right] + (l_{e_1} + l_{n_2}) \cdot \sum_1^{A_3} Z'_{e_i} + l_{n_1} \cdot \left(2 \cdot A_3 - \sum_1^{A_3} Z'_{e_i} \right), \quad (3.77)$$

где l_{n_1} , l_{n_2} – нулевой пробег при подаче и возврате автомобилей из соответствующего пункта.

Если предъявленный к перевозке объем груза ограничен, то плановый объем перевозок на каждом направлении Q_{nl_1} и Q_{nl_2} определяется из выражений:

$$Q_{nl_1} = \min\{Q_{пред_1}; Q_{max_1}\}, \quad (3.78)$$

$$Q_{nl_2} = \min\{Q_{пред_2}; Q_{max_2}\}. \quad (3.79)$$

При расчете A_3 вместо выражения 3.76 необходимо выполнение одного из следующих условий:

$$\sum_1^{A_3} \sum_1^{Z_{e_i^1}} Q_{1ij} \in \{Q_{nl_1}; Q_{nl_1} + \Delta Q_1\}, \quad (3.80)$$

$$\sum_1^{A_3} \sum_1^{Z_{e_i^2}} Q_{2ij} \in \{Q_{nl_2}; Q_{nl_2} + \Delta Q_2\}, \quad (3.81)$$

где Q_{1ij}, Q_{2ij} – объемы перевозимого j -м автомобилем груза за i -ю езду соответственно в прямом и обратном направлениях, следовательно $Q_{1ij} = q\gamma_1$, $Q_{2ij} = q\gamma_2$;

$\Delta Q_1, \Delta Q_2$ – величина неиспользованной грузоподъемности автомобиля, выполняющего последнюю езду в системе соответственно в прямом и обратном направлениях, $\Delta Q_1 = q\gamma_1$, $\Delta Q_2 = q\gamma_2$;

$Z_{e_i^1}, Z_{e_i^2}$ – количество ездов i -го автомобиля за время работы системы соответственно в прямом и обратном направлениях:

$$Z_{e_i^1} = \left[\frac{T_{M_i}}{t'_o} \right] + Z'_{e_i^1}, \quad (3.82)$$

$$Z_{e_i^2} = \left[\frac{T_{M_i}}{t'_o} \right]. \quad (3.83)$$

Если на маршруте груз перевозится в обратном направлении на части расстояния, то с помощью рассмотренной выше модели можно описать работу автомобилей на маршруте, представленном на рисунке 3.7, а), так как для совершения ездки в обратном направлении автомобиль должен проходить весь путь от Б до А.

Для описания работы автомобилей на маршруте б) (см. рисунок 3.7) необходимо вместо выражений 3.71 и 3.74 использовать следующие:

$$Z_{e_{\max}^2} = \left[\frac{T_c - \frac{l_{e_1} - l_{e_2}}{V_T} - t_{p_1} - t_{n_2} - t_{p_2} - t_{ож}^n \cdot (n_{01} - 1)}{R} \right], \quad (3.84)$$

$$Q_i = q \cdot (\gamma_1 + \gamma_2) \cdot \left[\frac{T_{M_i}}{t'_o} \right] + q \cdot \gamma_1 \cdot Z'_{e_i^1} + q \cdot \gamma_2 \cdot Z'_{e_i^2}, \quad (3.85)$$

$$Z'_{e_i^2} = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{mod}(T_{M_i}; t'_o) \geq t'_o - \frac{l_x}{V_T}; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3.86)$$

Вместо выражения 3.83:

$$Z_{e_i^2} = \left[\frac{T_{M_i}}{t'_o} \right] + Z'_{e_i^2}, \quad (3.87)$$

пробег всех автомобилей в системе:

$$\begin{aligned}
l_{\text{общ}} = & l_m \cdot \sum_1^{A_2} \left[\frac{T_{M_i}}{t_o'} \right] + (l_{z_1} + l_{H_{21}}) \cdot \sum_1^{A_2} Z'_{e_i^1} + \\
& + (l_{z_2} + l_{H_{22}}) \cdot \sum_1^{A_2} Z_{e_i^2} + (l_{H_{22}} - l_x) \cdot \left(1 - \sum_1^{A_2} Z'_{e_i^1} - \sum_1^{A_2} Z_{e_i^2} \right). \quad (3.88)
\end{aligned}$$

При подаче автомобилей под первую погрузку в оба погрузочных пункта простоя второго пункта погрузки в ожидании первого автомобиля не будет, тогда:

$$Z_{e_{\max}^2} = \left[\frac{T_c - \frac{l_{z_2}}{V_T} - t_{p_2} - t_{\text{ож}}^n \cdot (n_{01} - 1)}{R} \right], \quad (3.89)$$

и время пребывания i -го автомобиля в системе:

$$T_{M_i} = T_c - R \cdot \left(\frac{i}{2} - 0,5 \right). \quad (3.90)$$

Для малой системы, представляющей собой кольцевой m -звенный маршрут (см. рисунок 3.8), состоящий из m погрузочных и разгрузочных пунктов и транспортных связей между ними, ритм работы системы будет задаваться наибольшим ритмом работы одного из грузоперерабатывающих пунктов:

$$R = \max \{ R_{n_j}; R_{p_j} \}, \quad (3.91)$$

где R_{n_j}, R_{p_j} – ритм работы соответственно погрузочного и разгрузочного пунктов на j -м звене кольцевого маршрута.

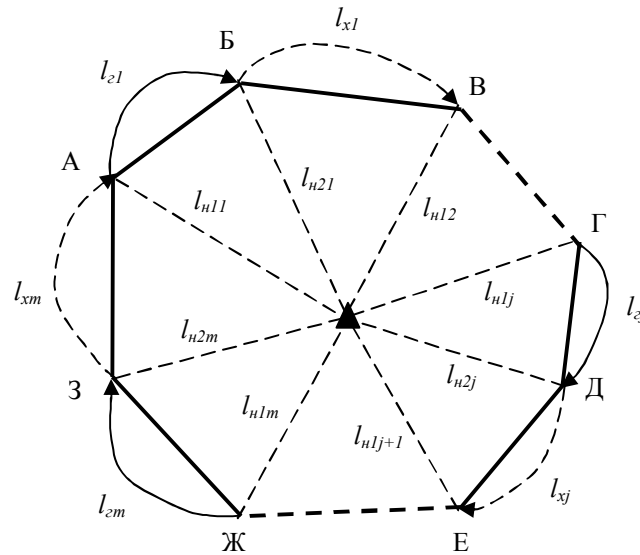


Рисунок 3.8 – Схема кольцевого m -звенного маршрута

Если разгрузочные работы на j -м звене и погрузочные работы на $j+1$ звене маршрута выполняются в разных пунктах или в одном грузоперерабатывающем пункте, но на разных постах, то ритм разгрузки на j -м звене и ритм погрузки на $j+1$ звене маршрута можно определить с помощью следующих выражений:

$$R_{p_j} = \frac{t_{p_j}}{x_{p_j}}, \quad (3.92)$$

$$R_{n_{j+1}} = \frac{t_{n_{j+1}}}{x_{n_{j+1}}}, \quad (3.93)$$

где t_{p_j} , $t_{n_{j+1}}$ – время выполнения соответственно разгрузочных работ на j -м звене и погрузочных работ на $j+1$ звене маршрута;

x_{p_j} , $x_{n_{j+1}}$ – количество постов грузоперерабатывающего пункта, на которых выполняются соответственно разгрузочные работы на j -м звене и погрузочные работы на $j+1$ звене маршрута.

Если же разгрузка на j -м звене и погрузка на $j+1$ звене выполняются в одном грузоперерабатывающем пункте на одних и тех же постах, то ритм разгрузки на j -м звене и ритм погрузки на $j+1$ звене маршрута будут равны между собой и определяются с помощью выражения:

$$R_{p_j} = R_{n_{j+1}} = \frac{t_{p_j} + t_{n_{j+1}}}{x_{p_j}} = \frac{t_{p_j} + t_{n_{j+1}}}{x_{n_{j+1}}}, \quad (3.94)$$

Простой грузоперерабатывающего пункта j -го звена маршрута в ожидании первого автомобиля в начале работы системы:

$$T_{np_j}^n = \begin{cases} \sum_{s=1}^{j-1} t_{e_s}, & \text{при } j > 1; \\ 0, & \text{при } j = 1. \end{cases} \quad (3.95)$$

Минимально необходимое время для совершения автомобилем последней ездки на j -м звене маршрута:

$$T_{e_j}^n = t_{n_j} + \frac{l_{z_j}}{V_T} + t_{p_j}. \quad (3.96)$$

Минимальная величина потерь времени работы погрузочных пунктов в конце смены:

$$T_{np_j}^n = \frac{l_{z_j}}{V_T} + t_{p_j}. \quad (3.97)$$

Полное время оборота автомобиля на маршруте, при условии исключения простоя транспортных средств в грузоперерабатывающих

пунктах, соответствует времени выполнения элементов транспортного процесса, следовательно:

$$t'_o = t_o = \sum_{j=1}^m \left(t_{n_j} + \frac{l_{z_j}}{V_T} + t_{p_j} + \frac{l_{x_j}}{V_T} \right). \quad (3.98)$$

В этом случае, время простоя грузоперерабатывающих пунктов в ожидании возврата первого автомобиля определяется по формуле 3.42.

При условии исключения простоя грузоперерабатывающих пунктов, $t_{ож}^a$ и полное время оборота автомобиля определяются по формулам 3.44 и 3.45 соответственно.

Максимальное число ездов, которое может быть выполнено всеми автомобилями за плановое время работы в течение суток на j -м звене маршрута:

$$Z_{e_{\max_j}} = \left[\frac{T_c - \sum_{S=1}^j \left(t_{e_s} + t_{n_j} + \frac{l_{x_j}}{V_T} \right) - t_{ож}^n \cdot (Z_{e_{1_j}} - 1)}{R} \right], \quad (3.99)$$

где $Z_{e_{1_j}}$ – количество заездов в пункт погрузки первого выпущенного на линию автомобиля на j -м звене маршрута.

Тогда на j -м звене маршрута будет перевезено максимальное количество груза:

$$Q_{\max_j} = q \cdot \gamma_j \cdot Z_{e_{\max_j}}. \quad (3.100)$$

Всего на маршруте за плановое время работы будет перевезено не

более:

$$Q_{\max} = \sum_1^m Q_{\max j} . \quad (3.101)$$

Время работы i -го автомобиля на рассматриваемом маршруте:

$$T_{.M_i} = T_c - R \cdot (i-1) . \quad (3.102)$$

За это время i -ый автомобиль совершит ездки на j -м звене маршрута не более, чем:

$$Z_{e_i^j} = \left[\frac{T_{.M_i}}{t_o'} \right] + Z'_{e_i^j} , \quad (3.103)$$

где

$$Z'_{e_i^j} = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{mod}(T_{.M_i}; t_o') \geq \sum_{s=1}^j t_{e_s} - \frac{l_{x_j}}{V_T} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3.104)$$

Количество груза, перевезенного i -м автомобилем на j -м звене маршрута:

$$Q_{i_j} = q \cdot \gamma_j \cdot Z_{e_i^j} . \quad (3.105)$$

Всего i -й автомобиль за плановое время работы в системе может совершить ездки на маршруте не более, чем:

$$Z_{e_i} = \sum_{j=1}^m \left[\frac{T_{.M_i}}{t_o'} \right] + \sum_{j=1}^m Z'_{e_i^j} . \quad (3.106)$$

Количество груза, перевезенного i -м автомобилем:

$$Q_i = q \cdot \sum_{j=1}^m \left[\frac{T_{M_i}}{t'_o} \right] \cdot \gamma_j + q \cdot \sum_{j=1}^m Z'_{e_i^j} \cdot \gamma_j. \quad (3.107)$$

Если объем предъявленного к перевозке груза больше пропускной способности системы за сутки, то потребное количество автомобилей для его перевозки можно определить из следующего условия:

$$\sum_1^{A_3} Q_i = Q_{\max}. \quad (3.108)$$

Общий пробег автомобилей за плановое время работы системы в течение суток:

$$l_{\text{общ}} = A_3 \cdot l_{n_1} + l_m \cdot \sum_1^{A_3} \left[\frac{T_{M_i}}{t'_o} \right] + \sum_1^m \left[(l_{z_j} + l_{x_j} - 1) \cdot \sum_1^{A_3} Z'_{e_i^j} + \right. \\ \left. + \sum_{j=1}^m l_{n_{2j}} \cdot \sum_{i=1}^{A_3} (Z'_{e_i^j} - Z'_{e_i^{j+1}}) \right] + (l_{n_{2m}} - l_{x_m}) \cdot \sum_{i=1}^{A_3} (1 - Z'_{e_{i1}}). \quad (3.109)$$

Объем предъявляемого к перевозке груза может быть либо больше, либо меньше пропускной способности системы кольцевого маршрута, тогда на j -м звене маршрута плановый объем перевозок определяется:

$$Q_{n_{lj}} = \min \{ Q_{\text{пред}_j}; Q_{\text{max}_j} \}. \quad (3.110)$$

При расчете A_3 вместо выражения (3.108) следует использовать систему ограничений (3.111):

$$\begin{aligned}
& \sum_{i=1}^K \sum_{S=1}^{Z_{e_i^1}} Q_{i_{1S}} \in \{Q_{n\lambda_1}; Q_{n\lambda_1} + \Delta Q_1\}, \\
& \dots \\
& \sum_{i=1}^K \sum_{S=1}^{Z_{e_i^j}} Q_{i_{jS}} \in \{Q_{n\lambda_j}; Q_{n\lambda_j} + \Delta Q_j\}, \\
& \dots \\
& \sum_{i=1}^K \sum_{S=1}^{Z_{e_i^m}} Q_{i_{mS}} \in \{Q_{n\lambda_m}; Q_{n\lambda_m} + \Delta Q_m\}.
\end{aligned} \tag{3.111}$$

где ΔQ_j – предельное отклонение возможного объема перевозимого груза на j -м звене от плановой величины ($\Delta Q_j \leq q\gamma_j$);
 $Q_{i_{jS}}$ – возможный объем перевозимого груза i -м автомобилем за S -ю езду на j -м звене маршрута:

$$Q_{i_{jS}} = q \cdot \gamma_j. \tag{3.112}$$

Если первая подача автомобилей под погрузку производится равномерно в погрузочные пункты всех звеньев маршрута, тогда простоев пунктов погрузки в начале работы системы в ожидании первого автомобиля не будет и вместо выражений (3.99) и (3.102) следует использовать соответственно следующие выражения:

$$Z_{e_{\max_j}} = \left[\frac{T_c - t_{n_j} - \frac{l_{z_j}}{V_{\tau}} - t_{ож}^n \cdot (Z_{e_{1j}} - 1)}{R} \right], \tag{3.113}$$

$$T_{.m_i} = T_c - R \cdot \left(\frac{i-1}{m} \right). \quad (3.114)$$

Если первая подача автомобилей производится в погрузочные пункты V звеньев, причем $1 < V < m$, а номера этих звеньев вектором Z_ψ , ($\psi = 1; V$), то $Z_{e_{\max}}$ можно определить с помощью следующих выражений:

$$Z_{e_{\max}} = \left[\frac{T_c - \sum_{S=d}^j t_{e_S} + t_{n_j} + \frac{l_{x_j}}{V_T} - t_{ож}^n \cdot (Z_{e_{1_j}} - 1)}{R} \right], \quad (3.115)$$

где

$$d = \begin{cases} Z_\psi, & \text{при } j < Z_v, \text{ где } Z_\psi \leq j \leq Z_{\psi+1}; \\ Z_v, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3.116)$$

При этом:

$$T_{.m_i} = T_c - R \cdot \left(\frac{i-1}{v} \right). \quad (3.117)$$

Приведенные выше математические выражения представляют собой описание функционирования автотранспортных систем нижнего уровня, входящих в состав подсистемы.

Определение выработки транспортной продукции в подсистеме должно выполняться по определенной процедуре, которая заключается в том, что рассчитывается возможный объем работы первого автомобиля, запускаемого в каждую из систем нижнего уровня. Далее сравниваются полученные результаты с плановым заданием соответствующей системы.

Таким образом, уже на начальном этапе, мы можем выделить из всех систем, входящих в состав подсистемы, микросистемы, т.к. в соответствии с классификацией они представляют собой маятниковые маршруты с обратным негруженным пробегом. Соответственно, если при вводе исходных данных мы для рассматриваемой системы определяем обратный негруженный пробег и плановый объем перевозок в системе меньше или равен количеству груза, перевозимого одним автомобилем за смену, тогда рассматриваемая система является микросистемой. В противном случае, т.е. если плановый объем перевозок в системе больше количества груза, перевозимого одним автомобилем за смену, рассматриваемая система является малой и необходимо произвести расчет объема работы второго автомобиля, и затем суммарный объем работы обоих автомобилей сравнить с плановым и т.д. Эти операции выполняются до тех пор, пока суммарная выработка автомобилей не превысит или не станет равной запланированному объему перевозок.

Также микросистему можно выделить из общего числа систем, если рассматривается кольцевой маршрут, который по определению не может быть отнесен к данной системе.

Если же рассматриваемые маршруты являются маятниковыми с загрузкой в обратном направлении или кольцевыми, при этом плановый объем перевозок не превышает выработку одного автомобиля за смену, тогда данная система является особо малой. В противном случае, производятся расчеты для определения суммарной выработки в малой системе.

Для того чтобы сократить трудоемкость вычислений, особенно при большом количестве входящих в подсистему систем нижнего уровня, необходимо выполнять расчеты с использованием ЭВМ, что в свою очередь требует разработки алгоритма, соответствующего приведенным выше математическим выражениям и процедуре счета. Ниже приведено последовательное описание процедур алгоритма.

Блок 1. Ввод исходных данных.

Для выполнения расчетов необходимы следующие данные:

- T_c – плановое время работы системы в течение суток, ч;
- N – количество маршрутов перевозки;
- M – тип маршрута (1 – маятниковый, 2 – кольцевой);
- $Q_{плМ}$ – запланированный объем перевозок на каждом маршруте, т;
- $l_{zМ}; l_{xМ}$ – величины пробега автомобиля соответственно с грузом и без груза, км;
- $l_{н1М}; l_{н2М}$ – величины нулевого пробега соответственно при выходе на линию и возврате в ОГАТ, км;
- $V_{ТМ}$ – средняя техническая скорость автомобилей на маршрутах, км/ч;
- $\tau_{нМ}; \tau_{рМ}$ – время, необходимое для выполнения погрузочных и разгрузочных работ одной тонны груза соответственно, ч;
- γ_M – коэффициент использования грузоподъемности подвижного состава;
- q – грузоподъемность подвижного состава.

Блок 2. Определение времени оборота автомобиля на маршруте.

Производится расчет времени оборота автомобиля по формуле 3.27.

Блок 3. Определение возможного числа оборотов автомобиля на маршруте.

Производится расчет возможного числа оборотов автомобиля на маршруте по формуле 3.25.

Блок 4. Определение возможного объема перевозок автомобиля на маршруте.

Производится расчет возможного объема перевозок автомобиля на маршруте по формуле 3.30.

Блок 5. Проверка условия.

В случае если результат расчетов возможного объема перевозок больше или равен запланированному объему перевозок – переход к блоку 6.

В противном случае делаем вывод о невозможности выполнения планового задания одним автомобилем, т.е. возникает необходимость

произвести расчеты для малой системы – переход к блоку 9.

Блок 6. Проверка условия.

В случае если на маршруте отсутствует второй грузеный пробег – делаем вывод о наличии на данном маршруте микросистемы, переход к блоку 7.

В противном случае ($l_{22} > 0$) делаем вывод о наличии особо малой системы, переход к блоку 8.

Блок 7. Определение показателей работы автомобиля.

Определяем число оборотов (Z_o), выработку транспортной продукции (Q_m) и общий пробег ($l_{общ}$) на маршруте соответственно по формулам 3.3, 3.9, 3.11.

Блок 8. Определение показателей работы автомобиля.

Определяем число оборотов (Z_o), выработку транспортной продукции (Q_m) и общий пробег ($l_{общ}$) на маршруте соответственно по формулам 3.25, 3.30, 3.32.

Блок 9. Определение ритма работы системы.

Для определения ритма работы системы используется формула 3.38.

Блок 10. Определение времени ожидания выполнения погрузочно-разгрузочных работ.

Время ожидания выполнения погрузочно-разгрузочных работ определяется в зависимости от использования пропускной способности системы по формулам 3.42 или 3.44, в последнем случае необходимо сделать корректировку времени оборота автомобиля в соответствии с математическим выражением 3.45. Определяем количество постов ($x_{n_m}; x_{p_m}$) соответственно погрузки и разгрузки.

В этом же блоке определяем максимальное количество машинозаездов по формуле 3.46 и максимально возможный объем перевозок на маршруте по формуле 3.51.

Блок 11. Определение возможного времени работы i -го автомобиля на маршруте.

Для определения времени работы i -го автомобиля производится расчет по формуле 3.47.

Блок 12. Определение возможного числа оборотов и объема перевозок i -го автомобиля на маршруте.

Возможное число оборотов и объем перевозок определяются соответственно по формулам 3.48 и 3.53.

Блок 13. Проверка условия.

Если объем перевозок в системе превышает или равен плановому объему, тогда – переход к блоку 14.

В противном случае – переход к блоку 11. При этом количество автомобилей увеличивается на единицу ($i = i + 1$).

Блок 14. Определение показателей работы автомобилей.

Определяем для каждого автомобиля число оборотов (Z_o), выработку транспортной продукции (Q_i), общий пробег всех автомобилей ($l_{общ}$) на маршруте соответственно по формулам 3.106, 3.107, 3.109.

Блок 15. Определение показателей работы автомобилей для подсистемы в целом.

Определяем количество автомобилей (A_3), число оборотов всех автомобилей (Z_o), выработку транспортной продукции (Q), общий пробег ($L_{общ}$) для подсистемы.

Блок 16. Печать результатов.

Для иллюстрации порядка выполнения процедуры расчетов на рисунке 3.9 приведена блок-схема алгоритма. Как следует из описания алгоритма, одновременно с расчетом потребности в транспортных средствах получаем научно обоснованные плановые задания на каждый автомобиль, для всех последовательно запускаемых в подсистему автомобилей.

Далее был произведен расчет необходимого количества транспортных средств для выполнения плана перевозок при изменении ТЭП в системах нижнего уровня, входящих в состав подсистемы, с использованием приведенного алгоритма и по существующей на сегодняшний день методике

расчета количества автомобилей [[12](#), [13](#)].

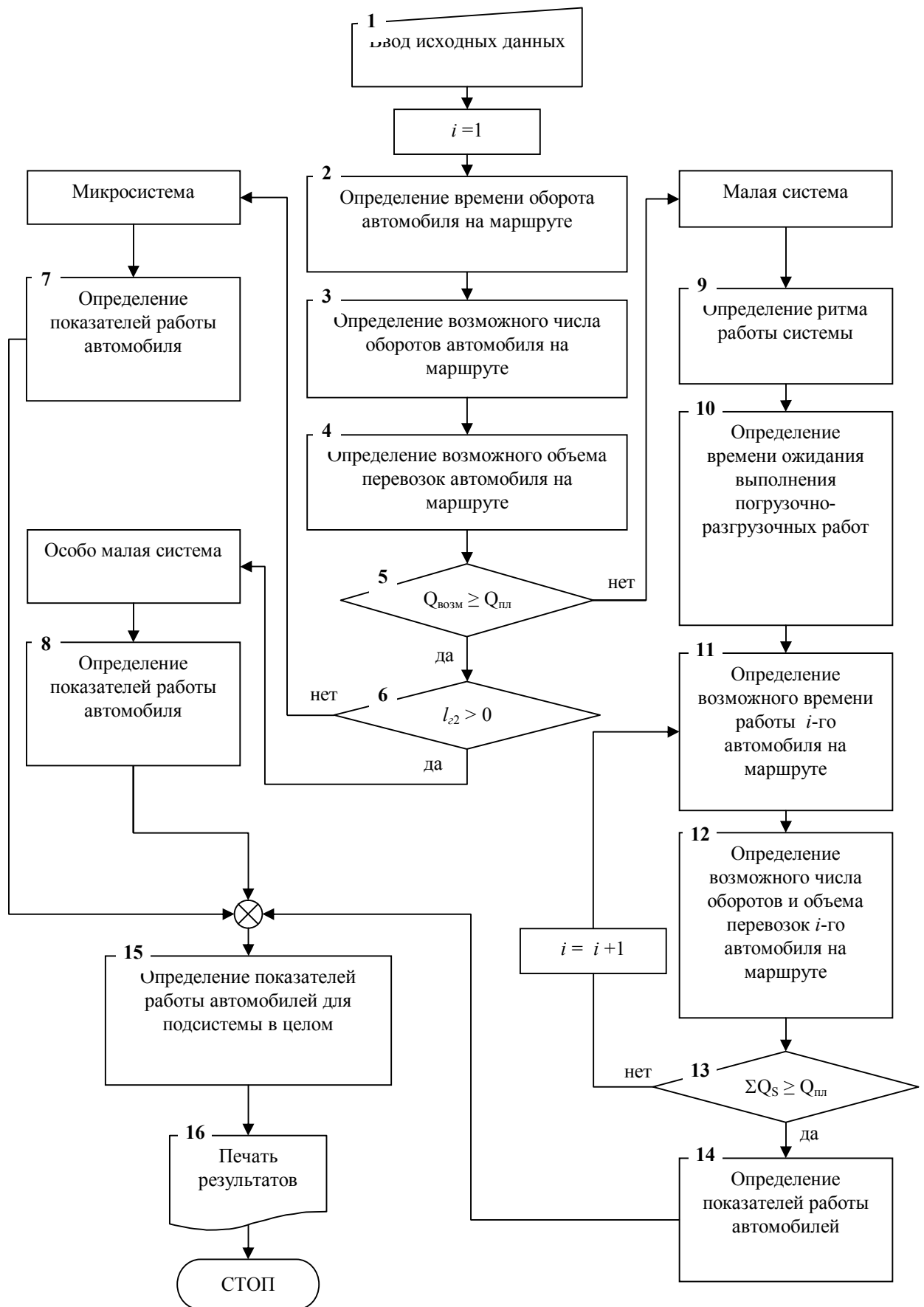


Рисунок 3.9 – Блок-схема алгоритма определения выработки автомобилей в подсистеме

Каждому варианту изменения ТЭП на маршрутах присваивался код: при изменении ТЭП – 1, без изменений на маршруте – 0. Например, код «100000» означает, что на 1-ом маршруте ТЭП изменялись, код «010011» означает изменение ТЭП на 2-ом, 5-ом и 6-ом маршрутах одновременно. Всего было получено 1323 результата по каждой из двух методик расчета.

Для расчетов использовались следующие исходные данные: подвижной состав – КамАЗ-55111; $q = 13$ т, $V_T = 25$ км/ч, $T_M = T_C = 8$ ч, $\tau_{nM} = 0,015$ ч, $\tau_{pM} = 0,020$ ч, $\gamma = 1$.

Количество маршрутов – 6:

1-ый маршрут – маятниковый без обратной загрузки, $Q_{nлM} = 150$ т, $l_2 = 5$ км, $l_x = 5$ км, $l_{н1M} = l_{н2M} = 0$ км;

2-ой маршрут – маятниковый без обратной загрузки, $Q_{nлM} = 300$ т, $l_2 = 5$ км, $l_x = 5$ км, $l_{н1M} = l_{н2M} = 0$ км;

3-ий маршрут – маятниковый без обратной загрузки, $Q_{nлM} = 400$ т, $l_2 = 5$ км, $l_x = 5$ км, $l_{н1M} = l_{н2M} = 0$ км;

4-ый маршрут – маятниковый с полной обратной загрузкой, $Q_{nлM} = 450$ т, $l_{21} = 5$ км, $l_{22} = 5$ км, $l_{н1M} = l_{н2M} = 0$ км;

5-ый маршрут – маятниковый с обратной загрузкой на части маршрута, $Q_{nлM} = 400$ т, $l_{21} = 10$ км, $l_{22} = 5$ км, $l_x = 5$ км, $l_{н1M} = l_{н2M} = 0$ км;

6-ой маршрут – кольцевой четырехзвенный (2 груженых пробега), $Q_{nлM} = 300$ т, $l_{21} = 10$ км, $l_{22} = 5$ км, $l_{x1} = 5$ км, $l_{x2} = 5$ км, $l_{н1M} = l_{н2M} = 0$ км.

Результаты расчетов показали, что в подавляющем большинстве случаев необходимое для выполнения плана перевозок количество автомобилей, полученных по действующей методике, меньше, чем по предложенному алгоритму, что может являться причиной расхождения плановых и фактических показателей работы подвижного состава. Для подтверждения этой гипотезы, был рассчитан аналитический объем перевозок по формуле 1.23 для группы автомобилей одной марки и

возможный объем перевозок по предложенному алгоритму с использованием методики СибАДИ. На основании полученных данных построены графические зависимости, приведенные на рисунках 3.10 – 3.33. В скобках указаны коды изменения ТЭП на маршрутах. Условные обозначения на графиках: «Запланированный объем» – суммарный плановый объем перевозок в тоннах ($\sum Q_{пл,м}$); «Аналитический объем» – аналитический объем перевозок для группы автомобилей (Q_a), рассчитанный по формуле 1.23 и использующийся для проведения анализа влияния ТЭП [68]; «Возможный объем (СибАДИ)» – объем перевозок, рассчитанный с использованием предлагаемого алгоритма; «Количество ав-лей (СибАДИ)» и «Количество ав-лей» – необходимое для выполнения плана перевозок количество транспортных средств, рассчитанных с использованием соответственно приведенного алгоритма и по формулам 1.1 – 1.4 существующей на сегодняшний день методики расчета количества автомобилей [12, 13].

Графики-функции, описывающие изменение величины Q_a , на участках с постоянным числом транспортных средств изменяются монотонно (рис. 3.10, 3.11, 3.18), что еще раз демонстрирует ошибочное представление о непрерывности транспортного процесса не только на отдельном маршруте, но и для организации грузового автотранспорта в целом. Графики-функции возможного объема перевозок, построенные на основании данных, полученных с использованием приведенного алгоритма, представляют собой прямые ломаные линии и не носят монотонный характер. А также имеются интервалы изменения ТЭП, не приводящие к изменениям выработки транспортной продукции, что характерно для систем нижнего уровня и свидетельствует о сохранении закономерностей протекания транспортного процесса и формирования выработки в системах нижнего уровня и в большой автотранспортной системе. По действующей на сегодняшний день методике, расчет потребности в транспортных средствах производится отдельно по каждому маршруту перевозок. Расчет аналитического объема перевозок для

группы автомобилей одной марки производится по средним значениям показателей работы парка и фактическому значению количества автотранспортных средств. При изменении количества автомобилей происходит резкое изменение величины выработки транспортной продукции (см. рисунок 3.12 – 3.17, 3.19 – 3.33). При этом величина аналитического объема перевозок (Q_a) на некоторых интервалах изменения ТЭП может быть меньше запланированного объема перевозок в подсистеме $\sum Q_{пл_M}$ (см. рисунок 3.12 – 3.18, 3.21 – 3.33).

Если же произвести расчет выработки транспортной продукции в подсистеме всеми автомобилями ($\sum Q_M$) методом прямого счета, то окажется, что полученный результат превысит величину аналитического объема перевозок (Q_a). Рассмотрим несколько примеров, приведенных ниже в таблице:

Таблица 3.1 – Сравнение результатов расчетов выработки транспортной продукции в подсистеме при изменении V_T

V_T , км/ч	A_n , ед.	$\sum Q_{пл_M}$, т	Q_a , т	$\sum Q_M$, т
000011				
25	20	2000,00	2053,45	2451,94
26	19	2000,00	1973,58	2368,89
30	19	2000,00	1999,58	2425,47
31	18	2000,00	1921,54	2304,63
111111				
20	21	2000,00	1951,06	2351,01
21	20	2000,00	1917,67	2257,83
30	19	2000,00	2098,49	2543,59
31	17	2000,00	1894,95	2309,80
011110				
20	21	2000,00	2009,43	2425,56
21	20	2000,00	1961,28	2316,28
30	20	2000,00	2146,37	2590,63
31	18	2000,00	1941,47	2347,58
010001				
20	20	2000,00	1996,22	2364,64
21	20	2000,00	2008,71	2383,54
25	20	2000,00	2053,45	2451,94
26	19	2000,00	1976,32	2366,66

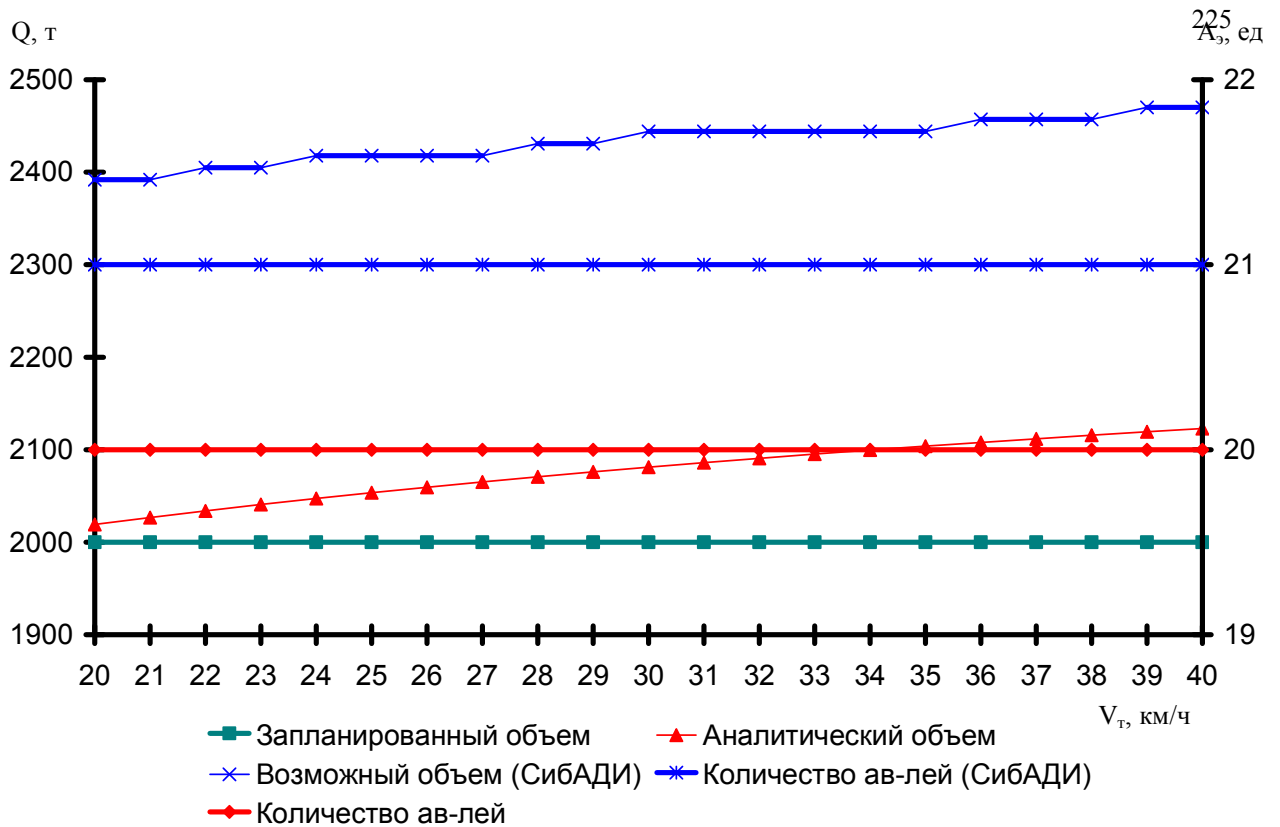


Рисунок 3.10 – Влияние изменения V_T на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (100000)

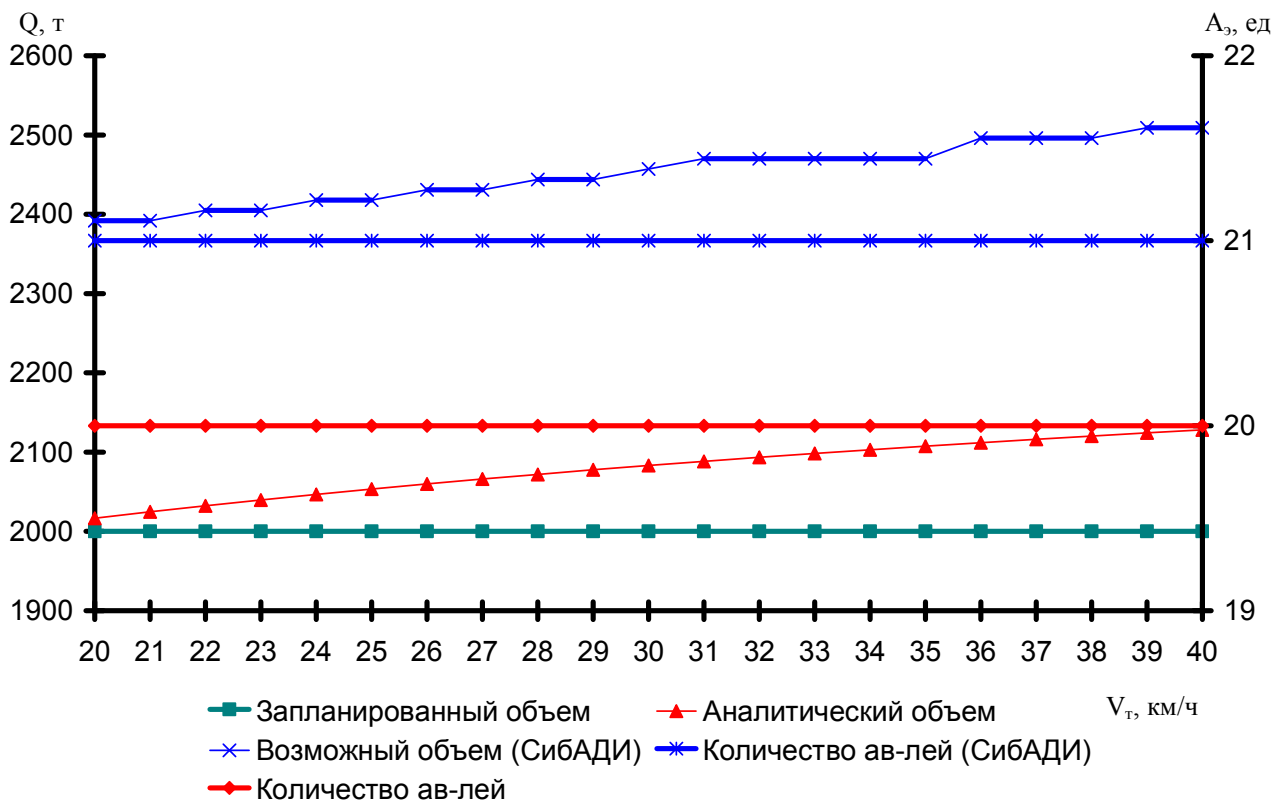


Рисунок 3.11– Влияние изменения V_T на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (010000)

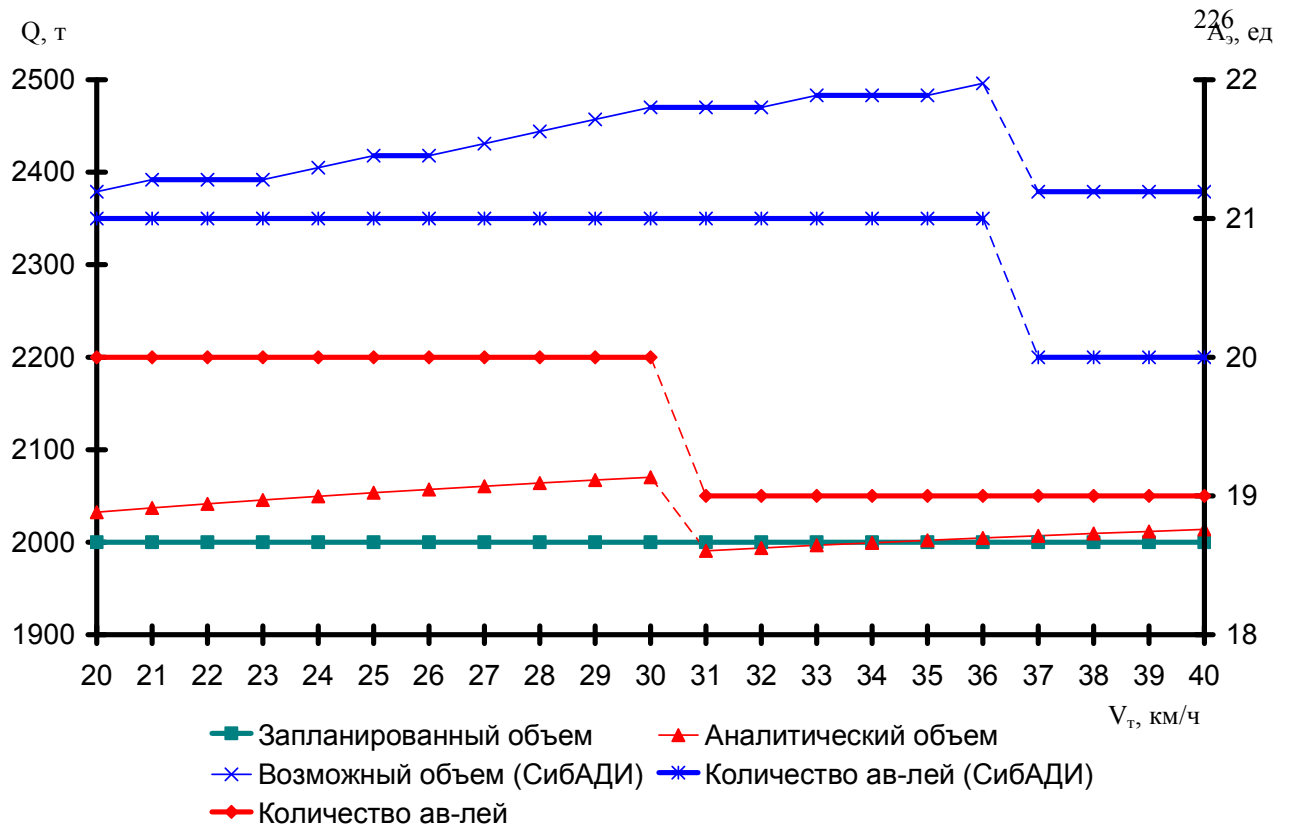


Рисунок 3.12 – Влияние изменения V_T на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (000010)

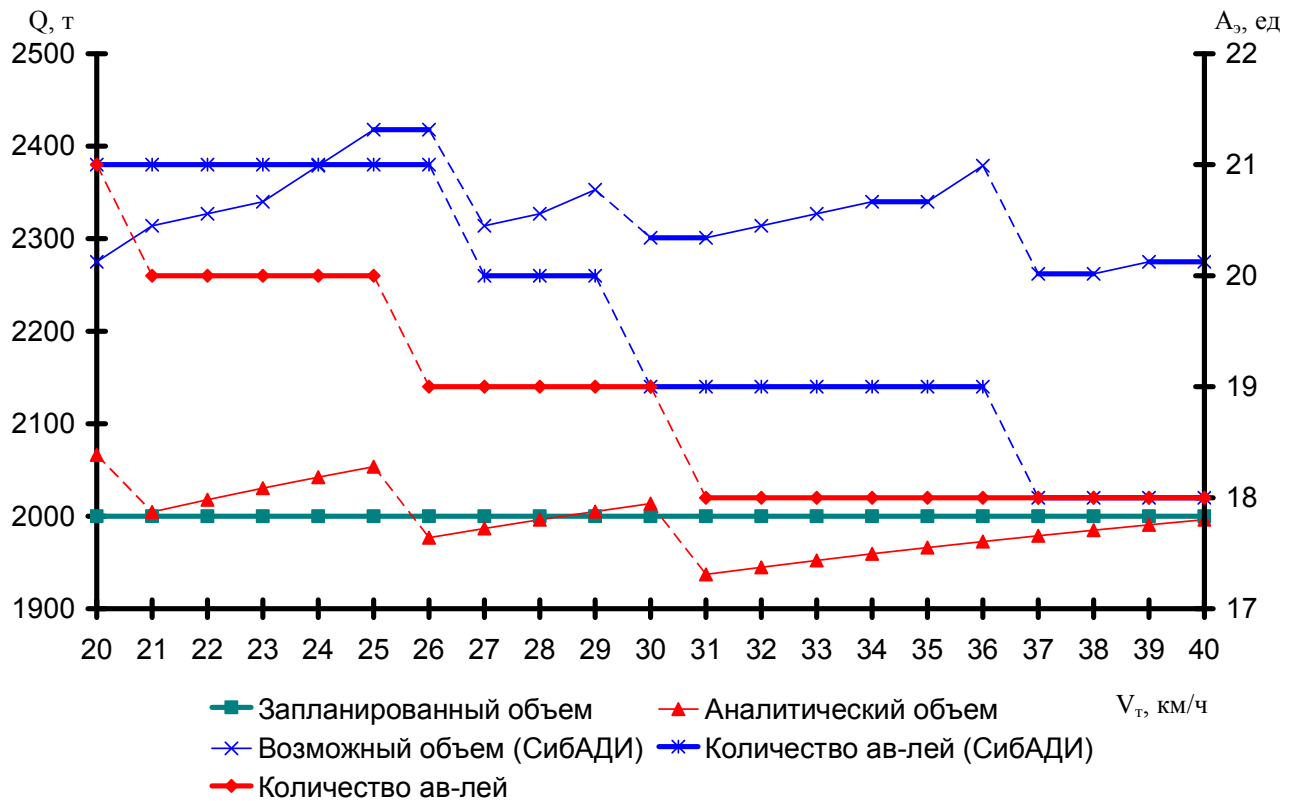


Рисунок 3.13 – Влияние изменения V_T на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (000111)

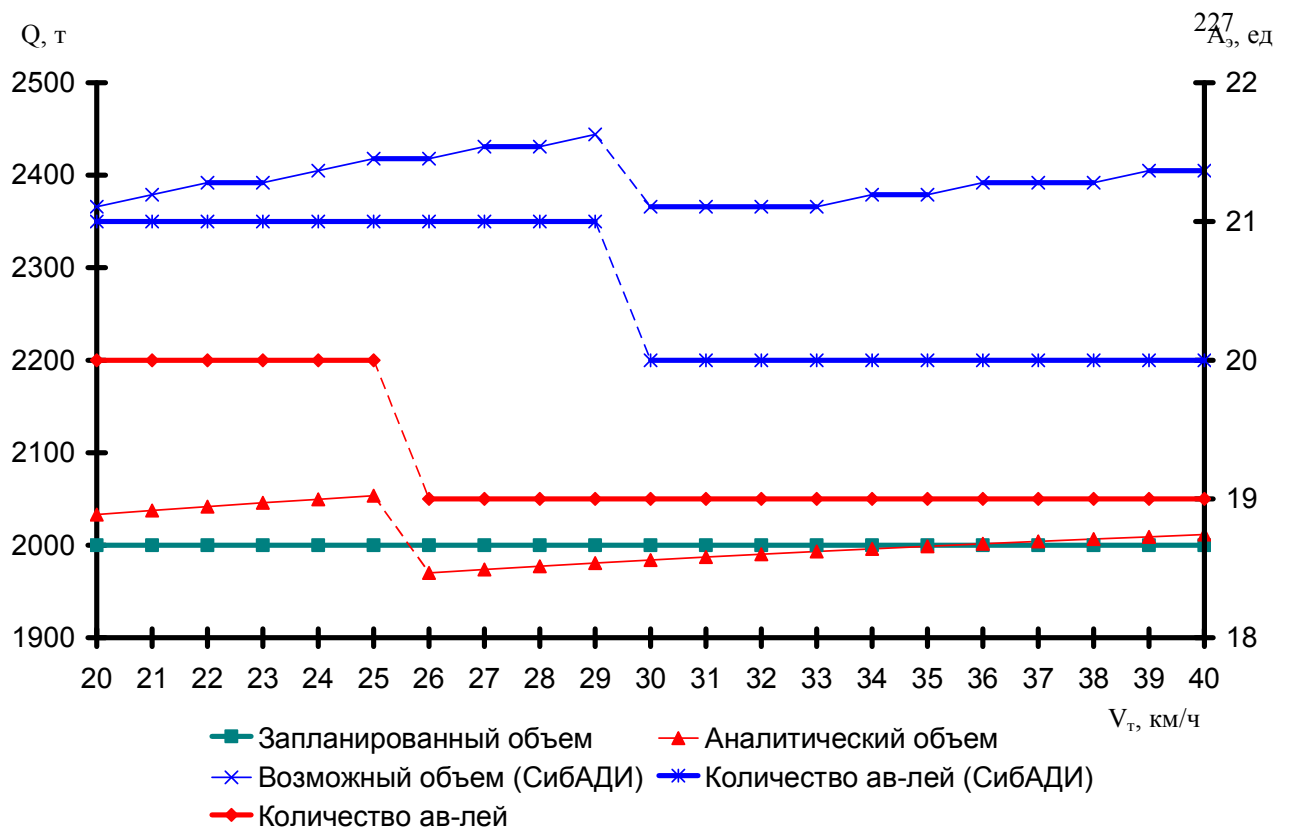


Рисунок 3.14 – Влияние изменения V_T на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (000001)

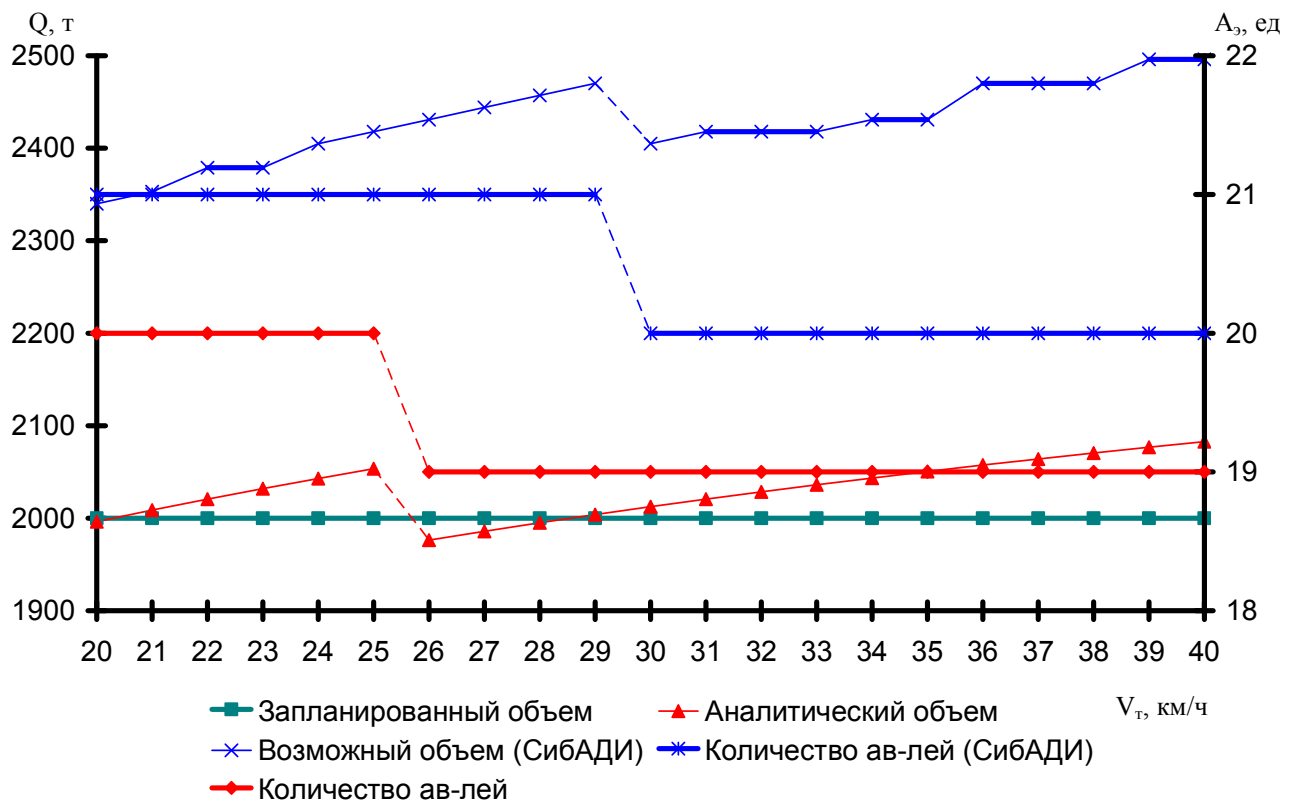


Рисунок 3.15 – Влияние изменения V_T на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (010001)

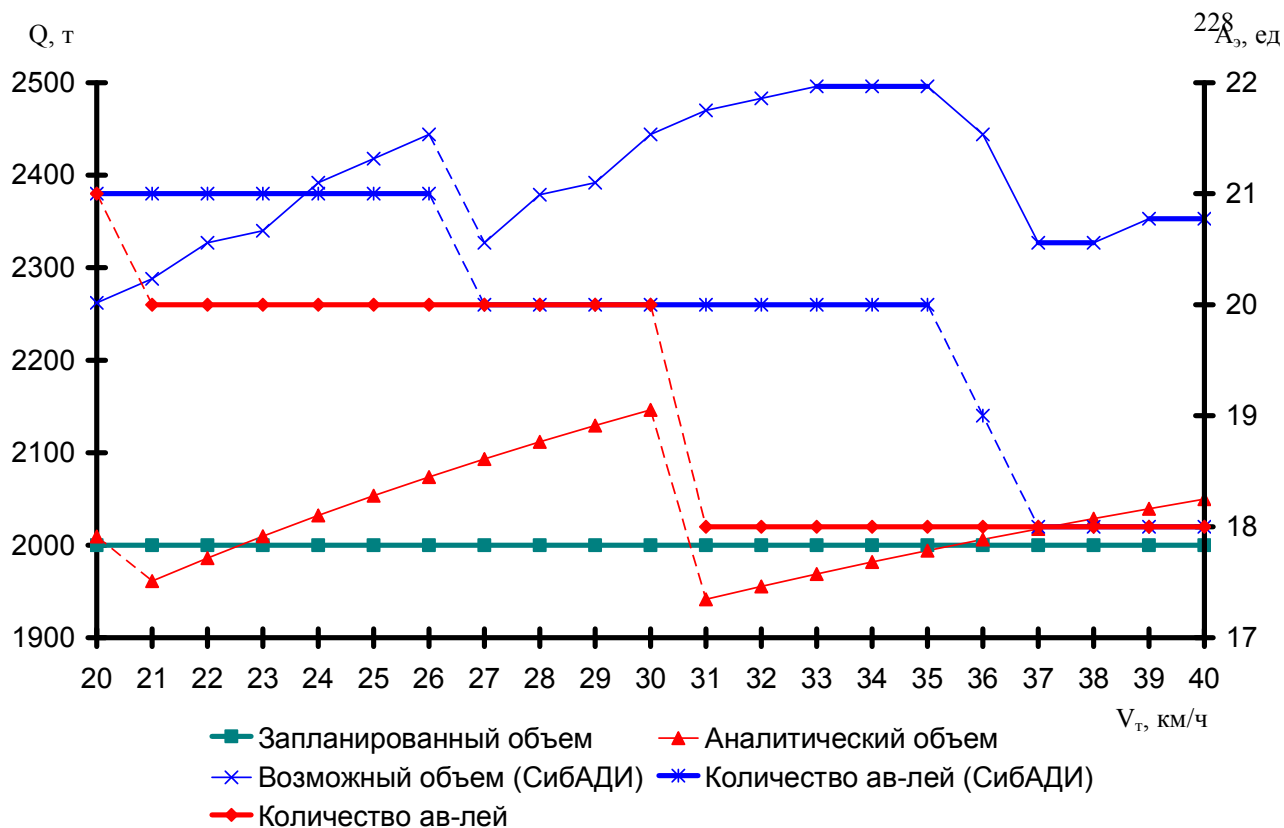


Рисунок 3.16 – Влияние изменения V_T на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (01110)

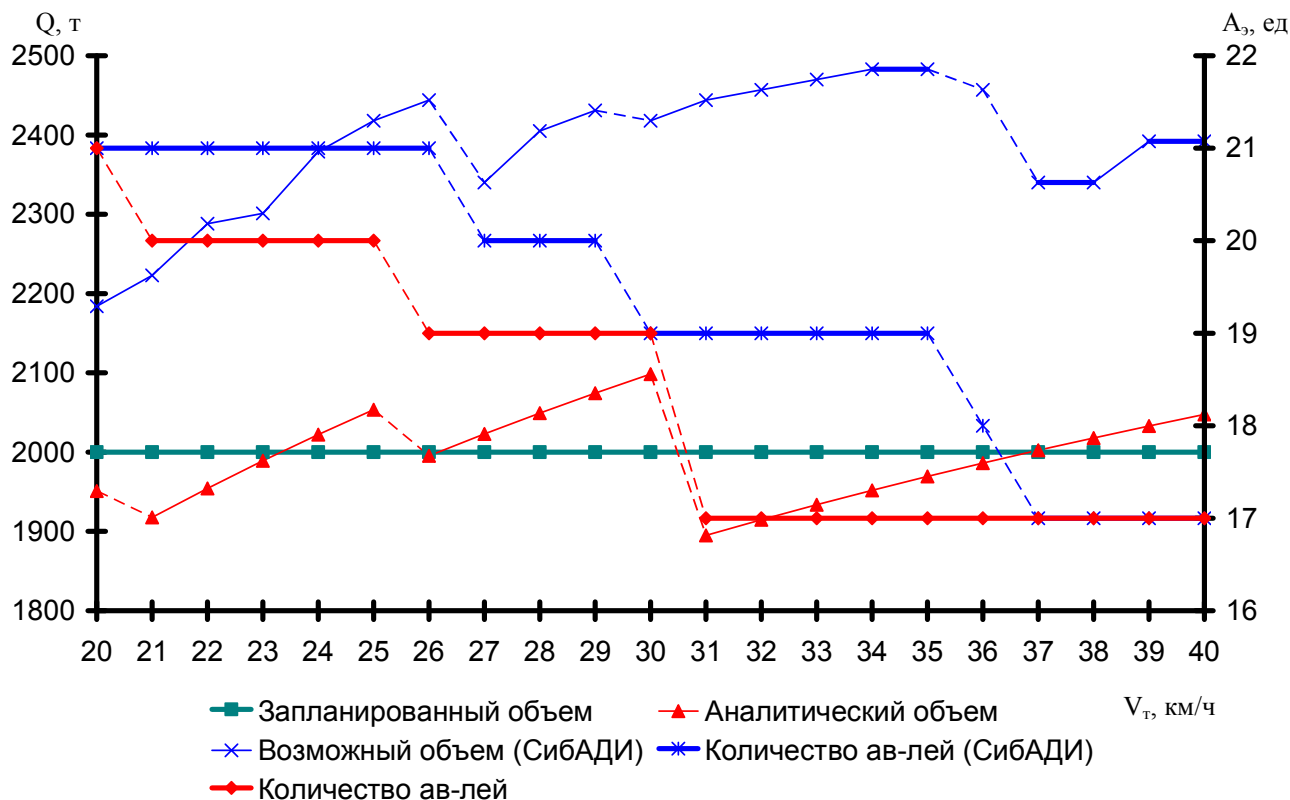


Рисунок 3.17 – Влияние изменения V_T на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (11111)

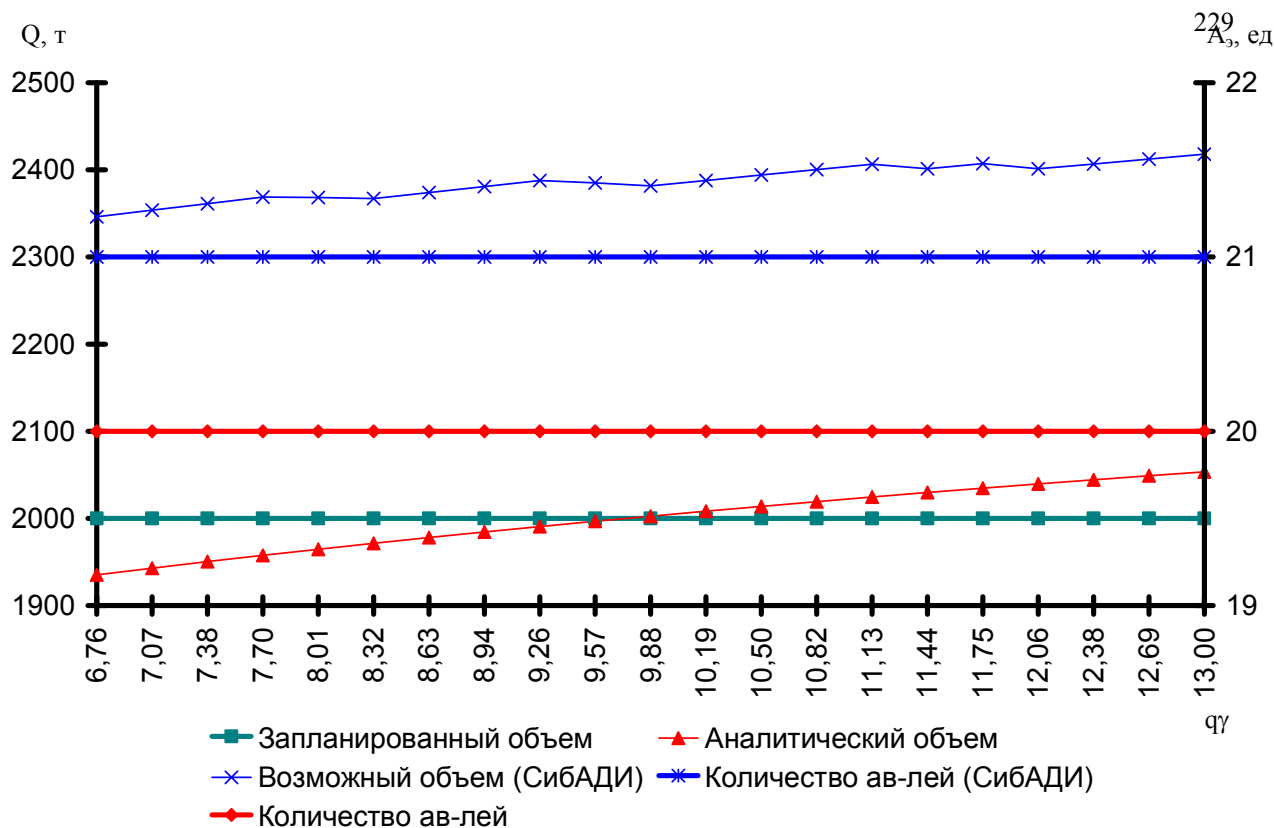


Рисунок 3.18 – Влияние изменения q_γ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (100000)

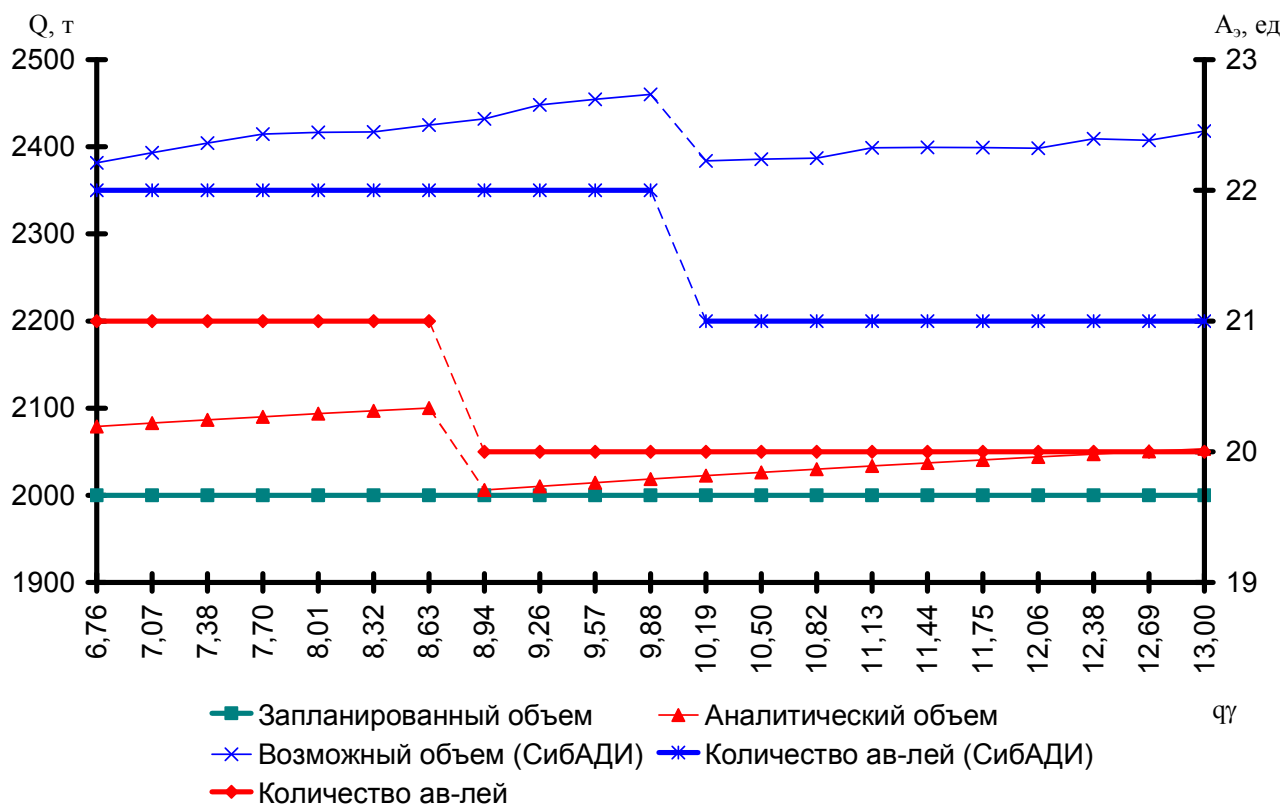


Рисунок 3.19 – Влияние изменения q_γ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (000010)

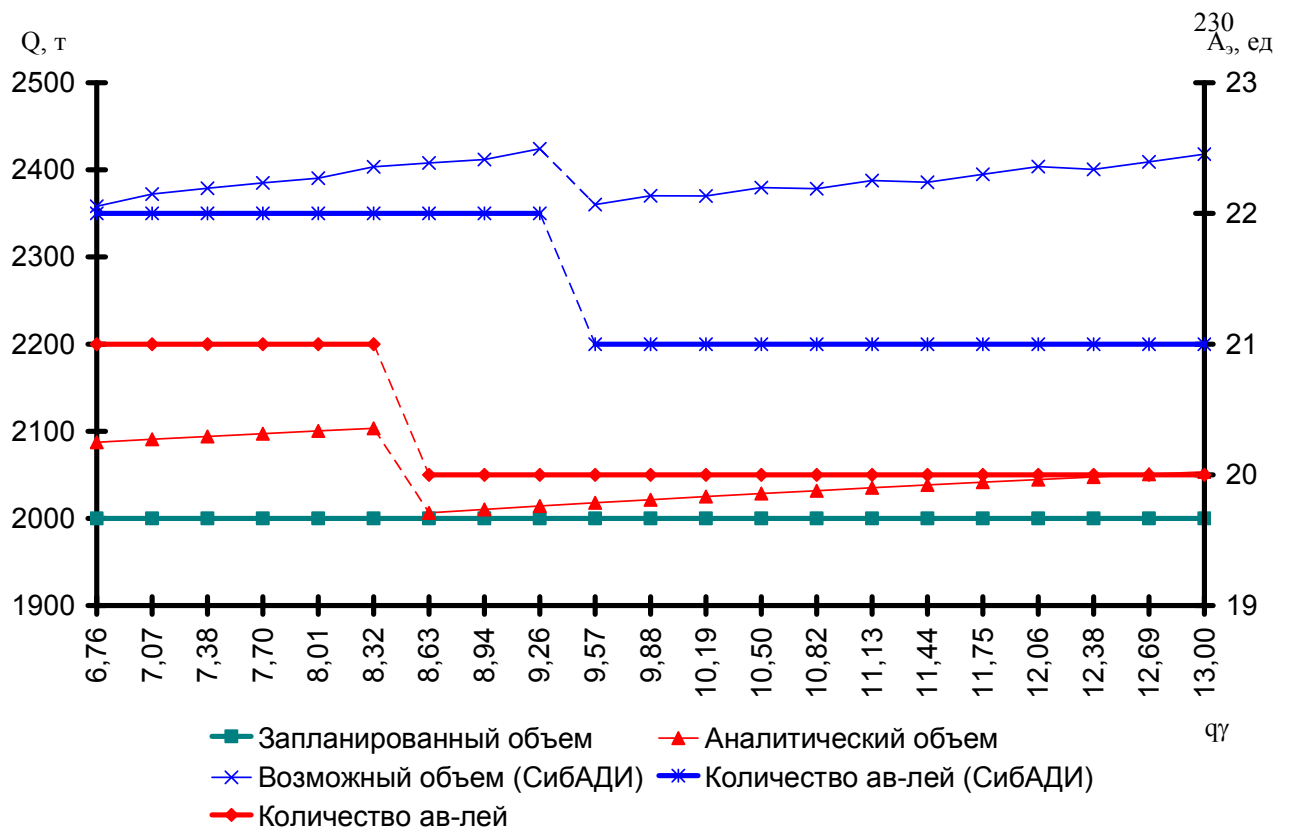


Рисунок 3.20 – Влияние изменения q_u на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (000001)

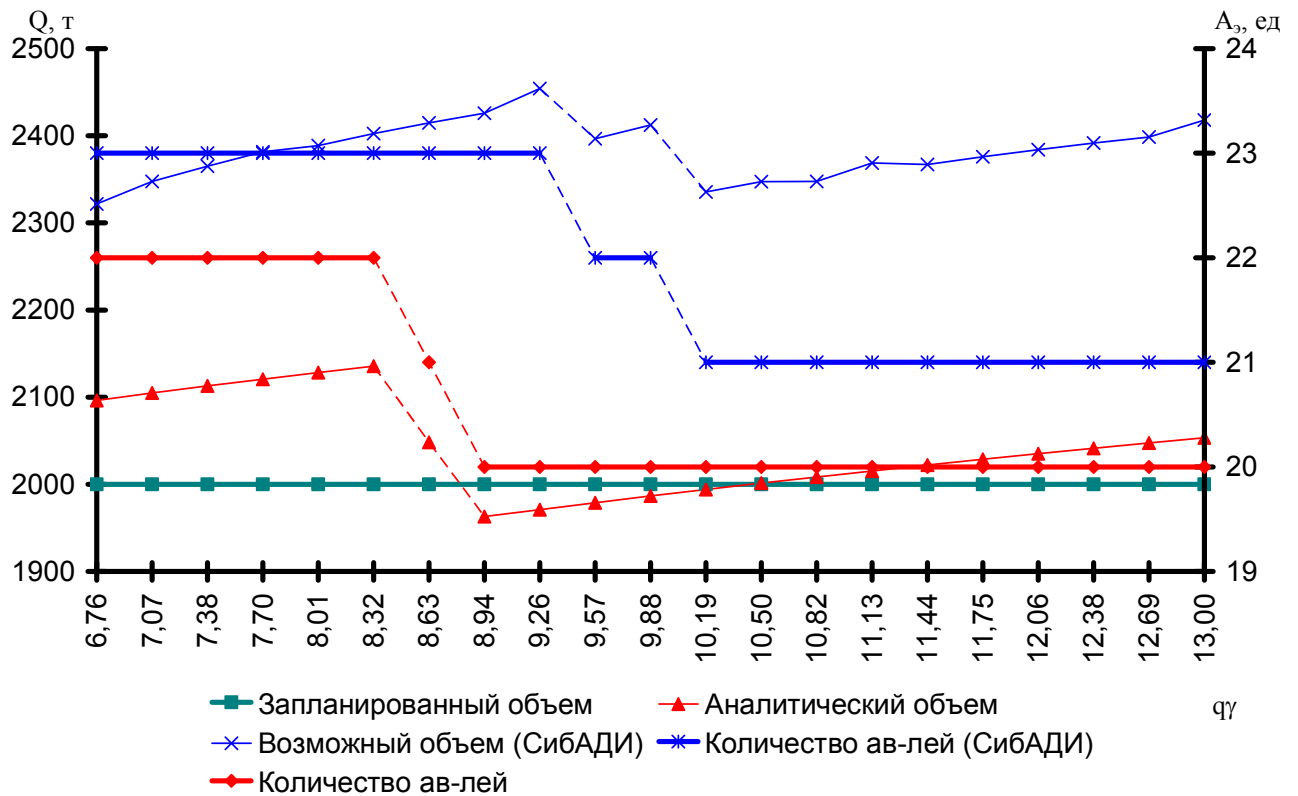


Рисунок 3.21 – Влияние изменения q_u на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (000011)

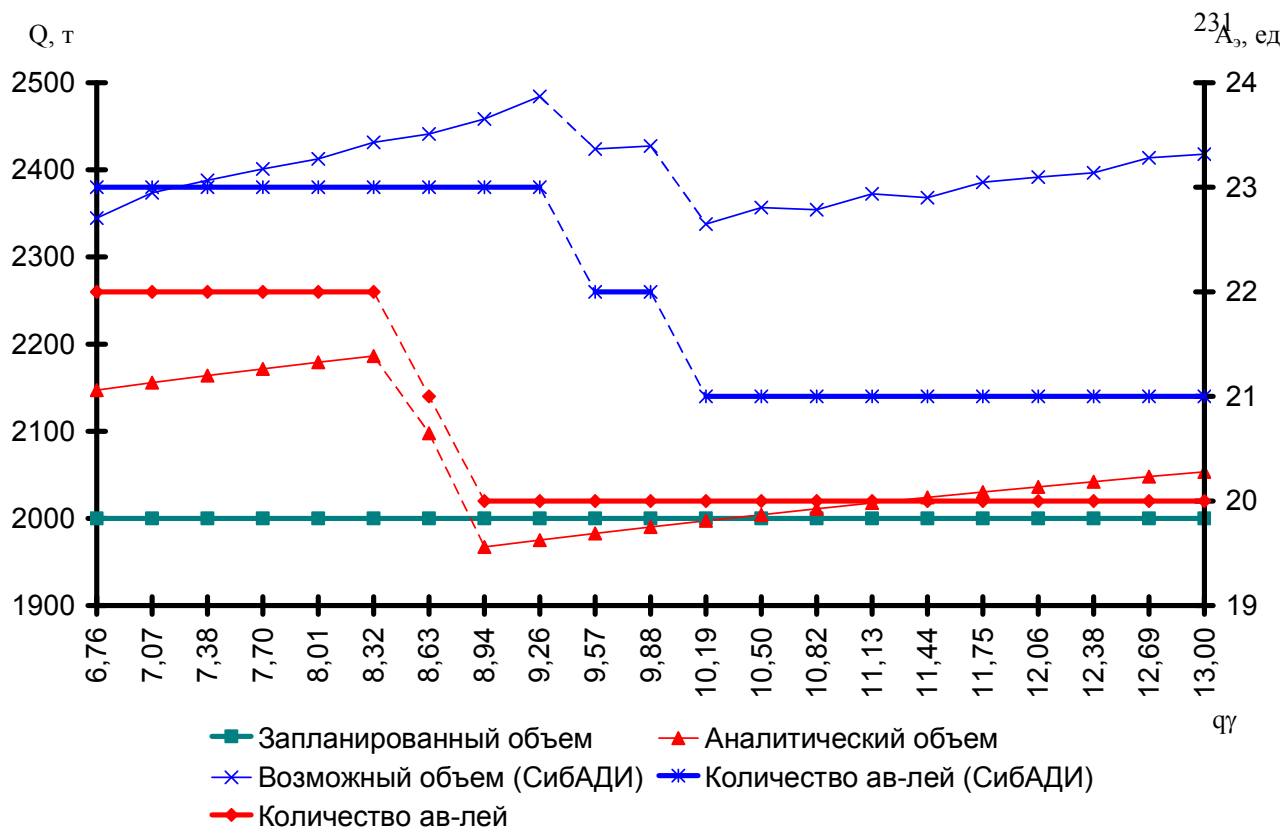


Рисунок 3.22 – Влияние изменения $q\gamma$ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (010001)

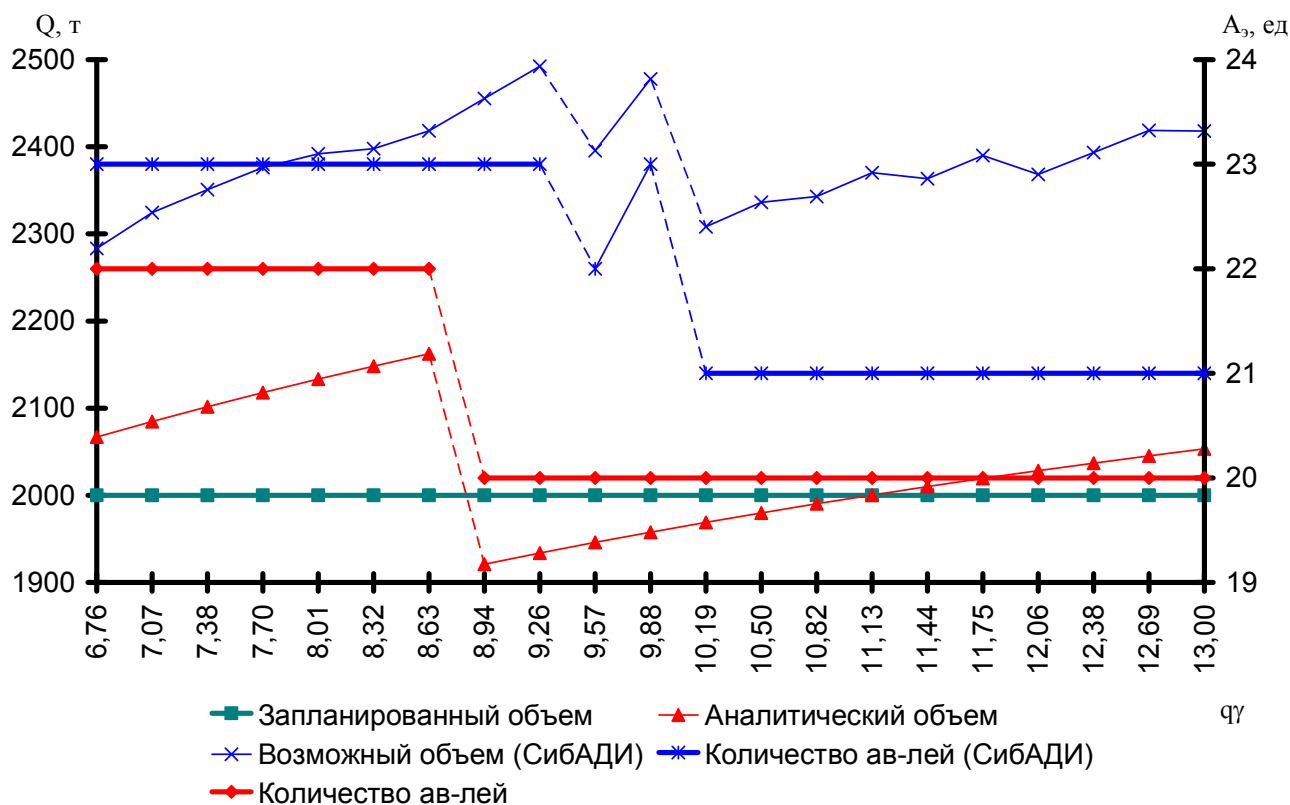


Рисунок 3.23 – Влияние изменения $q\gamma$ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (111000)

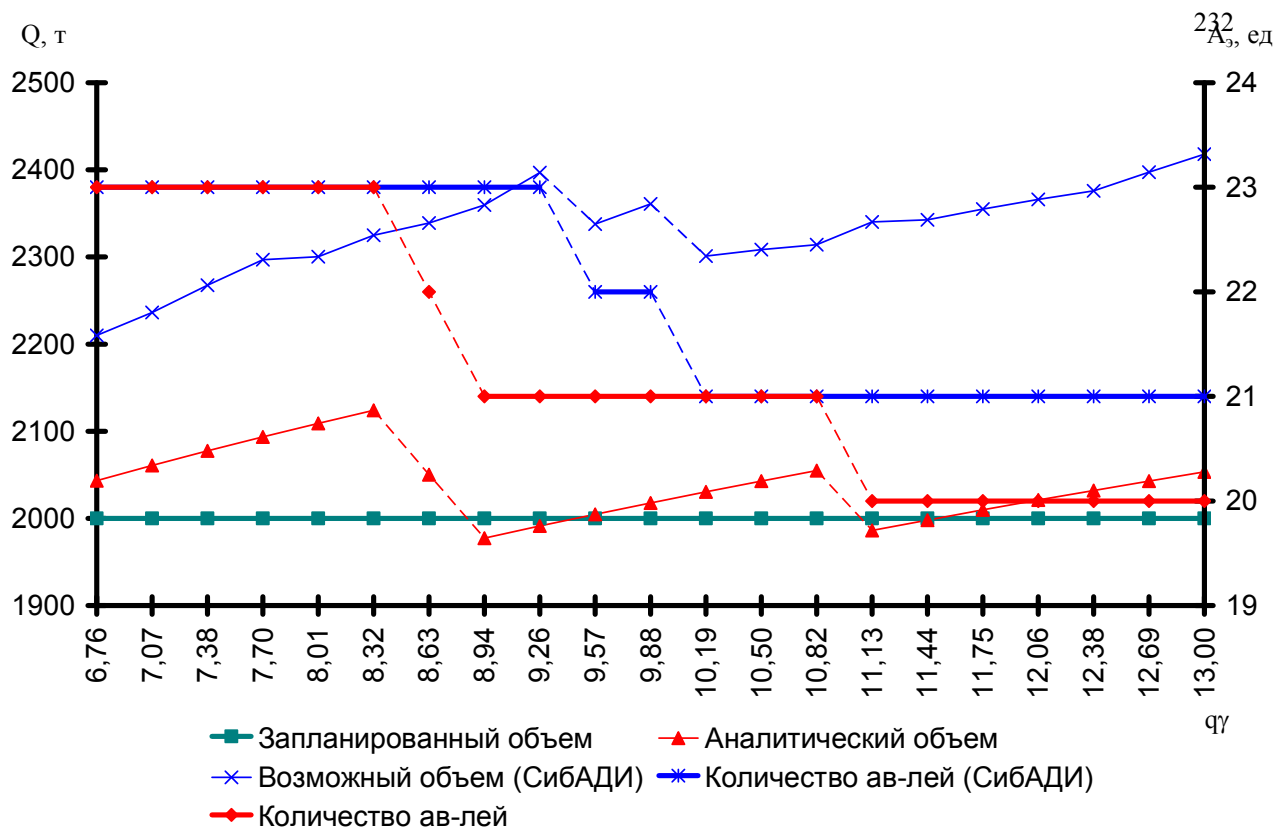


Рисунок 3.24 – Влияние изменения q_γ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (000111)

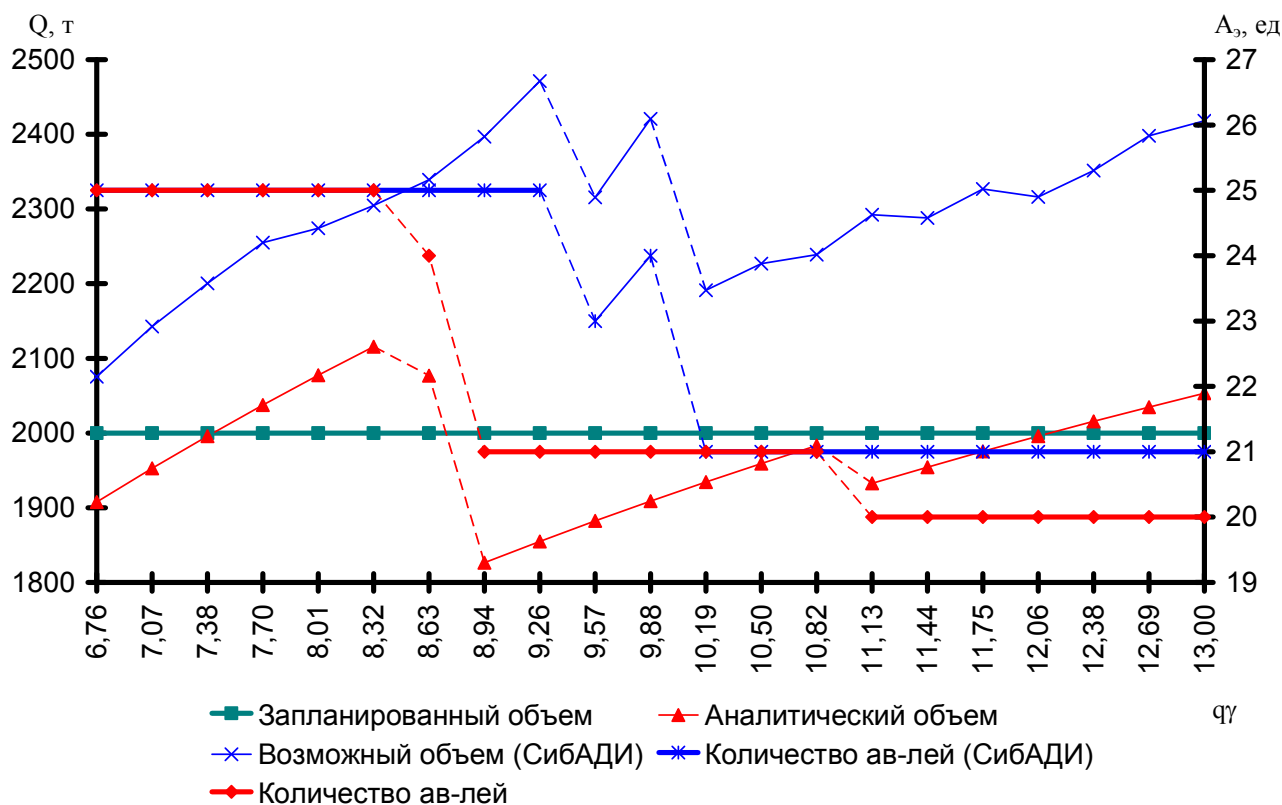


Рисунок 3.25 – Влияние изменения q_γ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (11111)

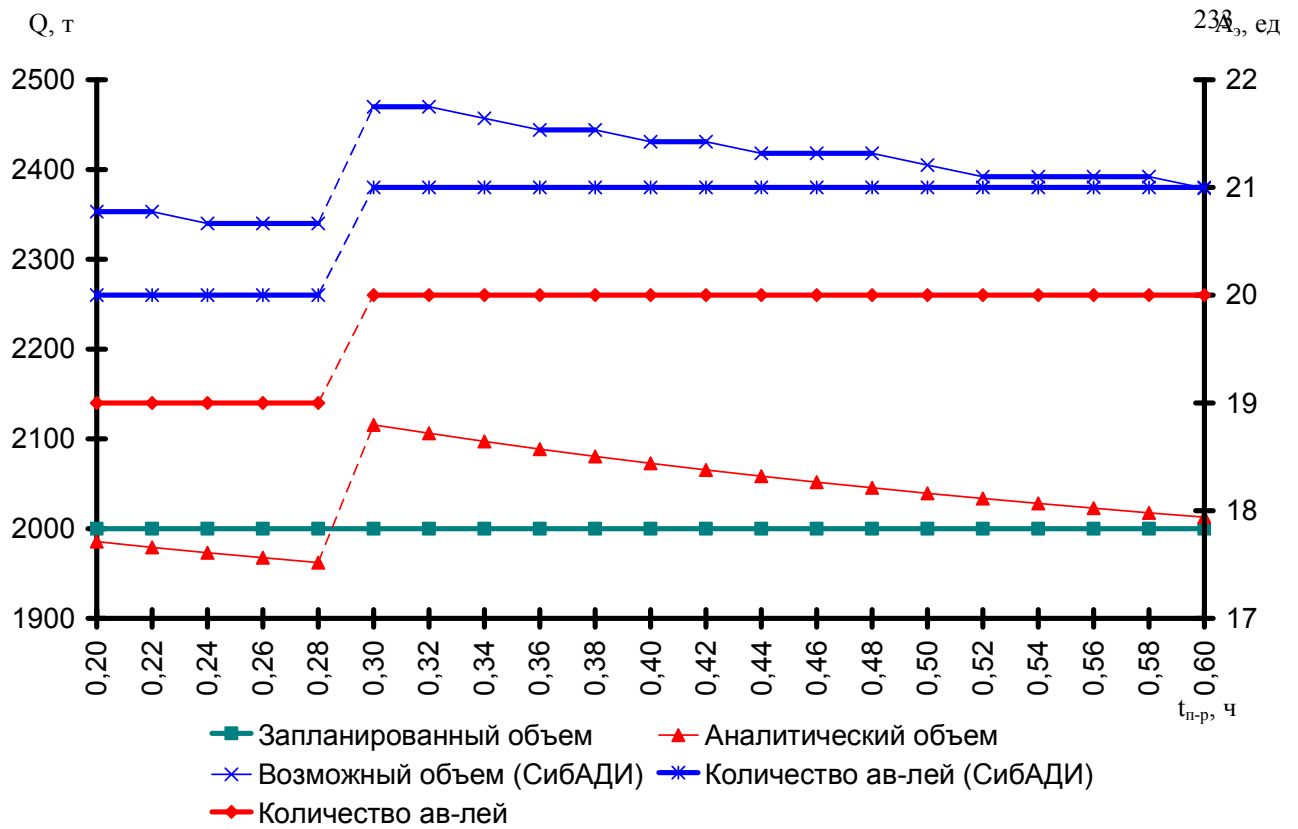


Рисунок 3.26 – Влияние изменения $t_{п-р}$ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (100000)

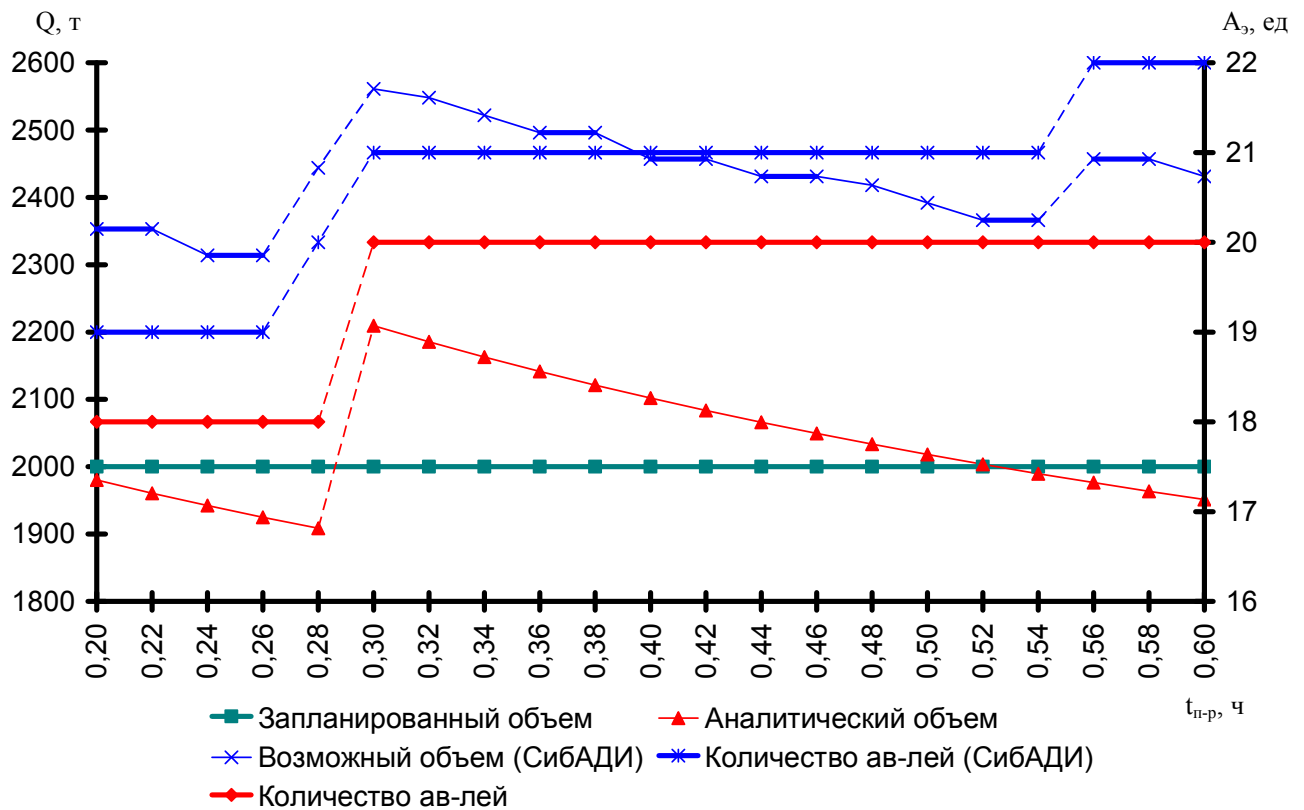


Рисунок 3.27 – Влияние изменения $t_{п-р}$ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (110000)

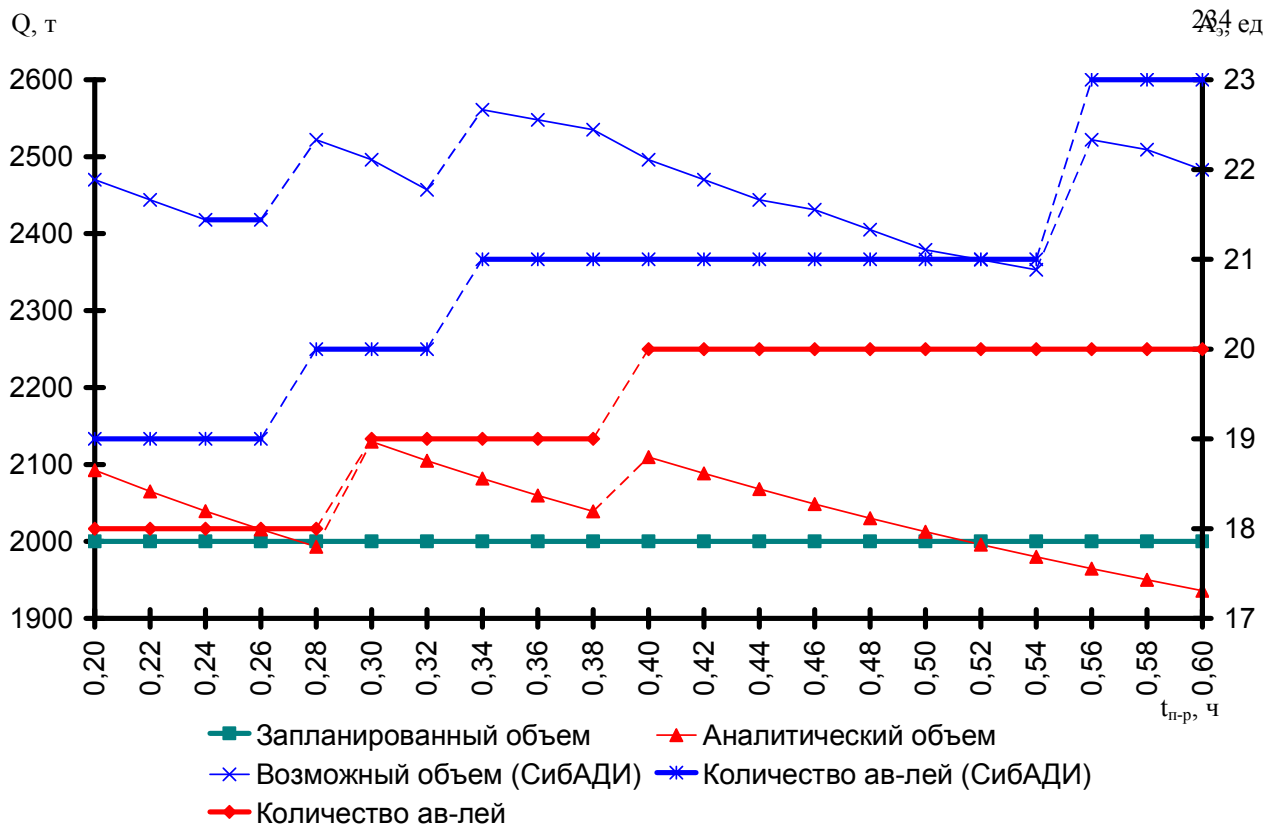


Рисунок 3.28 – Влияние изменения $t_{п-р}$ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (010010)

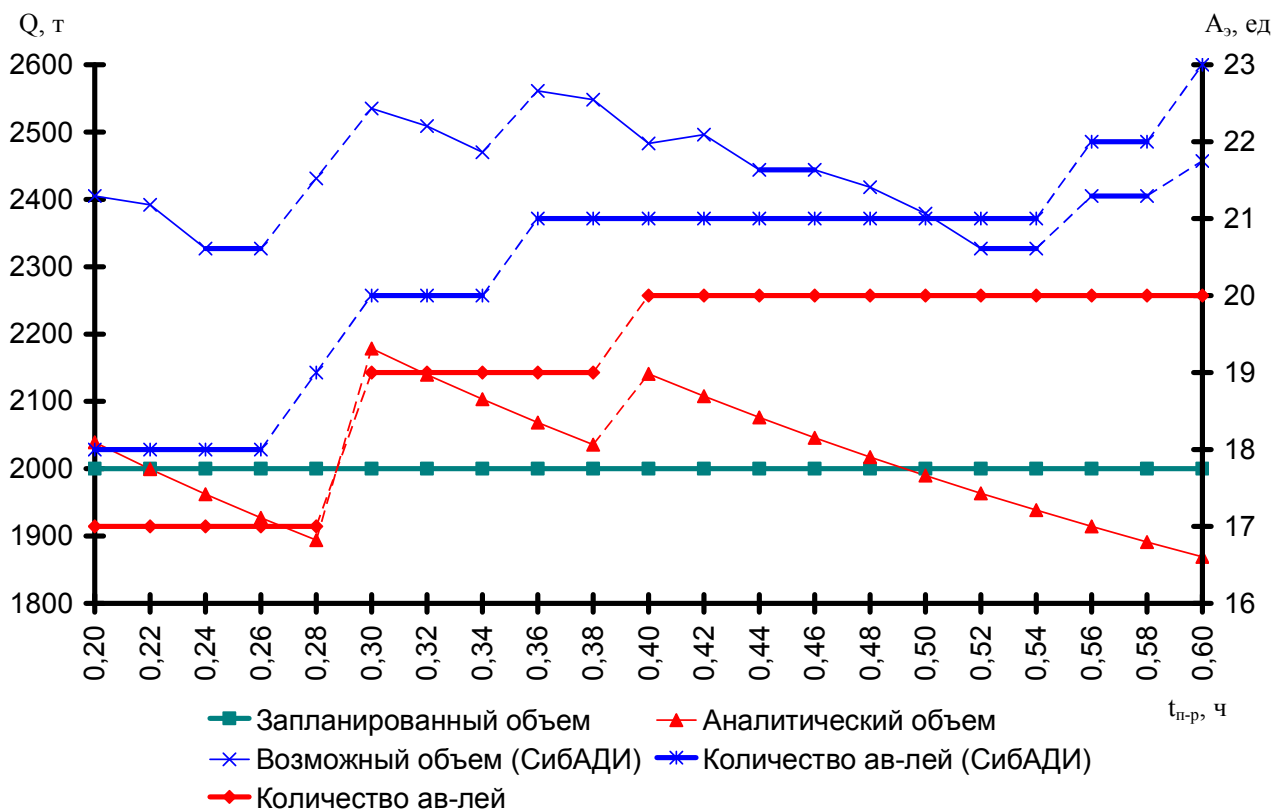


Рисунок 3.29 – Влияние изменения $t_{п-р}$ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (111000)

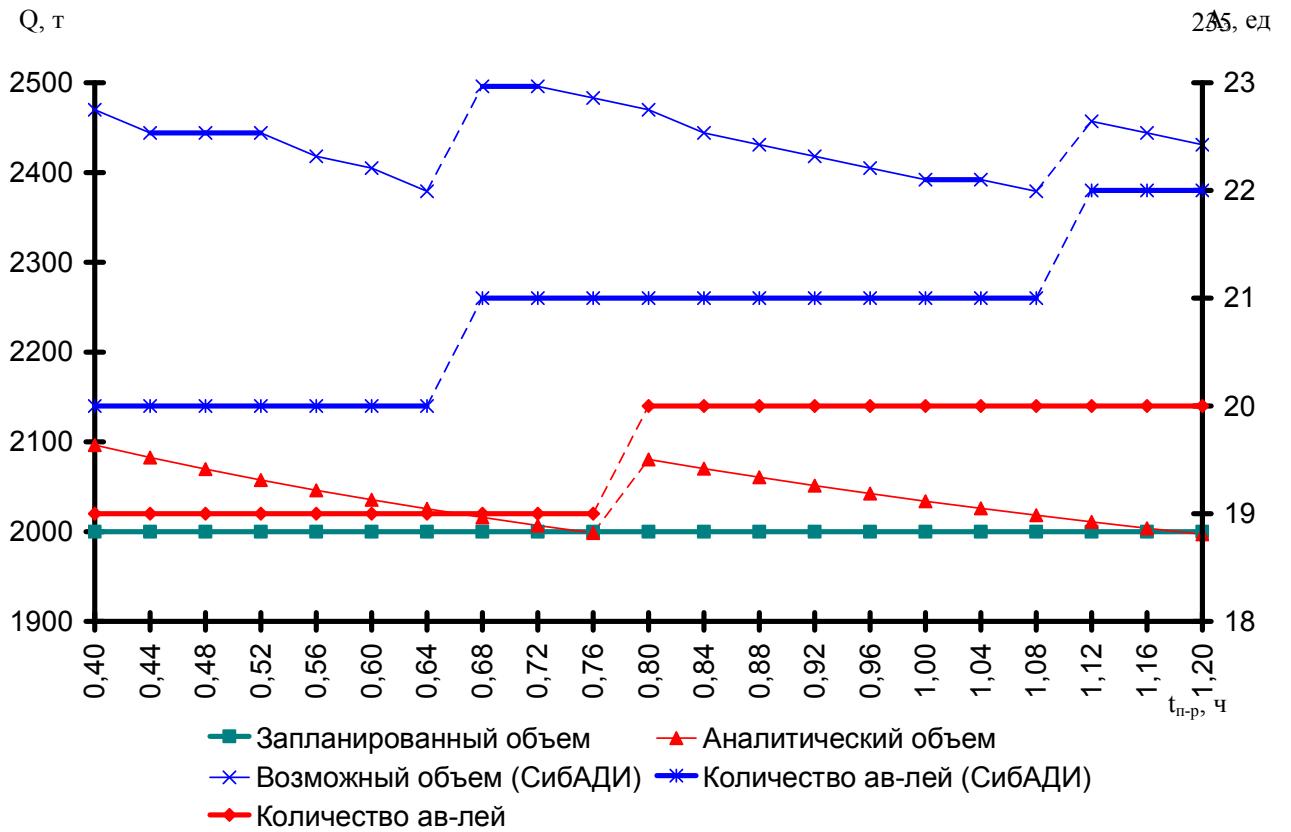


Рисунок 3.30 – Влияние изменения $t_{п-р}$ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (000010)

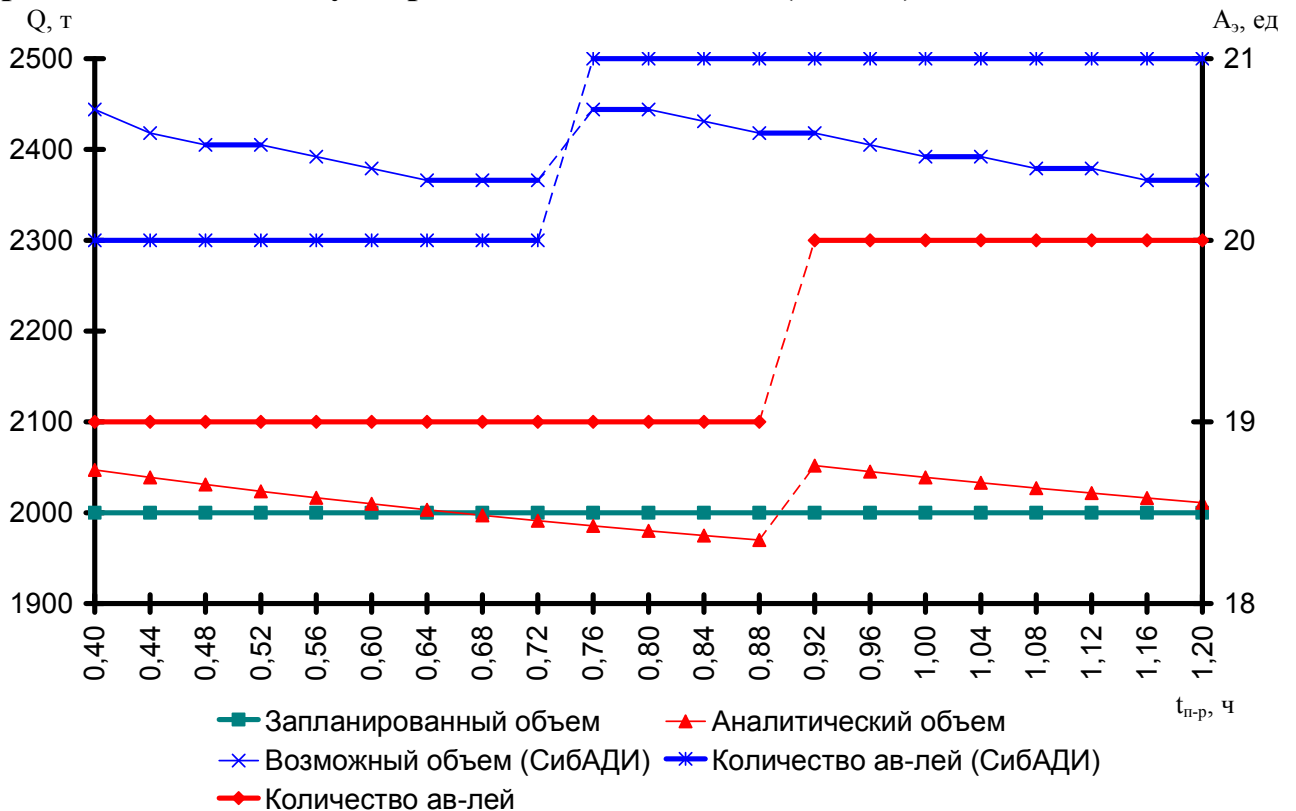


Рисунок 3.31 – Влияние изменения $t_{п-р}$ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (000001)

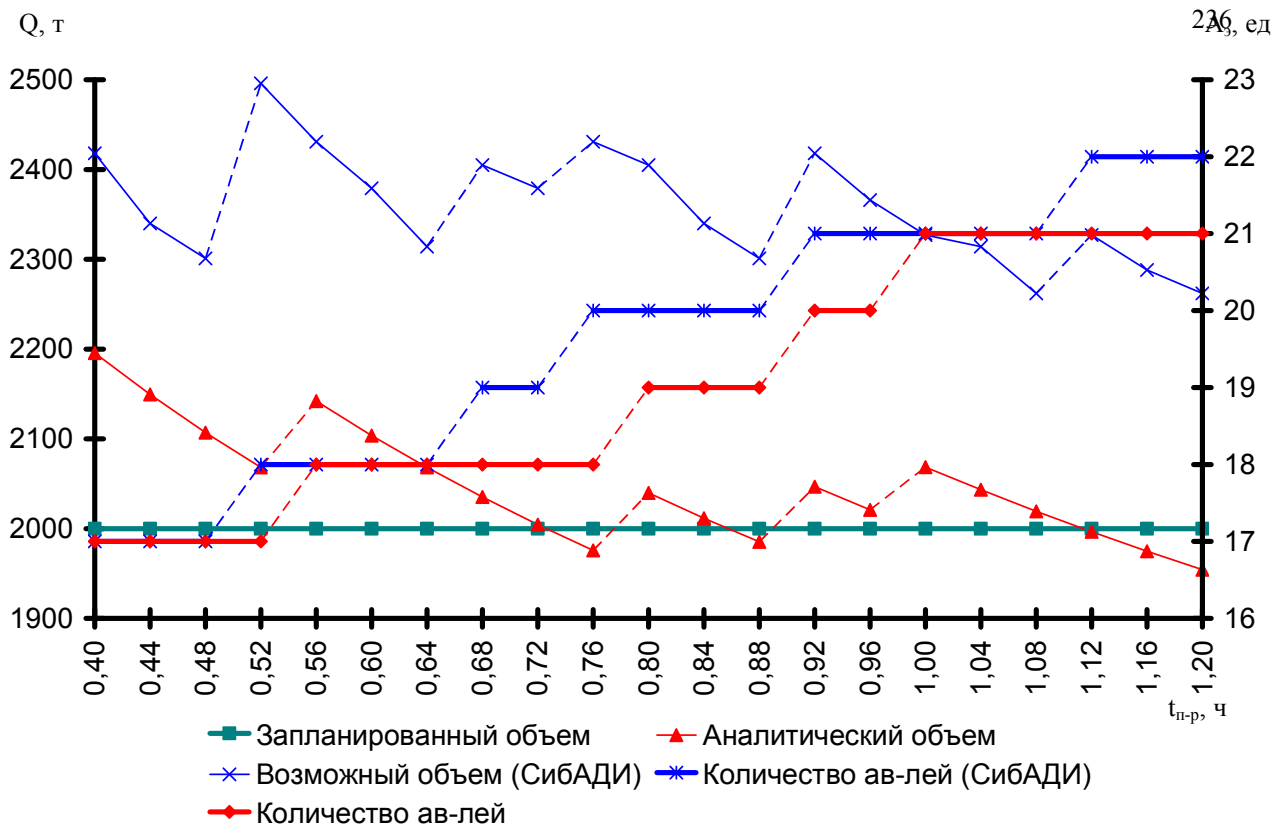


Рисунок 3.32 – Влияние изменения $t_{п-р}$ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (000111)

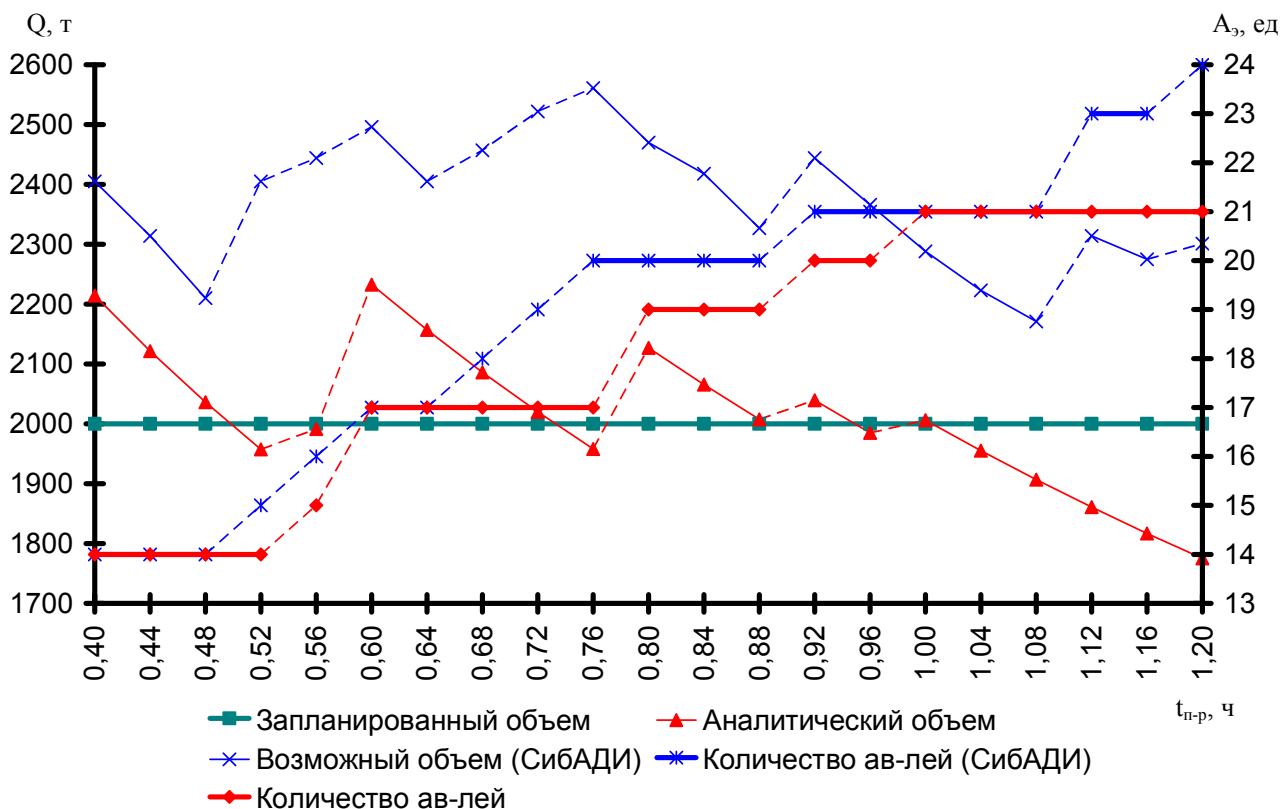


Рисунок 3.33 – Влияние изменения $t_{п-р}$ на потребность в транспортных средствах и величину выработки в подсистеме (11111)

Данные таблицы 3.1 показывают, что результаты расчета выработки транспортной продукции методом прямого счета значительно превышают результаты, полученные с использованием математического выражения 1.23 и используемые в работе [68] для анализа влияния факторов, ставших причиной расхождения плановых и фактических показателей работы парка автомобилей.

Из чего можно сделать заключение, что использование существующей на сегодняшний день методики проведения анализа влияния изменений ТЭП на выработку транспортной продукции в подсистеме, или как указано в источнике [68] – группой автомобилей одной марки, неприемлемо, т.к. применение средних величин в анализе существенно искажает реальные условия эксплуатации и полученные результаты расчетов, что в свою очередь приводит к ошибочным выводам.

Можно было бы предположить, что метод прямого счета является наиболее предпочтительным, но при этом нельзя забывать, что в основе данных расчетов лежит, как уже отмечалось ранее, математический аппарат и положения, разработанные проф. С.Р.Лейдерманом, т.е. традиционные подходы и методы расчета для единицы подвижного состава. Поэтому, если произвести расчет выработки транспортной продукции группы автомобилей, количество которых определено по формулам 1.1 – 1.4 существующей на сегодняшний день методики расчета, но с использованием предлагаемого алгоритма, то в каждом случае суммарная величина возможного объема перевозок окажется меньше, чем рассчитанная методом прямого счета. Результаты приведены ниже в таблице 3.2. В данном примере изменения ТЭП (в нашем случае V_T) происходят на всех маршрутах (код 111111).

И если для метода прямого счета (по существующей методике) на всех маршрутах план перевозок выполняется, то при использовании в расчетах предлагаемого алгоритма, план перевозок выполняется не на всех маршрутах. При этом суммарный объем перевозок в подсистеме больше планового.

Таблица 3.2 – Сравнение результатов расчетов выработки транспортной

**продукции в подсистеме, полученных методом прямого
счета и с использованием алгоритма**

Показатель	V _т , км/ч	A _э , ед.	Выработка транспортной продукции, т		
			по плану	методом прямого счета	по предлагаемому алгоритму
$\sum Q_M$	20	21	2000,0	2351,0	2184,0
Q_{M_1}	20	2	150,0	217,8	208,0
Q_{M_2}	20	3	300,0	326,7	312,0
Q_{M_3}	20	4	400,0	435,6	416,0
Q_{M_4}	20	4	450,0	590,1	533,0
Q_{M_5}	20	4	400,0	435,6	403,0
Q_{M_6}	20	4	300,0	345,2	312,0
$\sum Q_M$	21	20	2000,0	2257,8	2093,0
Q_{M_1}	21	2	150,0	223,4	208,0
Q_{M_2}	21	3	300,0	335,1	312,0
Q_{M_3}	21	4	400,0	446,8	416,0
Q_{M_4}	21	3	450,0	450,2	416,0
Q_{M_5}	21	4	400,0	446,8	416,0
Q_{M_6}	21	4	300,0	355,5	325,0
$\sum Q_M$	30	19	2000,0	2543,6	2418,0
Q_{M_1}	30	2	150,0	263,8	260,0
Q_{M_2}	30	3	300,0	395,7	377,0
Q_{M_3}	30	4	400,0	527,7	507,0
Q_{M_4}	30	3	450,0	501,9	468,0
Q_{M_5}	30	4	400,0	527,7	494,0
Q_{M_6}	30	3	300,0	326,8	312,0
$\sum Q_M$	31	17	2000,0	2309,8	2197,0
Q_{M_1}	31	2	150,0	267,4	260,0
Q_{M_2}	31	3	300,0	401,2	390,0
Q_{M_3}	31	3	400,0	401,2	390,0
Q_{M_4}	31	3	450,0	506,4	468,0
Q_{M_5}	31	3	400,0	401,2	377,0
Q_{M_6}	31	3	300,0	332,4	312,0

Результаты машинного эксперимента для рассматриваемой подсистемы или группы автомобилей одной марки с использованием разработанного

алгоритма показали, что каждый маршрут или система нижнего уровня должны рассматриваться изолированно от других. Это связано, прежде всего, с тем, что общий возможный объем перевозок в подсистеме получается путем сложения объемов перевозок на каждом из маршрутов. В противном случае, объем перевозок всего парка подвижного состава, получаемый при расчетах по действующей методике, может быть равен или больше запланированного объема перевозок, на самом же деле – план перевозок на одном или более маршрутов при определенных значениях технико-эксплуатационных показателей не может быть выполнен, что и было доказано ранее.

Общий объем перевозок в рассматриваемой подсистеме (Q_{nc}) равен:

$$Q_{nc} = Q_{M_1} + Q_{M_2} + Q_{M_3} + Q_{M_4} + Q_{M_5} + Q_{M_6} \quad (3.118)$$

или

$$Q_{nc} = \sum_{1}^M \sum_{1}^{i_M} Q_i, \quad (3.119)$$

где $Q_{M_1} \dots Q_{M_6}$ – объем перевозок на маршрутах, т;

Q_i – выработка i -го автомобиля на каждом маршруте, т.

Маршруты перевозок в подсистеме представляют собой различные системы нижнего уровня. Кроме того, при изменении технико-эксплуатационных показателей возможен переход из одной системы нижнего уровня в другую, что и произошло в рассматриваемом примере: при увеличении t_{n-p} на первом маршруте произошел переход из микросистемы в малую систему. Таким образом, общий объем перевозок в подсистеме равен сумме объемов перевозок каждой системы нижнего уровня, входящей в состав подсистемы. В свою очередь, объем перевозок грузов в большой

автотранспортной системе равен сумме объемов перевозок подсистем или групп автомобилей, входящих в состав большой системы.

Оперативная модель описания функционирования большой автотранспортной системы доставки грузов представляет собой сумму моделей от микро- до средних систем, т.е.:

$$M_o = \sum_1^m M_{\text{микросистемы}} + \sum_1^n M_{\text{особо малые системы}} + \sum_1^k M_{\text{малые системы}} + \sum_1^s M_{\text{средние системы}} \quad (3.120)$$

тогда, общее количество перевезенного груза Q_{Σ_c} в большой автотранспортной системе за сутки (смену) равно сумме выработок автомобилей в каждой системе нижнего уровня, т.е.:

$$Q_{\Sigma_c} = \sum_1^m Q + \sum_1^n Q + \sum_1^k \sum_1^{i_k} Q_i + \sum_1^s \sum_1^{i_s} Q_i, \quad (3.121)$$

а транспортная работа P_{Σ_c} равна:

$$P_{\Sigma_c} = \sum_1^m P + \sum_1^n P + \sum_1^k \sum_1^{i_k} P_i + \sum_1^s \sum_1^{i_s} P_i, \quad (3.122)$$

где m, n, k, s – количество соответственно микросистем, особо малых, малых и средних систем, входящих в состав большой автотранспортной системы доставки грузов за сутки (смену);

Q и P – суточная выработка автомобиля в каждой из систем нижнего уровня соответственно в тоннах и тонно-километрах;

i_k и i_s – количество находящихся в эксплуатации автомобилей в

каждой системе (соответственно – малой и средней).

Разработанная оперативная модель описания функционирования большой автотранспортной системы доставки грузов соответствует реальным транспортным процессам, так как основывается на разработанных ранее [20, 58, 63, 64, 65, 66] моделях функционирования систем нижнего уровня, и позволяет осуществлять более качественное планирование работы подвижного состава организаций автомобильного транспорта в оперативном режиме.

5.3 Текущая модель описания функционирования большой автотранспортной системы доставки грузов

Представленная в предыдущем разделе оперативная модель описания функционирования большой автотранспортной системы доставки грузов представляет собой математический аппарат для оперативного планирования работы подвижного состава организации автомобильного транспорта. При расчете суточной производительности системы в целом методика опирается на математические модели функционирования систем нижнего уровня, разработанные авторами [20, 58, 63, 64, 65, 66].

Модель описания функционирования больших систем для текущего планирования и анализа основной деятельности организаций автомобильного транспорта, а именно – перевозки грузов, имеет отличия от оперативной модели, заключающиеся в том, что рассматривается деятельность предприятия за определенный календарный период времени. При этом цель данного анализа – раскрыть зависимость результатов деятельности организации грузового автомобильного транспорта от эксплуатационных, технических и прочих факторов, определить степень влияния каждого фактора на выполнение плана перевозок, выявить резервы повышения производительности автомобилей и вскрыть причины, вызвавшие отклонение отчетных показателей от плановых.

В обобщенном виде текущая модель описания функционирования большой автотранспортной системы за календарный период времени ($D_э$) имеет вид:

$$M_m = \sum_1^{D_{эm}} \sum_1^m M_{\text{микросистемы}} + \sum_1^{D_{эn}} \sum_1^n M_{\text{особо малые системы}} + \\ + \sum_1^{D_{эк}} \sum_1^k M_{\text{малые системы}} + \sum_1^{D_{эs}} \sum_1^s M_{\text{средние системы}} \quad (3.123)$$

Как уже отмечалось ранее, в существовавших моделях не учитывалось отрицательное воздействие на эффективность парка подвижного состава изменений некоторых технико-эксплуатационных показателей. Из практики эксплуатации автомобильного транспорта известно, что невозможно ежедневно круглосуточно эксплуатировать транспортные средства, в связи с необходимостью проведения технических воздействий. Увеличение интенсивности эксплуатации транспортного средства приводит в конечном результате к снижению коэффициента технической готовности и связанного с ним коэффициента использования автомобиля. Учитывая эти особенности, а также с целью устранения недостатков ранее разработанных моделей, в текущей модели необходимо присутствие коэффициента α_u , выраженного через технико-эксплуатационные показатели (математическое выражение 3.36) и, тем самым, способного учитывать влияние ТЭП на количество дней нахождения автомобиля в эксплуатации:

$$D_э = D_u \cdot \alpha_u \quad (3.124)$$

Количество перевезенного груза в большой автотранспортной системе за календарный период времени равно:

$$Q_{\Sigma_{кпв}} = \sum_1^m D_u \cdot \alpha_u \cdot Q + \sum_1^n D_u \cdot \alpha_u \cdot Q + \sum_1^k \sum_1^{i_k} D_u \cdot \alpha_u \cdot Q_i + \sum_1^s \sum_1^{i_s} D_u \cdot \alpha_u \cdot Q_i, \quad (3.125)$$

а транспортная работа:

$$P_{\Sigma_{кпв}} = \sum_1^m D_u \cdot \alpha_u \cdot P + \sum_1^n D_u \cdot \alpha_u \cdot P + \sum_1^k \sum_1^{i_k} D_u \cdot \alpha_u \cdot P_i + \sum_1^s \sum_1^{i_s} D_u \cdot \alpha_u \cdot P_i. \quad (3.126)$$

Разработанная текущая модель описания функционирования большой автотранспортной системы доставки грузов соответствует реальным транспортным процессам, так как основывается на разработанных ранее [20, 58, 63, 64, 65, 66] моделях функционирования систем нижнего уровня, позволяет осуществлять более качественное текущее планирование работы подвижного состава организаций автомобильного транспорта, проводить анализ работы автомобилей и системы в целом за календарный период времени.

Проведение анализа предусматривает выявление закономерностей влияния ТЭП на выработку отдельного автомобиля или автотранспортной системы в целом. Методика проведения анализа функционирования больших автотранспортных систем доставки грузов представлена в виде блок-схемы на рисунке 3.34.

Этап 1. Формулировка задачи.

Назначение данного этапа состоит в выделении конкретного реально функционирующего объекта исследования.

Этап 2. Установление условий функционирования большой автотранспортной системы.

Установление условий функционирования предполагает учет следующих факторов: мощность осваиваемых грузопотоков, типы маршрутов доставки грузов, режим работы грузовых пунктов, количество постов

погрузки и разгрузки в грузовых пунктах, способ выполнения



Рисунок 3.34 – Блок-схема проведения анализа функционирования большой автотранспортной системы доставки грузов

погрузочно-разгрузочных работ, вид перевозимого груза и его свойства,

дорожные условия и техническая нормативная скорость.

Этап 3. Подготовка исходной информации по каждой системе нижнего уровня, входящей в состав большой системы.

В соответствии с условиями функционирования системы нижнего уровня формируется массив исходных данных для анализа:

- количество маршрутов доставки грузов;
- плановый объем перевозок на каждом маршруте, т;
- вид груза на каждом маршруте;
- конфигурация маршрутов доставки грузов;
- длина груженого пробега, км;
- длина холостого пробега, км;
- величина первого нулевого пробега, км;
- величина второго нулевого пробега, км;
- количество систем нижнего уровня;
- объем перевозимого груза в каждой из систем нижнего уровня, т;
- количество автомобилей, используемых для перевозки грузов в каждой из систем нижнего уровня, ед.;
- марка автомобиля;
- грузоподъемность автомобиля, т;
- коэффициент использования грузоподъемности;
- режим работы постов погрузки, ч;
- режим работы постов разгрузки, ч;
- время погрузки 1 т перевозимого груза в пункте погрузки, ч;
- время разгрузки 1 т перевозимого груза в пункте разгрузки, ч;
- среднетехническая скорость автомобиля на маршруте, км/ч;
- время работы большой автотранспортной системы, ч;
- анализируемый период, дней.

Этап 4. Выделение управляемых параметров функционирования большой автотранспортной системы и установление диапазона их возможного изменения.

Основными управляемыми параметрами являются:

- расстояние перевозки грузов, если транспортная сеть позволяет изменить маршрут доставки груза;
- среднетехническая скорость движения – при наличии информации о дорожных условиях на отдельных участках транспортной сети;
- время простоя автомобилей (автопоездов) в пунктах погрузки и разгрузки, если имеется возможность сокращения величины данного показателя за счет улучшения организации выполнения погрузочно-разгрузочных работ;
- грузоподъемность подвижного состава, если структура и численность собственного или арендованного парка подвижного состава позволяет производить выбор наиболее рационального типа подвижного состава для данного вида перевозок;
- продолжительность функционирования автотранспортных систем нижнего уровня и большой системы в целом, если имеется возможность изменения времени работы грузоперерабатывающих пунктов.

Возможный диапазон изменений параметров определяется исходя из реальных условий функционирования большой автотранспортной системы и в пределах, необходимых для выявления зависимостей, с учетом реально возможных значений соответствующих технико-эксплуатационных показателей.

Этап 5. Проведение анализа влияния ТЭП на функционирование большой автотранспортной системы.

На данном этапе проводится анализ влияния ТЭП на результат работы подвижного состава в системах нижнего уровня и большой системы в целом.

Этап 6. Оценка взаимосвязей между ТЭП.

Для того чтобы провести теоретически обоснованный анализ влияния ТЭП на результат функционирования большой автотранспортной системы

необходимо проверить наличие внутренних взаимосвязей между расстоянием перевозки и среднетехнической скоростью движения, фактической загрузкой автомобиля и временем простоя под погрузкой-разгрузкой, зависимость между уровнем ТЭП и коэффициентом использования автомобиля. В противном случае это может привести к значительному искажению результата.

Этап 7. Моделирование процесса на ЭВМ и установление закономерностей влияния ТЭП на эффективность функционирования большой автотранспортной системы.

Моделирование процесса производится на ЭВМ по специально разработанному алгоритму (см. рисунок 3.9). Результатом моделирования на ЭВМ являются закономерности влияния технико-эксплуатационных показателей автомобилей на конечный результат функционирования большой автотранспортной системы.

Этап 8. Результат функционирования большой автотранспортной системы доставки грузов.

На данном этапе предлагается оценить результат функционирования большой автотранспортной системы доставки грузов через такие показатели, как: общий объем перевезенного груза, процентное выполнение плана перевозок грузов в каждой системе нижнего уровня и большой системе в целом.

Этап 9. Анализ результатов и разработка рекомендаций для планирования конечного результата функционирования большой автотранспортной системы доставки грузов.

Полученные после моделирования на ЭВМ результаты должны быть расшифрованы и проанализированы. На основе анализа вырабатываются научно обоснованные рекомендации для планирования:

- по рациональным значениям ТЭП работы подвижного состава;
- по рациональному количеству подвижного состава соответствующей грузоподъемности;

- по формированию обоснованных плановых заданий в системах нижнего уровня.

ГЛАВА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК (НА ПРИМЕРЕ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРОИТЕЛЬСТВА)

Исследование влияния ТЭП на эффективность функционирования логистической системы обеспечения строительства проводилось прямым счетом при использовании метода цепных подстановок. При расчете показателей работы автомобилей в автотранспортной логистической системе обеспечения строительства использовались ранее разработанные модели / 53, 57, 58, 59, 62, 63, 64 и др /.

Для проведения анализа влияния ТЭП на эффективность функционирования логистической системы обеспечения строительства были приняты следующие ограничения:

1. звенья доставки грузов представляют микросистемы, малые ненасыщенные и насыщенные системы (согласно классификации транспортных систем);
2. в производстве строительных материалов используется три вида сырья, доля сырья А составляет 60%, сырья В - 30%; сырья С - 10%;
3. ведущим звеном в логистической цепи является производитель строительных материалов;
4. максимальная производительность по выпуску строительных материалов составляет 300 тыс.шт.в сутки
5. при исследовании влияния средней технической скорости и времени транспортного обслуживания, когда звено доставки грузов представлено малой ненасыщенной системой, то на звене доставки

сырья А используется 4 автомобиля, сырья В - 3 автомобиля, сырья С - 1 автомобиль;

6. для участка доставки сырья А были взяты следующие условия: длина маршрута (L_m) - 30 км, коэффициент использования пробега (β) - 0,5; грузоподъемность автомобиля (q) - 10т; коэффициент использования грузоподъемности (γ) - 1; средняя техническая скорость (V_T)-24 км/ч; время на погрузку-разгрузку ($t_{пр}$) - 0,25ч; время работы звена (на маршруте) (T_m) - 9ч.
7. для участка доставки сырья В были взяты следующие условия:
 $L_m=20$ км, $\beta=0.5$, $t_{пр}= 0.50$ ч, $T_m=9$ ч, $q\gamma =5$ т; $V_T=24$ км/ч;
8. для участка доставки сырья С были взяты следующие условия:
 $L_m=16$ км, $\beta=0.5$, $t_{пр}= 0.62$ ч, $T_m=9$ ч, $q\gamma =5$ т; $V_T=24$ км/ч
9. потребность сырья А для производства 1 тыс.шт. строительной продукции 1,8т; сырья В - 0,9т; сырья С - 0,3т
10. потребность в строительной продукции 100 тыс. шт. в сутки.

6.1. Исследование влияния средней технической скорости на эффективность функционирования интегрированной цепи поставок

Средняя техническая скорость движения транспортных средств является одним из главных факторов, который определяет эффективность функционирования логистической системы доставки грузов в строительстве. При проведении исследований в качестве измерителя эффективности использовалось время возведения строительного объекта и количество автомобилей обслуживающих логистическую систему. Сокращение затрат времени на возведение строительного объекта позволит получить эффект в логистической системе за счет повышения оборачиваемости средств и сокращения затрат на использование арендованных машин и механизмов.

Кроме того, при установлении закономерностей влияния средней технической скорости необходимо учитывать, что звенья доставки сырья, материалов и готовой продукции в составе логистической системы могут быть представлены различными транспортными системами (микросистемами, особо малыми системами, малыми ненасыщенными и насыщенными системами).

В исследуемой логистической системе осуществляется доставка сырья видов А, В и С на производство строительных материалов и готовой продукции на строительные объекты. Исследования проводились на участках доставки сырья поставщикам, которые по конфигурации соответствуют маятниковым маршрутам различной протяженности.

Поскольку положительный результат в логистической системе зависит от согласованной деятельности всех ее участников, то влияние средней технической скорости исследовалось с учетом изменений в объемах поставок и возможностью их реализации, по всей логистической системе.

В таблице 2.2.1. и на рисунках 2.2.1., 2.2.2., 2.2.3., 2.2.4 представлены результаты исследований, где эффективность функционирования

логистической системы оценивалась возможностью высвобождения автомобилей при увеличении средней технической скорости.

Таблица 2.2.1

Изменение количества автомобилей на участках доставки сырья и готовой продукции в логистической системе при росте средней технической скорости

V _T , км/ч	Выпуск продукции, тыс.шт	Количество автомобилей, ед					
		сырье			потребитель		
		А	В	С	1-й	2-й	3-й
20	100	4	4	1	3	4	3
21		4	4	1	3	4	3
22		4	4*	1	3	4	3
23		4	3	1	3	4*	3
24		4*	3	1	3	3	3
25		3	3	1	3*	3	3
26		3	3	1	2	3	3
27		3	3	1	2	3	3
28		3	3	1	2	3	3
29		3	3	1	2	3	3
30		3	3	1	2	3	3
31		3	3	1	2	3	3
32		3	3	1	2	3	3
33		3	3	1	2	3	3
34		3	3	1	2	3	3
35		3	3	1	2	3	3
36		3	3	1	2	3	3

*- значение скорости, при котором малая автотранспортная система на участке доставки грузов в логистической системе обеспечения строительства становится насыщенной.

Анализ графических зависимостей (рисунок 2.2.1., 2.2.2., 2.2.3., 2.2.4) показывает, что не каждое приращение средней технической скорости автомобилей сопровождается положительным эффектом в логистической системе обеспечения строительства.

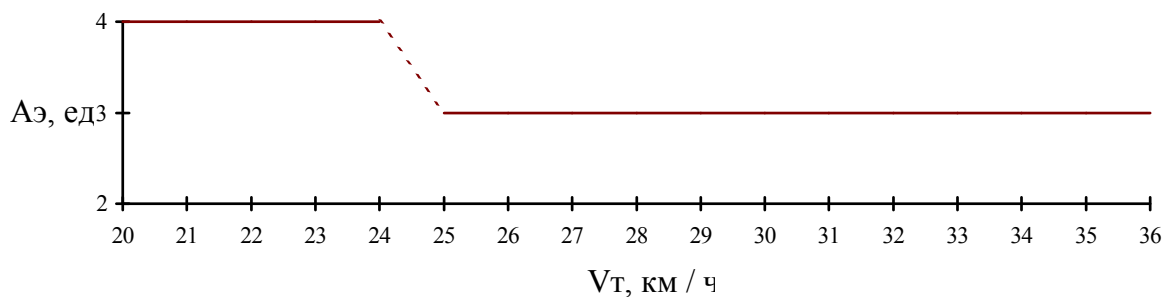


Рисунок 2.2.1 - Закономерность изменения $A_э$ при увеличении V_t на участке доставки сырья А

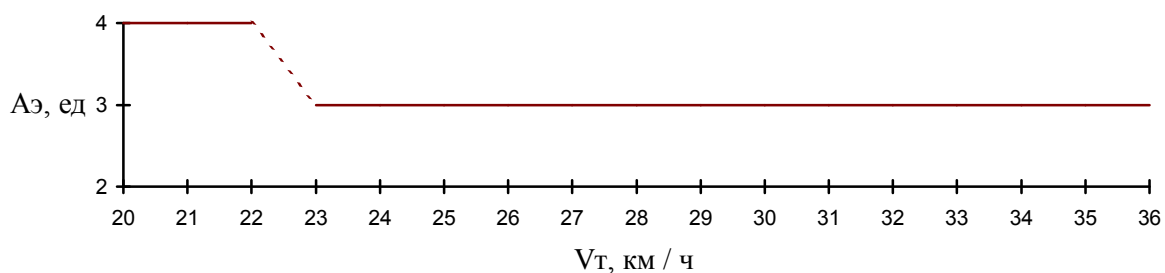


Рисунок 2.2.2. - Закономерность изменения $A_э$ при увеличении V_t на участке доставки сырья В

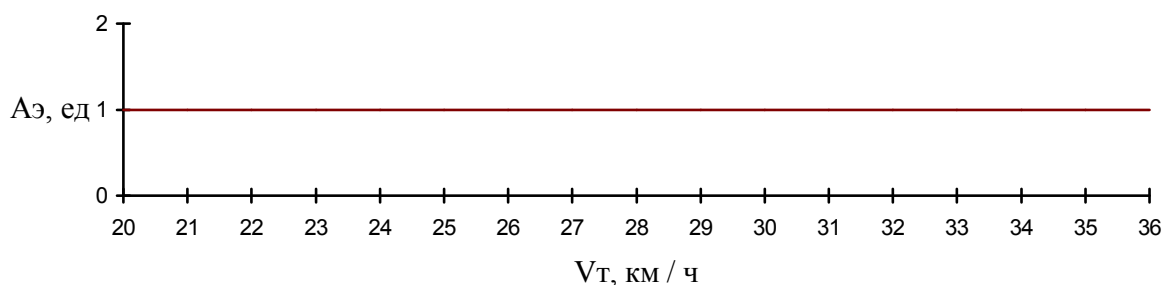


Рисунок 2.2.3. - Закономерность изменения $A_э$ при увеличении V_t на участке доставки сырья С

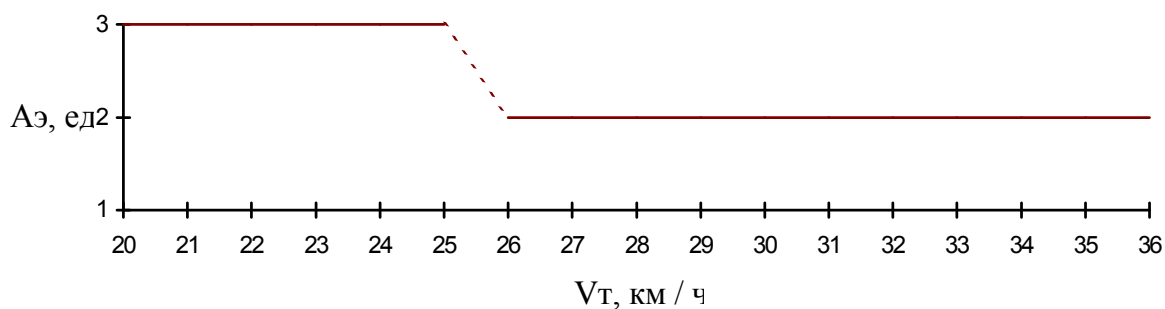


Рисунок 2.2.4. - Закономерность изменения $A_э$ при увеличении V_t

на участке доставки готовой продукции потребителю

Выявлены значительные интервалы изменения средней технической скорости автомобилей, обслуживающих логистическую систему, которые не сопровождаются высвобождением автомобилей. В приведенном примере это интервалы:

- * для участка доставки сырья А - 20-24 км/ч, 25-36 км/ч;
- * для участка доставки сырья В - 20-22 км/ч, 23-36 км/ч;
- * для участка доставки сырья С - 20-36 км/ч;
- * для участка доставки готовой продукции - 20-24 км/ч, 26-36 км/ч;
- * для всей логистической системы - 20-22 км/ч, 26-36 км/ч.

Графические зависимости, представленные на рисунках 2.2.1, 2.2.2., 2.2.3., 2.2.4. описываются разрывными линейными функциями.

По результатам проведенных исследований установлено, что на каждом участке логистической системы свои значения рациональной средней технической скорости, которые необходимо использовать на этапе планирования. Все промежуточные значения только приведут к необоснованному росту затрат. В приведенном примере, определены следующие значения рациональной скорости:

- * для участка доставки сырья А - 25 км/ч;
- * для участка доставки сырья В - 23 км/ч;
- * для участка доставки сырья С - 20 км/ч;
- * для участка доставки готовой продукции - 26 км/ч;

Использование рациональной средней технической скорости на стадии планирования, в рассматриваемом примере, позволит высвободить один автомобиль на участках А, В и участке доставки готовой продукции в логистической системе обеспечения строительства. Кроме того, данным значениям средней технической скорости соответствует целое число ездов, плановое время функционирования логистической системы (срок

строительства) и соблюдается пропорциональность доставки сырья по всем поставщикам.

В рассматриваемом примере установлено, что при достижении средней технической скорости величин 24км/ч (участок А) и 22км/ч (участок В) транспортный участок логистической системы становится насыщенной автотранспортной системой (п.2.1.), а поскольку количество перевозимого груза ограничено, то при дальнейшем увеличении скорости происходит высвобождение автомобиля.

В таблице 2.2.3. и на рисунках 2.2.7., 2.2.8., 2.2.9. представлены результаты исследований, где эффективность функционирования логистической системы оценивалась возможностью сокращения затрат времени на возведение строительного объекта (монтаж) за счет дополнительного выпуска строительных материалов при увеличении средней технической скорости на участках доставки сырья.

Анализ графических зависимостей (рисунок 2.2.7., 2.2.8., 2.2.9.) показывает, что не каждое приращение средней технической скорости автомобилей сопровождается положительным эффектом в логистической системе в целом.

Таблица 2.2.3

Изменение выработки автомобилей, объема выпуска строительных материалов и сроков строительства при увеличении скорости на участках доставки сырья

V _T , км/ч	сырье А				сырье В				сырье С			
	Аэ, ед	Q,т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни	Аэ, ед	Q, т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни	Аэ, ед	Q,т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20	4	180	100	10	3	80	89	12	1	30	100	10
21	4	200	111	10	3	80	89	12	1	30	100	10
22	4	200	111	10	3	85	94	11	1	30	100	10
23	4	200	111	10	3	90	100	10	1	30	100	10
24	4	210	117	9	3	90	100	10	1	30	100	10
25	4	230	128	8	3	90	100	10	1	35	117	9

26	4	240	133	8	3	95	105	10	1	35	117	9
27	4	240	133	8	3	100	111	10	1	35	117	9
28	4	240	133	8	3	100	111	10	1	35	117	9
29	4	250	139	8	3	105	116	9	1	35	117	9
30	4	260	144	7	3	105	116	9	1	35	117	9
31	4	280	156	7	3	105	116	9	1	35	117	9
32	4	280	156	7	3	110	122	9	1	40	133	8
33	4	280	156	7	3	110	122	9	1	40	133	8
34	4	280	156	7	3	110	122	9	1	40	133	8
35	4	290	161	7	3	115	128	8	1	40	133	8
36	4	310	172	6	3	115	128	8	1	40	133	8

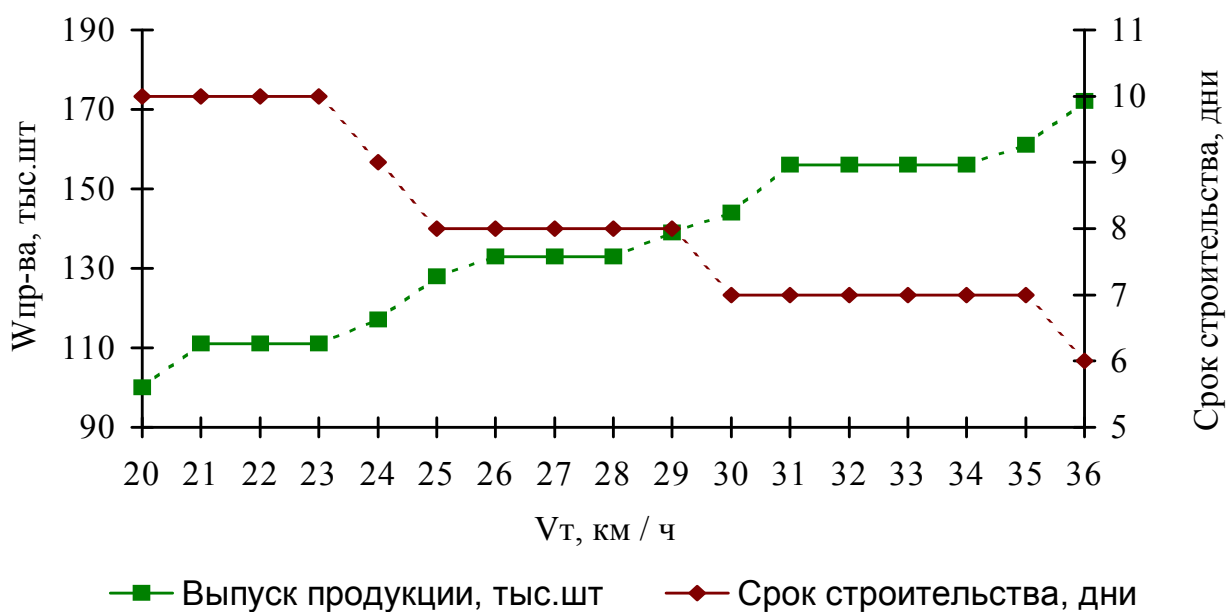


Рисунок 2.2.7. - Закономерность изменения $W_{пр-ва}$ и срока строительства при увеличении V_T на участке доставки сырья А

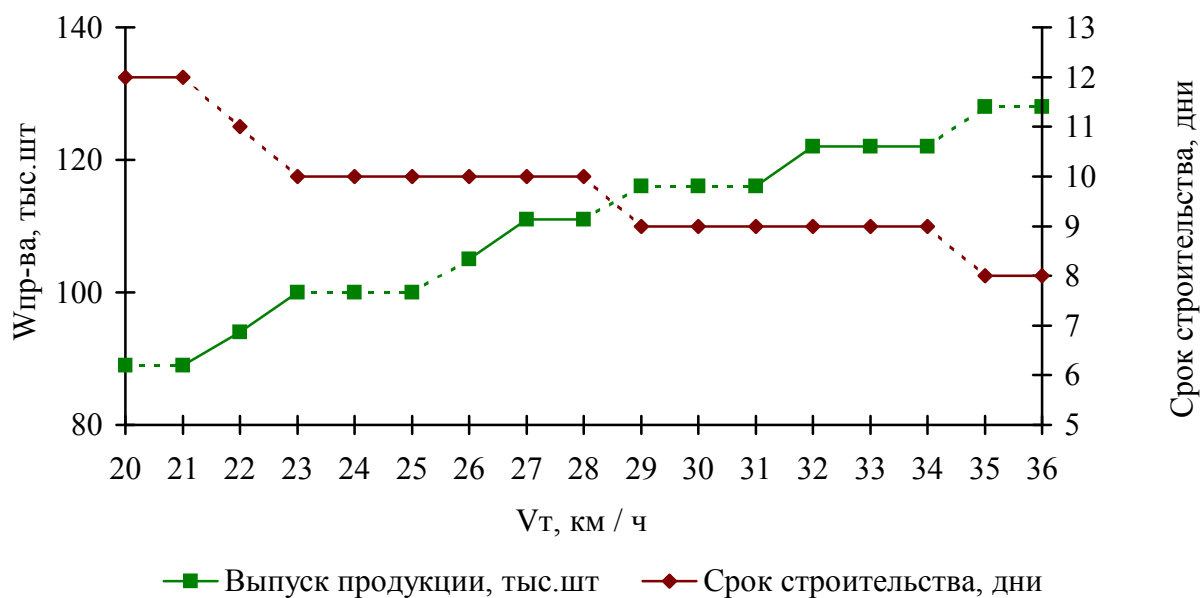


Рисунок 2.2.8. - Закономерность изменения $W_{\text{пр-ва}}$ и срока строительства при увеличении V_T на участке доставки сырья В

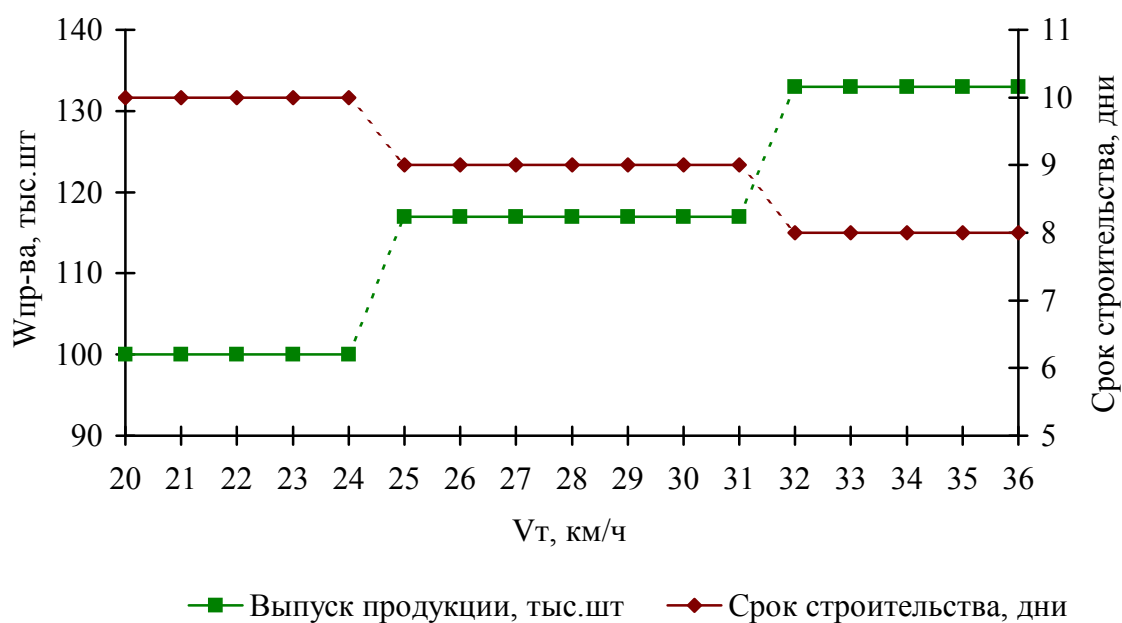


Рисунок 2.2.9. - Закономерность изменения $W_{\text{пр-ва}}$ и срока строительства при увеличении V_T на участке доставки сырья С

Выявлены значительные интервалы изменения средней технической скорости автомобилей, обслуживающих логистическую систему, которые не

сопровождаются сокращением затрат времени на возведение строительного объекта. В приведенном примере это интервалы:

- для участка доставки сырья А - 20-23 км/ч, 25-29 км/ч, 30-35 км/ч;
- для участка доставки сырья В- 20-21км/ч, 23-28км/ч, 29-34км/ч; 35-36км/ч
- для участка доставки сырья С - 20-24 км/ч, 25-31км/ч, 32-36км/ч.

Графические зависимости, представленные на рисунках 2.2.5 – 2.2.9. описываются разрывными линейными функциями.

По условию целочисленности ездов рациональными являются следующие значения средней технической скорости:

- на участке доставки сырья А - 20 км/ч, 21км/ч, 24 км/ч, 25км/ч, 26км/ч, 29км/ч, 30км/ч, 31 км/ч, 35 км/ч, 36км/ч;
- на участке доставки сырья В - 20км/ч, 21 км/ч, 24км/ч, 25 км/ч, 26 км/ч, 29км/ч, 30 км/ч, 31 км/ч, 35км/ч, 36 км/ч;
- на участке доставки сырья С - 20км/ч, 25км/ч, 32км/ч.

Но как показали результаты исследований, условие целочисленности ездов является необходимым, но недостаточным условием для определения рациональной средней технической скорости в логистической системе. Так как при одинаковых скоростях на участках логистической системы пропорция доставляемого вида сырья в готовой продукции может не соблюдаться.

Кроме того, не каждый дополнительный выпуск строительных материалов позволяет сократить срок строительства. В приведенном примере это интервалы:

- для участка доставки сырья А - 20-21км/ч, 28-29км/ч, 34-35км/ч;
- для участка доставки сырья В -22-23км/ч, 25-26км/ч, 28-29км/ч, 31-32км/ч;

Следовательно, для каждого участка должна быть установлена своя скорость, которая соответствует выпуску определенной партии готовой продукции, целому числу ездов автомобилей и целому числу дней строительства.

В приведенном примере, определены следующие значения рациональной скорости, в соответствии с затратами времени на строительство (монтаж) объекта (см. таблица 2.2.3):

- для участка доставки сырья А - 20 км/ч, 24км/ч, 25км/ч;
- для участка доставки сырья В - 23 км/ч, 29км/ч, 35км/ч;
- для участка доставки сырья С - 20 км/ч, 24км/ч, 32км/ч.

Таким образом, по результатам проведенных исследований влияния средней технической скорости на эффективность функционирования логистической системы доставки грузов в строительстве можно сделать следующие выводы:

- графические зависимости при изменении средней технической скорости на участках доставки грузов в логистической системе соответствуют разрывным линейным функциям;
- существуют значительные интервалы увеличения средней технической скорости, которые не сопровождаются повышением эффективности работы логистической системы в целом. Не учет этого явления может приводить к ошибкам в планировании доставки грузов в логистической системе обеспечения строительства;
- увеличение средней технической скорости на участках доставки грузов в логистической системе сопровождается положительным результатом только в случае, когда наблюдается сокращение затрат времени на возведение строительного объекта или происходит высвобождение автомобилей;
- при определении рационального значения средней технической скорости автомобилей обслуживающих логистическую систему доставки строительных грузов потребителям, необходимо учитывать критерий оценки эффективности ее функционирования;
- если критерий оценки эффективности функционирования логистической системы обеспечения строительства $A_э \Rightarrow \min$ при $T_{стр-ва} = \text{const}$, то справедливо следующее: когда группа автомобилей не может реализовать

более высокую скорость при обслуживании логистической системы, которой соответствует целое число ездов и происходит высвобождение хотя бы одного автомобиля (в рассматриваемом примере: участок А–25км/ч; В-23км/ч; при доставке строительных материалов на объект – 26км/ч), то они должны двигаться с меньшей скоростью, которой соответствует целое число ездов (в рассматриваемом примере для всех участков 20 км/ч). Эта скорость будет экономически целесообразной, так как все промежуточные значения будут только сопровождаться необоснованными затратами.

- в случае, если критерий $T_{\text{стр-ва}} \Rightarrow \min$ при $A \equiv \text{const}$, то справедливо следующее: когда группа автомобилей не может реализовать более высокую скорость при обслуживании логистической системы, которой соответствует целое число ездов, пропорциональность поставок сырья по всем поставщикам и происходит сокращение сроков строительства (монтажа) объекта хотя бы на один день (в рассматриваемом примере: участок А–24км/ч; В-29км/ч; С-24км/ч; при доставке строительных материалов на объект – 24км/ч), то они должны двигаться с меньшей скоростью, которой соответствует целое число ездов и плановый срок строительства (в рассматриваемом примере: участок А-20км/ч; В-23км/ч; С-20км/ч; при доставке строительных материалов на объект-20 км/ч).
- в логистической системе рациональной является такая величина средней технической скорости, при которой:
 - * соблюдается пропорциональность доставки сырья по всем поставщикам;
 - * автомобили, обслуживающие логистическую систему выполняют целое число ездов;
 - * срок возведения (монтажа) строительного объекта соответствует целому числу дней.

6.2. Исследование влияния времени транспортного обслуживания интегрированной цепи поставок

Продолжительность транспортного обслуживания в рамках логистической системы на одном из ее участков определяется наименьшей продолжительностью работы одного из грузоперерабатывающих пунктов. Эффективность функционирования логистической системы можно определить затратами времени на продвижение материального потока до конечного потребителя (в проводимых исследованиях - это срок строительства объекта) и возможностью высвобождения автомобилей. Сокращение количества автомобилей, обслуживающих логистическую систему позволит снизить совокупные затраты системы, так как значительную их долю составляют транспортные расходы по перемещению сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

Поскольку время на продвижение материального потока по логистической системе достаточно велико, то можно предположить, что и влияние времени транспортного обслуживания на эффективность функционирования логистической системы будет значительно.

При проведении исследований в логистических системах необходимо учитывать, что увеличение продолжительности функционирования транспортной системы на одном из участков логистической системы без согласования работы всех других участников, может привести к заговариванию складов по одним видам сырья и к невозможности поставок по другим.

В исследуемую логистическую систему входит доставка сырья А, В, С и доставка строительных материалов на строительные объекты. Исследования проводились на участках доставки сырья поставщикам, которые по конфигурации соответствуют маятниковым маршрутам.

Одно из организационных условий функционирования логистической системы - это согласованная работа всех звеньев системы. Время работы

автомобилей при доставке сырья согласовано со временем работы поставщиков, время работы автомобилей при доставке строительных материалов на стройплощадку согласовано с графиком строительных работ. Режим работы производителя строительных материалов - круглосуточный.

Результаты исследований позволят установить зависимость между продолжительностью функционирования на одном транспортном участке и общим временем функционирования логистической системы обеспечения строительства.

В таблице 2.3.1. и на рисунках 2.3.1.,2.3.2.,2.3.3.,2.3.4. представлены результаты исследований, где эффективность логистической системы оценивалась возможностью высвобождения автомобилей при увеличении времени их работы.

Таблица 2.3.1

Изменение количества автомобилей на участках доставки сырья и готовой продукции в логистической системе при увеличении времени транспортного обслуживания системы

Тн, ч	Выпуск продукции, тыс.шт	Количество автомобилей, ед					
		сырье			потребитель		
		А	В	С	1-й	2-й	3-й
1	2	3	4	5	6	7	8
4	100	-	-	3	8	8	8
5		7	-	2	5	8	8
6		6	-	2	5	6	5
7		5	4	2	4	6	5
8		4	4	1	3	4	4
9		4	3	1	3	4	3
10		3	3	1	3	3	3
11		3	3	1	2	3	3
12		3	3	1	2	3	3
13		3	2	1	2	3	2
14		2	2	1	2	2	2
15		2	2	1	2	2	2
16		2	2	1	2	2	2

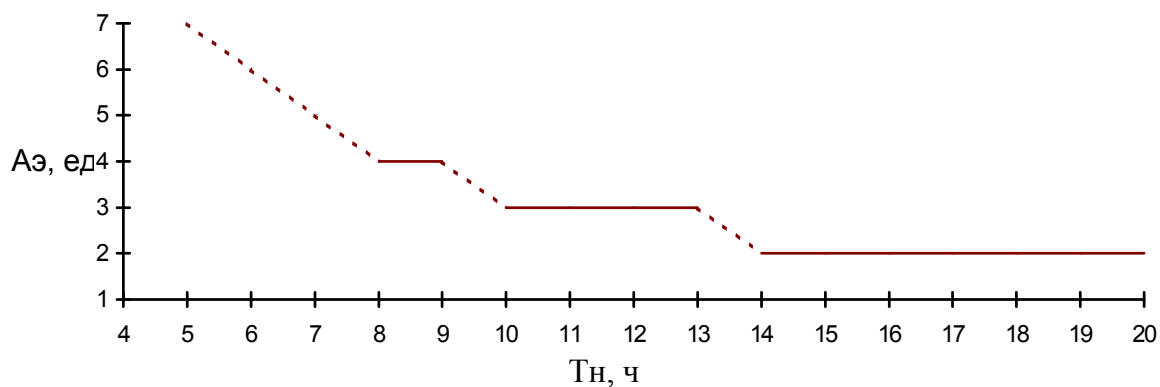


Рисунок 2.3.1 - Закономерность изменения $Aэ$ при увеличении $Tн$ на участке доставки сырья А

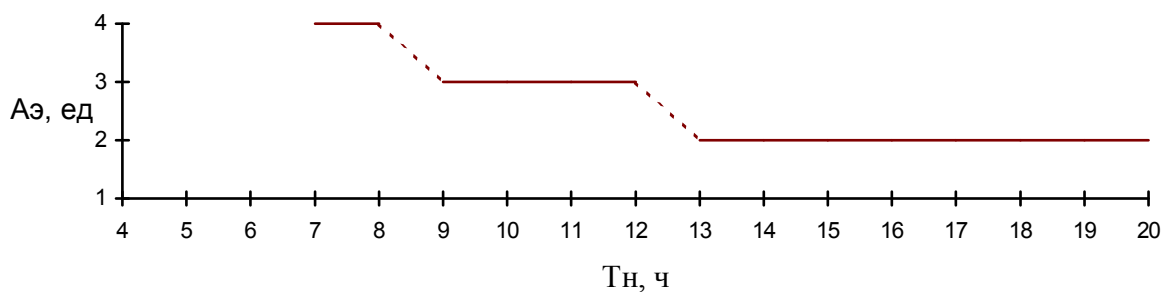


Рисунок 2.3.2. - Закономерность изменения $Aэ$ при увеличении $Tн$ на участке доставки сырья В

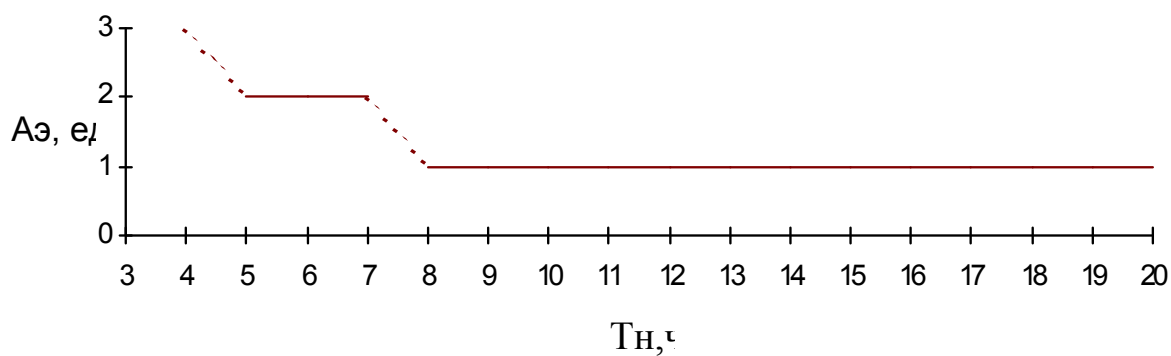


Рисунок 2.3.3. - Закономерность изменения $Aэ$ при увеличении $Tн$ на участке доставки сырья С

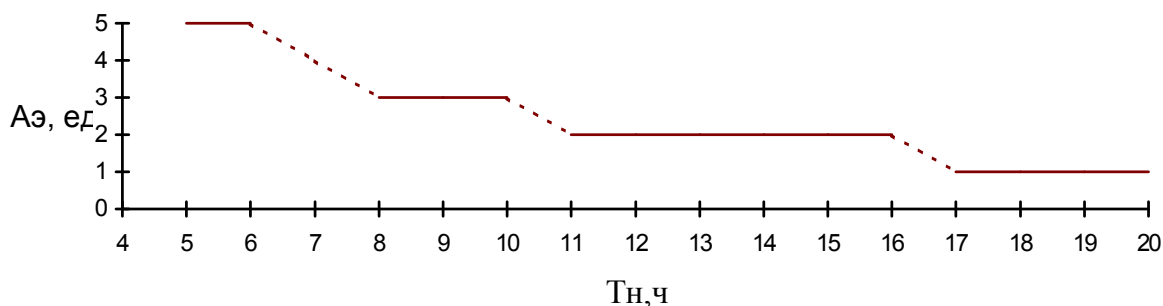


Рисунок 2.3.4. - Закономерность изменения $Aэ$ при увеличении $Tн$ на участке доставки готовой продукции потребителю

Анализ графических зависимостей (рисунок 2.3.1., 2.3.2., 2.3.3., 2.3.4.), показывает, что не каждое увеличение времени транспортного обслуживания сопровождается положительным эффектом в логистической системе обеспечения строительства.

Выявлены значительные интервалы увеличения времени транспортного обслуживания звена “поставщики - завод-изготовитель” в логистической системе обеспечения строительства, которые не сопровождаются высвобождением автомобилей. В приведенном примере это интервалы:

- * для участка доставки сырья А - 8-9ч, 10-13ч, 14-20ч;
- * для участка доставки сырья В - 7-8ч, 9-12ч, 13-20ч;
- * для участка доставки сырья С - 5-7ч, 8-20ч;
- * для участка доставки готовой продукции - 5-6ч, 8-10ч, 11-16ч, 17-20ч;
- * для всей логистической системы - 11-12ч, 14-16ч, 18-20ч.

Графические зависимости, представленные на рисунках 2.3.1, 2.3.2., 2.3.3., 2.3.4. описываются разрывными линейными функциями.

По результатам проведенных исследований установлено, что на каждом участке логистической системы свои значения рационального времени транспортного обслуживания, которые обеспечивают согласованную и бесперебойную работу всех ее звеньев и позволяют максимально использовать их пропускную способность. Все промежуточные значения

только приведут к необоснованному росту затрат. В приведенном примере, определены следующие значения рационального времени транспортного обслуживания логистической системы:

- * для участка доставки сырья А - 8ч;
- * для участка доставки сырья В - 9ч;
- * для участка доставки сырья С - 8ч;
- * для участка доставки готовой продукции - 8ч.

Использование рационального времени транспортного обслуживания логистической системы обеспечения строительства на стадии планирования, в рассматриваемом примере, позволит максимально использовать провозные возможности автомобилей и свести к минимуму затраты на их эксплуатацию, а также завершить строительство (монтаж) объекта в срок и избежать необоснованного накопления запасов сырья и строительных материалов на различных участках логистической системы.

При проведении исследований выявлены значения минимально необходимого времени, чтобы обеспечить выпуск строительных материалов в соответствии с плановым графиком строительства:

- * для участка доставки сырья А - 5 часов;
- * для участка доставки сырья В - 7 часов;
- * для участка доставки сырья С - 4 часа
- * для участка доставки готовой продукции потребителю - 5 часов.

В таблице 2.3.3. и на рисунках 2.3.6., 2.3.7., 2.3.8. представлены результаты исследований, где эффективность функционирования логистической системы оценивалась возможностью сокращения затрат времени на возведение строительного объекта за счет дополнительного выпуска строительных материалов при увеличении времени транспортного обслуживания на участках доставки сырья.

Изменение выработки автомобилей, объема выпуска строительных материалов и сроков строительства при увеличении времени транспортного обслуживания на участках доставки сырья

Тн, ч	сырье А				сырье В				сырье С			
	Аэ, ед	Q,т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни	Аэ, ед	Q, т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни	Аэ, ед	Q,т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	4	80	44	23	3	35	39	20	1	15	50	20
5	4	120	67	15	3	45	50	15	1	15	50	20
6	4	130	72	14	3	60	67	13	1	20	67	15
7	4	160	89	12	3	70	78	10	1	25	83	13

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	4	200	111	10	3	80	89	9	1	30	100	10
9	4	210	117	9	3	90	100	8	1	30	100	10
10	4	240	133	8	3	105	117	7	1	35	117	9
11	4	280	156	7	3	115	128	6	1	40	133	8
12	4	290	161	7	3	125	139	6	1	45	150	7
13	4	320	178	6	3	135	150	5	1	50	167	6
14	4	360	200	5	3	150	167	5	1	50	167	6
15	4	370	206	5	3	160	178	5	1	55	183	6
16	4	400	222	5	3	170	189	4	1	60	200	5

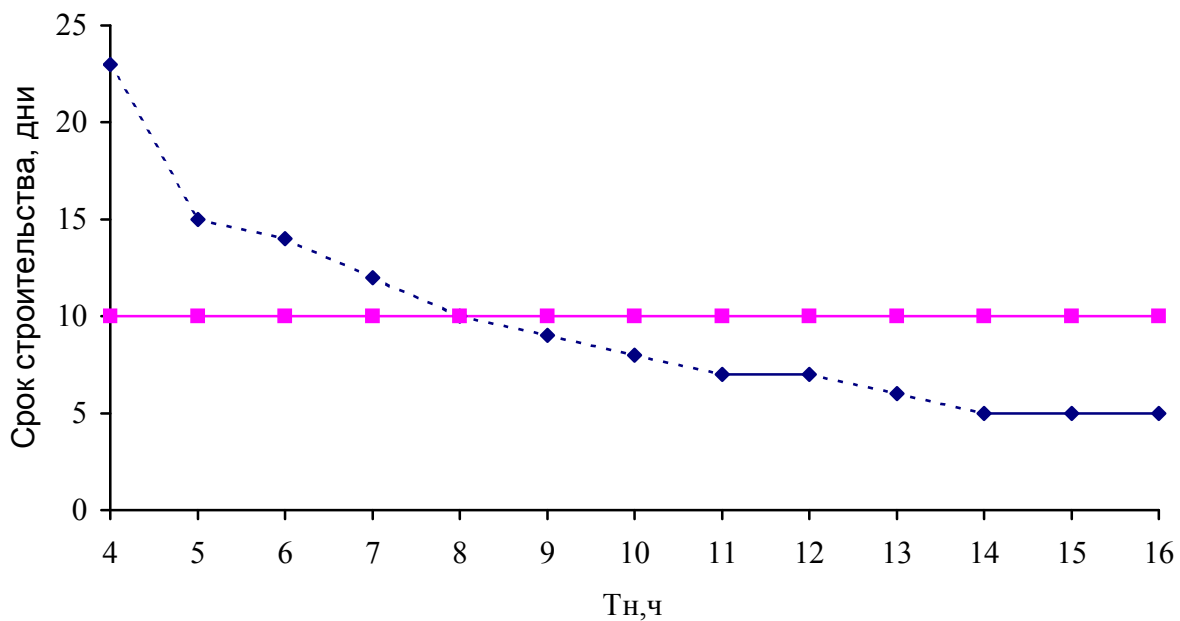
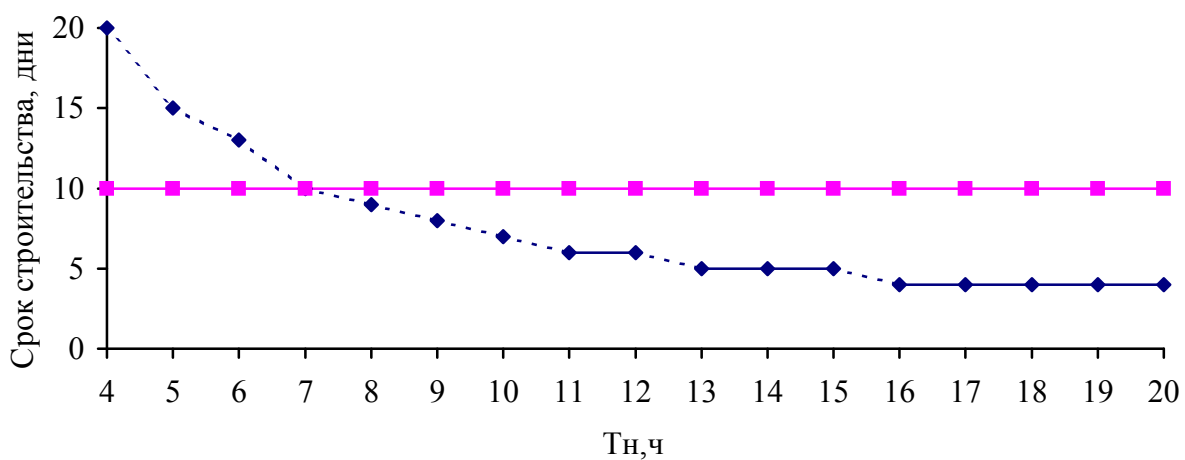


Рисунок 2.3.6. - Закономерность изменения сроков строительства при увеличении времени транспортного обслуживания на участке доставки сырья А



—◆— Фактический срок строительства, дни —■— Плановый срок строительства, дни

Рисунок 2.3.7. - Закономерность изменения сроков строительства при увеличении времени транспортного обслуживания на участке доставки сырья В

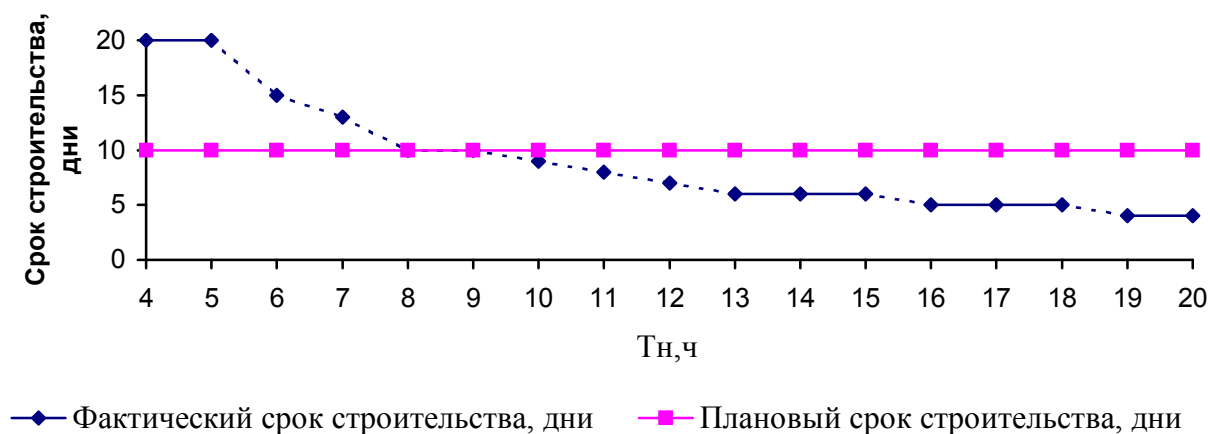


Рисунок 2.3.8. - Закономерность изменения сроков строительства при увеличении времени транспортного обслуживания на участке доставки сырья С

Анализ графических зависимостей (рисунок 2.3.6., 2.3.7., 2.3.8.) показывает, что не каждое увеличение времени транспортного обслуживания сопровождается положительным эффектом в логистической системе.

Выявлены интервалы увеличения времени транспортного обслуживания логистической системы, которые не сопровождаются сокращением затрат времени на возведение строительного объекта. В приведенном примере это интервалы:

- для участка доставки сырья А - 11-12ч, 14-17ч, 18-20ч;
- для участка доставки сырья В - 11-12ч, 13-15ч, 16-20ч;
- для участка доставки сырья С - 4-5ч, 8-9ч, 13-15ч, 16-18ч, 19-20ч

Графические зависимости, представленные на рисунках 2.3.6, 2.3.7., 2.3.8. описываются разрывными линейными функциями.

Сокращать срок строительства (монтажа) в результате увеличения времени транспортного обслуживания логистической системы обеспечения строительства рекомендуется сразу на сутки, двое или больше, а сокращение, например, на 3 часа или сутки и 2 часа не целесообразно.

Для рассматриваемого примера были установлены рациональные значения времени транспортного обслуживания логистической системы по каждому участку доставки сырья в соответствии с возможным сокращением сроков строительства (монтажа) (таблица 2.3.3).

Таблица 2.3.3

Комбинации значений рационального времени транспортного обслуживания по поставщикам сырья в логистической системе в зависимости от сроков строительства

Срок строительства, дни	Сырье А	Сырье В	Сырье С
10	8	7	8
9	9	8	10
8	10	9	11
7	11	10	12
6	13	11	13
5	14	13	16
4	18	16	19

Использование рационального времени транспортного обслуживания логистической системы на стадии планирования позволит исключить непроизводительные простои оборудования погрузочно-разгрузочных пунктов и других производств задействованных в продвижении материального потока до конечного потребителя.

Таким образом, по результатам проведенных исследований влияния времени транспортного обслуживания логистической системы на эффективность ее функционирования можно сделать следующие выводы:

- графические зависимости при изменении времени транспортного обслуживания на участках доставки грузов в логистической системе соответствуют разрывным линейным функциям;
- существуют интервалы увеличения времени транспортного обслуживания, которые не сопровождаются повышением эффективности работы логистической системы обеспечения строительства целом;

- увеличение времени транспортного обслуживания на участках доставки грузов в логистической системе сопровождается положительным результатом только в случае, когда наблюдается сокращение затрат времени на возведение строительного объекта или происходит высвобождение автомобилей.
- на каждом участке логистической системы должны быть установлены свои рациональные значения времени транспортного обслуживания, которым соответствует выпуск определенной партии готовой продукции;
- увеличивать время транспортного обслуживания логистической системы обеспечения строительства рекомендуется только в случае сокращения сроков строительства не менее чем на 1 день, за счет резервов дополнительного выпуска строительных материалов и возможности их полного использования;
- если нет возможности сократить срок строительства (монтажа) или количество автомобилей за счет увеличения времени транспортного обслуживания, то на этапе проектирования логистической системы обеспечения строительства целесообразно использовать минимально необходимое время, которое позволит обеспечить выпуск продукции в соответствии с графиком строительства;
- в логистической системе обеспечения строительства рациональной является такая величина времени транспортного обслуживания, при которой:
 - соблюдается согласованность действий и бесперебойность работы всех звеньев логистической системы;
 - максимально используются провозные возможности транспортных средств, обслуживающих логистическую систему;
 - соблюдается пропорциональность доставки сырья по всем поставщикам для выпуска определенной партии готовой продукции;
 - автомобили, обслуживающие логистическую систему выполняют целое число ездов;

- срок возведения строительного объекта соответствует целому числу дней.

6.3. Исследование влияния грузоподъемности автомобилей на эффективность функционирования интегрированной цепи поставок

Грузоподъемность подвижного состава - один из важнейших показателей, определяющий объем выпуска строительных материалов через объемы доставки сырья для их производства. Номинальная грузоподъемность подвижного состава является величиной постоянной, но в зависимости от того, какие грузы перевозятся или насколько загружено транспортное средство, использоваться она может по-разному. Поэтому при исследовании влияния грузоподъемности автомобиля необходимо оперировать величиной $q_{\text{у}}$, учитывающей степень использования грузоподъемности транспортных средств.

Для выявления закономерностей влияния грузоподъемности автомобиля на эффективность функционирования логистической системы проводились исследования на участках доставки сырья А, В и С, где использовался различный подвижной состав. Кроме того, при проведении исследований необходимо учитывать, что звенья доставки сырья в составе логистической системы по конфигурации соответствуют маятниковым маршрутам и могут быть представлены различными транспортными системами (микросистемами, особо малыми системами, малыми ненасыщенными и насыщенными системами).

Поскольку изменение условий функционирования одного звена логистической системы вызывает изменения не только в конце системы, но и на других звеньях, то влияние грузоподъемности автомобилей исследовалось с учетом изменений в объемах поставок и возможностью их реализации, по всем участкам логистической системы. Использование автомобиля большей грузоподъемности на одном из участков логистической системы без согласования работы всех других участников, может привести к

затовариванию складов по одним видам сырья и к невозможности поставок по другим.

Так как от грузоподъемности подвижного состава зависит время простоя под погрузкой - разгрузкой, поэтому при проведении исследований необходимо учитывать ранее установленную зависимость:

$$t_{\text{пв}} = \tau_{\text{пв}} \cdot q\gamma \quad , \quad (1)$$

где $t_{\text{пв}}$ - время простоя автомобиля под погрузкой-разгрузкой, ч;

$\tau_{\text{пв}}$ - время погрузки-разгрузки одной тонны груза, ч;

q - номинальная грузоподъемность автомобиля, т;

γ - коэффициент использования грузоподъемности автомобиля.

При проведении исследований эффективность функционирования логистической системы обеспечения строительства оценивалась сроками возведения (монтажа) строительного объекта и возможностью высвобождения автомобилей, обслуживающих ее.

В таблице 2.4.1. и на рисунках 2.4.1., 2.4.2., 2.4.3., 2.4.4. представлены результаты исследований, где эффективность логистической системы оценивалась возможностью высвобождения автомобилей при увеличении их фактической грузоподъемности.

Таблица 2.4.1

Изменение количества автомобилей на участках доставки сырья и готовой продукции в логистической системе при увеличении их фактической грузоподъемности

qγ, т	Выпуск продукции, тыс.шт	Количество автомобилей, ед					
		сырье			потребитель		
		А	В	С	1-й	2-й	3-й
1	2	3	4	5	6	7	8
4	100	8	4	2	4	3	3
5		6	3	1	3	3	3
6		5	3	1	3	3	2
7		5	3	1	3	2	2
8		5	3	1	2	2	2
9		4	2	1	2	2	1

10		4	2	1	2	2	1
11		4	2	1	1	2	1
12		3	2	1	1	2	1
13		3	2	1	1	2	1
14		3	2	1	1	2	1
15		3	2	1	1	1	1
16		3	2	1	1	1	1
17		3	2	1	1	1	1
18		2	2	1	1	1	1
19		2	2	1	1	1	1
20		2	2	1	1	1	1

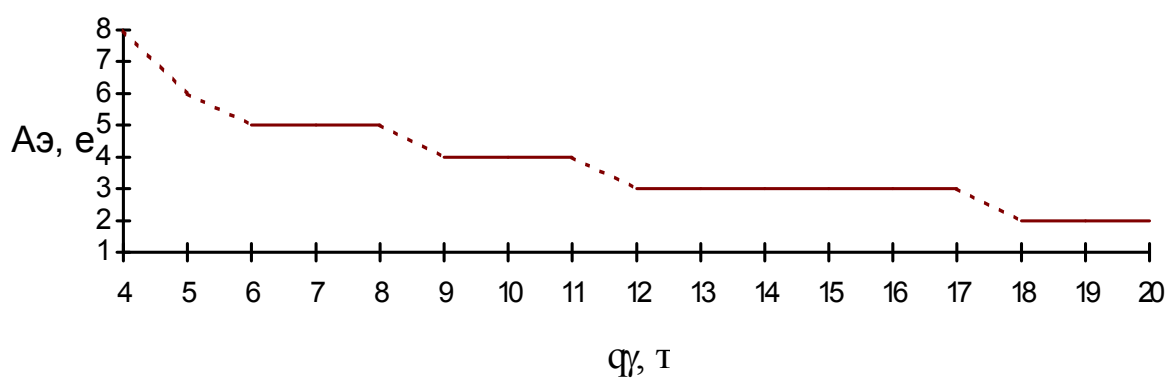


Рисунок 2.4.1 - Закономерность изменения $Aэ$ при увеличении $qγ$ на участке доставки сырья А

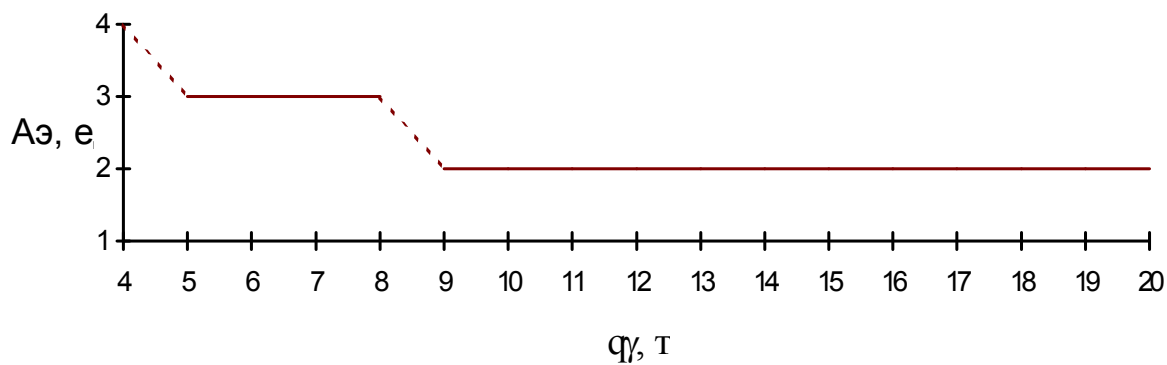


Рисунок 2.4.2. - Закономерность изменения $Aэ$ при увеличении $qγ$ на участке доставки сырья В

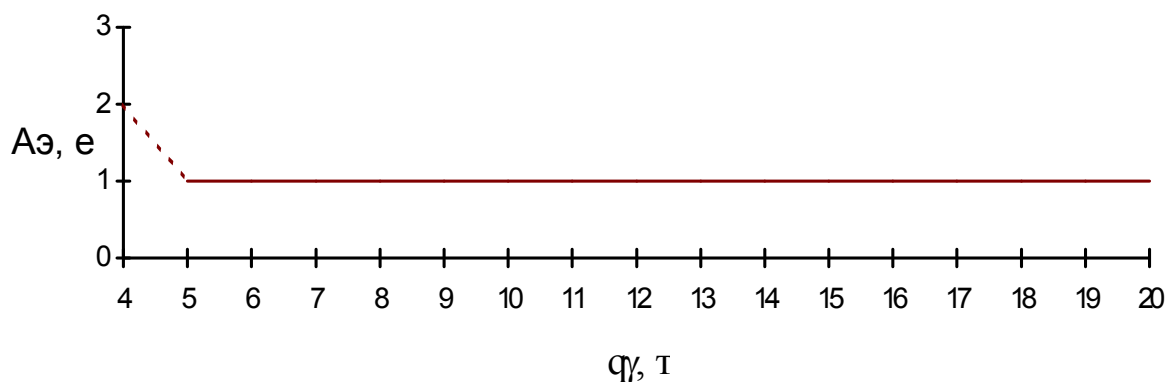


Рисунок 2.4.3. - Закономерность изменения $A_{э}$ при увеличении q_u на участке доставки сырья С

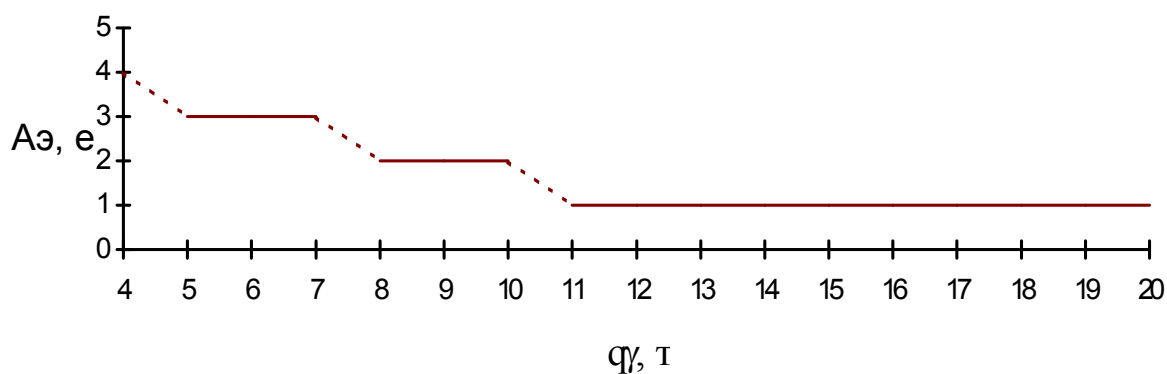


Рисунок 2.3.4. - Закономерность изменения $A_{э}$ при увеличении q_u на участке доставки готовой продукции потребителю

Анализ расчетов (таблица 2.4.1) и графических зависимостей (рисунок 2.4.1., 2.4.2., 2.4.3., 2.4.4.), показывает, что не каждое увеличение фактической грузоподъемности автомобилей на участках доставки сырья для производства строительных материалов сопровождается положительным эффектом в логистической системе обеспечения строительства.

Выявлены значительные интервалы увеличения фактической грузоподъемности автомобилей звена “поставщики - завод-изготовитель” в логистической системе, которые не сопровождаются высвобождением автомобилей. В приведенном примере это интервалы:

- * для участка доставки сырья А - 6-8т, 9-11т, 12-17т, 18-20т;
- * для участка доставки сырья В - 5-8т, 9-20т;

- * для участка доставки сырья С - 5-20т;
- * для участка доставки готовой продукции - 5-7т, 8-10т, 11-20т;
- * для всей логистической системы - 6-7т, 9-10т, 12-17т, 18-20т.

Графические зависимости, представленные на рисунках 2.4.1, 2.4.2., 2.4.3., 2.4.4. описываются разрывными линейными функциями.

По результатам проведенных исследований установлено, что на каждом участке логистической системы свои значения рациональной грузоподъемности автомобилей, которые необходимо использовать на этапе планирования. В приведенном примере, определены следующие значения рациональной грузоподъемности автомобилей, обслуживающих логистическую систему:

- * для участка доставки сырья А - 4т, 5т, 6т, 9т, 12т, 18т;
- * для участка доставки сырья В - 4т, 5т, 9т;
- * для участка доставки сырья С - 4т, 5т;
- * для участка доставки готовой продукции - 4т, 5т, 8т, 11т.

Использование рациональной грузоподъемности на стадии планирования должна обеспечивать бесперебойную работу всех грузовых пунктов логистической системы, способствовать сокращению потребности в транспортных средствах и операций по их обслуживанию. Кроме того, в рассматриваемом примере, значениям фактической грузоподъемности соответствует целое число ездов, плановое время функционирования логистической системы (срок строительства) и соблюдается пропорциональность доставки сырья по всем поставщикам.

В таблице 2.4.2. и на рисунках 2.4.5., 2.4.6., 2.4.7. представлены результаты исследований, где эффективность функционирования логистической системы оценивалась возможностью сокращения затрат времени на возведение строительного объекта за счет дополнительного выпуска строительных материалов при увеличении фактической грузоподъемности автомобилей на участках доставки сырья.

Изменение выработки автомобилей, объема выпуска строительных материалов и сроков строительства при увеличении фактической грузоподъемности автомобилей на участках доставки сырья

qу, т	сырье А				сырье В				сырье С			
	Аэ, ед	Q,т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни	Аэ, ед	Q, т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни	Аэ, ед	Q,т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	4	96	53	19	3	76	84	12	1	28	93	11

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	4	120	67	15	3	90	100	10	1	30	100	10
6	4	144	80	13	3	102	113	9	1	36	120	9
7	4	161	89	12	3	112	124	9	1	35	117	9
8	4	176	98	11	3	120	133	8	1	40	133	8
9	4	189	105	10	3	135	150	7	1	45	150	7
10	4	210	117	9	3	140	156	7	1	40	133	8
11	4	220	122	9	3	143	159	7	1	44	147	7
12	4	240	133	8	2	108	120	9	1	48	160	7
13	4	260	144	7	2	104	116	9	1	39	130	8
14	4	280	156	7	2	112	124	9	1	42	140	8
15	4	300	167	6	2	120	133	8	1	45	150	7
16	4	320	178	6	2	128	142	8	1	48	160	7
17	4	340	189	6	2	119	132	8	1	51	170	6
18	4	360	200	5	2	126	140	8	1	54	180	6
19	4	361	201	5	2	133	148	7	1	38	127	8
20	4	380	211	5	2	140	156	7	1	40	133	8

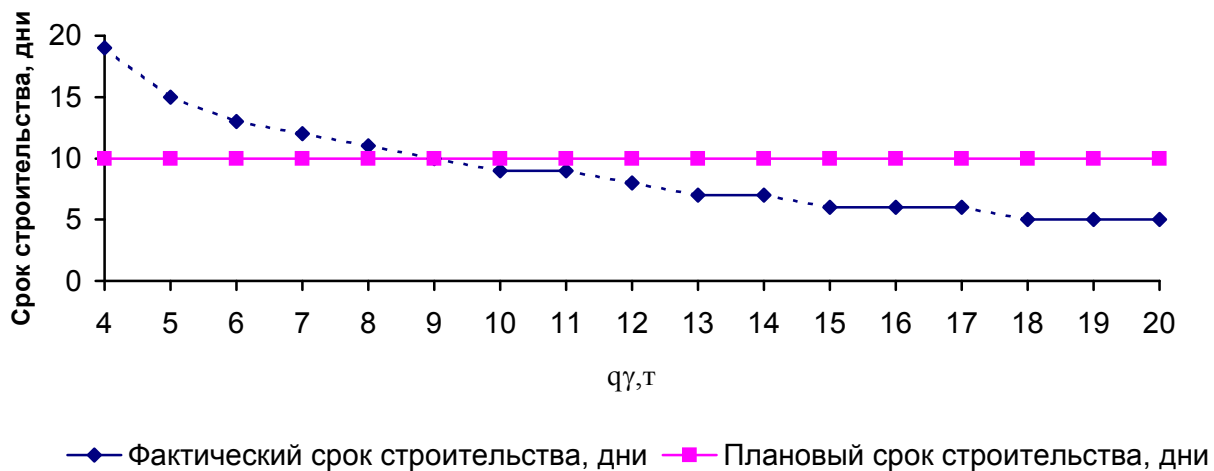


Рисунок 2.3.5. - Закономерность изменения сроков строительства при увеличении $q\gamma$ на участке доставки сырья А

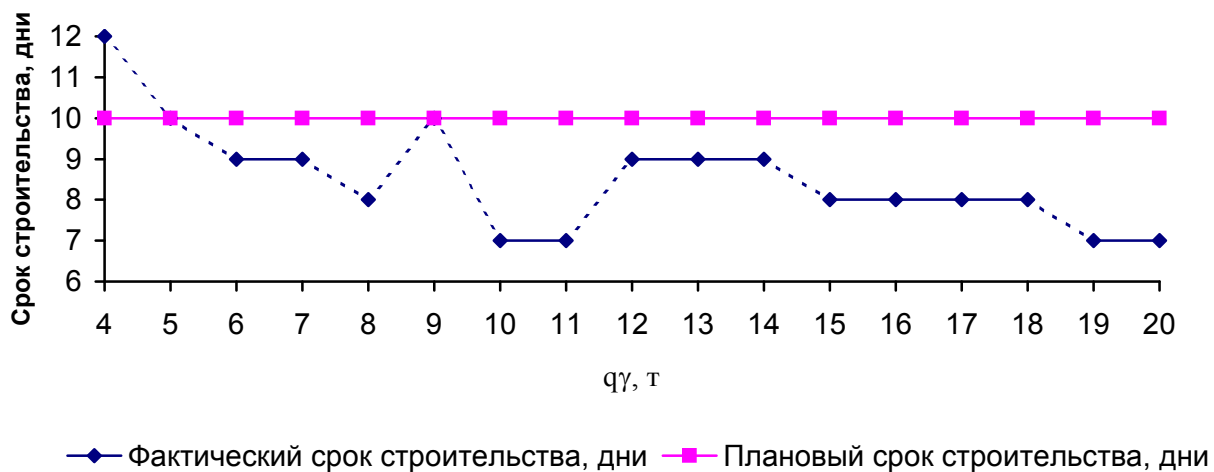


Рисунок 2.3.6. - Закономерность изменения сроков строительства при увеличении $q\gamma$ на участке доставки сырья В

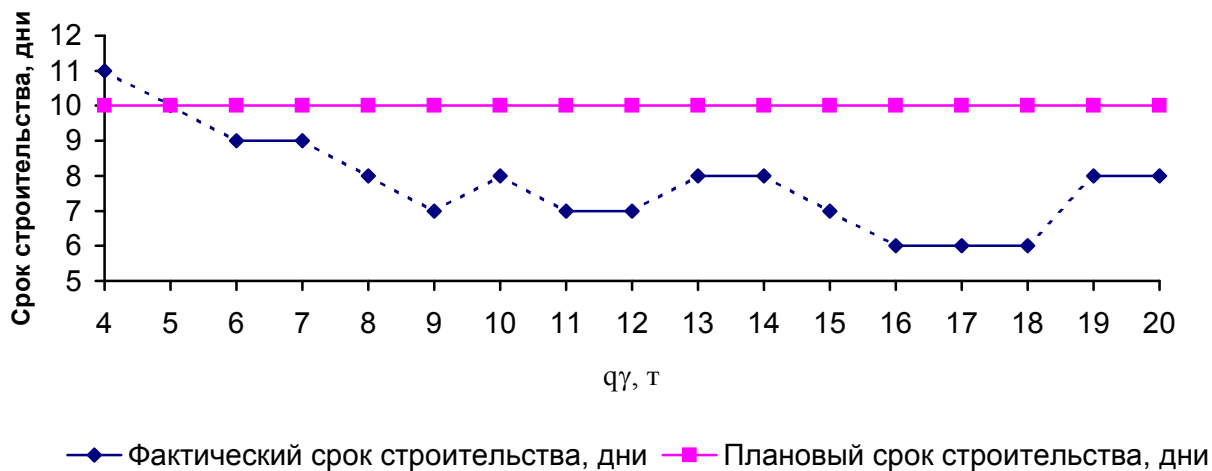


Рисунок 2.3.7. - Закономерность изменения сроков строительства при увеличении $q\gamma$ на участке доставки сырья С

Анализ графических зависимостей (рисунок 2.4.5., 2.4.6., 2.4.7.) показывает, что не каждое увеличение фактической грузоподъемности автомобилей сопровождается положительным эффектом в логистической системе. Рост величины $q\gamma$ может вызвать падение объемов выпуска строительных материалов, при одновременном увеличении времени функционирования логистической системы в целом.

Выявлены интервалы увеличения фактической грузоподъемности автомобилей, обслуживающих логистическую систему, которые не сопровождаются сокращением затрат времени на возведение строительного объекта. В приведенном примере это интервалы:

- для участка доставки сырья А - 10-11т, 13-14т, 15-17т, 18-20т
- для участка доставки сырья В - 7-8т, 9-11т, 12-14т, 15-18т, 19-20т;
- для участка доставки сырья С - 6-7т, 11-12т, 13-14т, 15-16т, 17-18т, 19-20т

Графические зависимости, представленные на рисунках 2.4.5, 2.4.6., 2.4.7. описываются разрывными линейными функциями.

Анализ результатов расчета (таблица 2.4.2), показывает, что не каждое увеличение грузоподъемности автомобилей, обслуживающих логистическую систему, сопровождается увеличением поставок сырья и сокращением сроков

строительства за счет выпуска дополнительной продукции. Увеличение фактической загрузки автомобиля может сопровождаться падением выработки автомобиля. Это можно объяснить увеличением времени на выполнение погрузочно-разгрузочных работ, падением числа ездов и как следствие увеличение затрат времени на доставку необходимого объема сырья.

Использовать транспортные средства большей грузоподъемности на звеньях доставки грузов в логистической системе обеспечения строительства рекомендуется, когда срок строительства сокращается не менее чем на 1 день.

При определении рационального значения грузоподъемности автомобилей на одном из звеньев логистической системы необходимо учитывать возможность пропорциональной доставки сырья по каждому поставщику и пропускную способность каждого звена. В таблице 2.4.3., для рассматриваемого примера, приведены значения рациональной грузоподъемности автомобилей в логистической системе по каждому участку доставки сырья.

Таблица 2.4.3

Комбинации значений рациональной грузоподъемности автомобилей по поставщикам сырья в логистической системе в зависимости от сроков строительства

Срок строительства, дни	q _γ , т		
	сырье А	сырье В	сырье С
10	9	5	8
9	10	6 (12*)	6
8	12	8 (15*)	8
7	13	9	9

Таким образом, по результатам проведенных исследований влияния фактической грузоподъемности автомобилей, обслуживающих логистическую систему обеспечения строительства на эффективность ее функционирования можно сделать следующие выводы:

- графические зависимости при изменении фактической грузоподъемности автомобилей на участках доставки грузов в логистической системе соответствуют разрывным линейным функциям;
- существуют интервалы увеличения фактической грузоподъемности автомобилей, которые не сопровождаются повышением эффективности работы логистической системы в целом;
- грузоподъемность транспортных средств обслуживающих логистическую систему обеспечения строительства можно считать рациональной, если применение данных автомобилей согласуется с параметрами системы и при этом достигается наибольшая ее эффективность.
- увеличение фактической грузоподъемности автомобилей на участках доставки грузов в логистической системе сопровождается положительным результатом только в случае, когда наблюдается сокращение затрат времени на возведение строительного объекта или происходит высвобождение автомобилей.
- на каждом участке логистической системы должны быть установлены свои рациональные значения фактической грузоподъемности автомобилей, которым соответствует выпуск определенной партии готовой продукции;
- рекомендуется увеличивать фактическую грузоподъемность автомобилей обслуживающих логистическую систему обеспечения строительства только в случае, когда срок строительства сокращается не менее чем на 1 день;
- использование автомобилей большей грузоподъемности может приводить как к увеличению, так и к снижению общей эффективности логистической системы доставки строительных грузов;

- в логистической системе обеспечения строительства рациональной является такая величина фактической грузоподъемности автомобилей, при которой:
 - минимальным количеством транспортных средств, осуществляется необходимый (плановый) объем поставок грузов в логистической системе, обеспечивающий выполнение графика строительных (монтажных) работ;
 - обеспечивается бесперебойность работы всех грузовых пунктов логистической системы;
 - соблюдается пропорциональность доставки сырья по всем поставщикам для выпуска определенной партии готовой продукции;
 - автомобили, обслуживающие логистическую систему выполняют целое число ездов;
 - срок возведения строительного объекта соответствует целому числу дней.

6.4. Исследование влияния времени выполнения погрузочно-разгрузочных работ на эффективность функционирования интегрированной цепи поставок

Время простоя автомобилей в грузовых пунктах определяется, прежде всего производительностью погрузочно-разгрузочных механизмов.

Полученные ранее результаты в области исследования транспортного процесса доказали, что не всегда сокращение времени простоя под погрузкой-разгрузкой вызывает рост выработки транспортной системы. Эффект в данном случае наблюдается только, когда вырабатывается дополнительная продукция, за счет которой можно было бы окупить дополнительные вложения в механизацию погрузочно-разгрузочных работ и на поддержание автомобиля в технически исправном состоянии при более интенсивной эксплуатации / 53, 57 / .

Возникает вопрос, какая существует закономерность изменения времени функционирования простой логистической системы доставки строительных материалов при сокращении времени простоя под погрузкой-разгрузкой в грузовых пунктах? Под временем функционирования логистической системы следует понимать срок возведения строительного объекта.

Диапазон изменения величины затрат времени на погрузочно-разгрузочные работы определялся исходя из возможности их реализации в зависимости от вида перевозимого груза, типа подвижного состава, существующей производительности погрузочно-разгрузочных механизмов и оборудования.

В таблице 2.5.1. и на рисунках 2.5.1., 2.5.2., 2.5.3., 2.5.4. представлены результаты исследований, где эффективность логистической системы оценивалась возможностью высвобождения автомобилей при сокращении затрат времени на выполнение погрузочно-разгрузочных работ в грузовых пунктах.

Таблица 2.5.1

Изменение количества автомобилей на участках доставки сырья и готовой продукции в логистической системе при изменении затрат времени на выполнение погрузочно-разгрузочных работ

t _{пр} , ч	Выпуск продукции, тыс.шт	Количество автомобилей, ед					
		сырье			потребитель		
		А	В	С	1-й	2-й	3-й
0,2		3	3	1	1	1	1
0,25		4	3	1	1	1	1
0,3		4	3	1	1	1	1
0,35		4	3	1	2	1	1
0,4		4	3	1	2	1	1
0,45		4	3	1	2	1	1
0,5		-	-	1	2	1	1

0,55	100	-	-	2	2	1	1
0,6		-	-	2	2	1	1
0,65		-	-	2	2	1	1
0,7		-	-	2	2	1	1
0,75		-	-	2	3	2	1
0,8		-	-	2	3	2	1
0,85		-	-	2	3	2	1
0,9		-	-	2	3	2	1
0,95		-	-	2	3	2	1
1,0		-	-	2	3	2	1

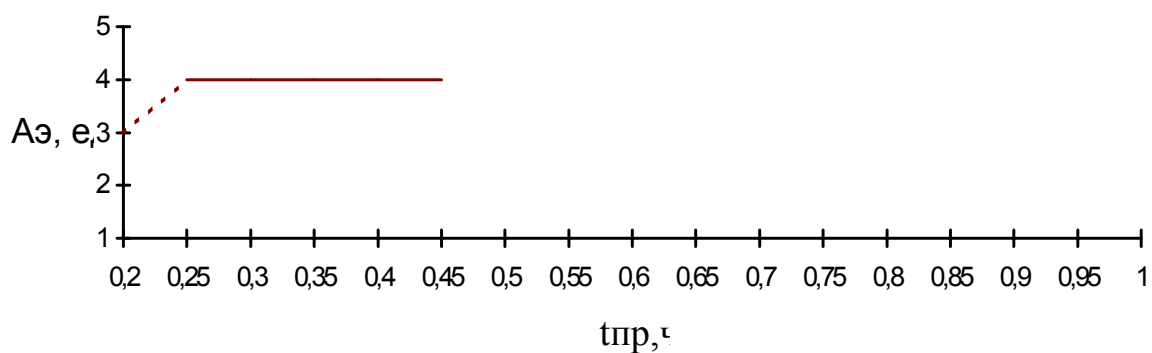


Рисунок 2.5.1 - Закономерность изменения Аэ при изменении t_{пр}
на участке доставки сырья А

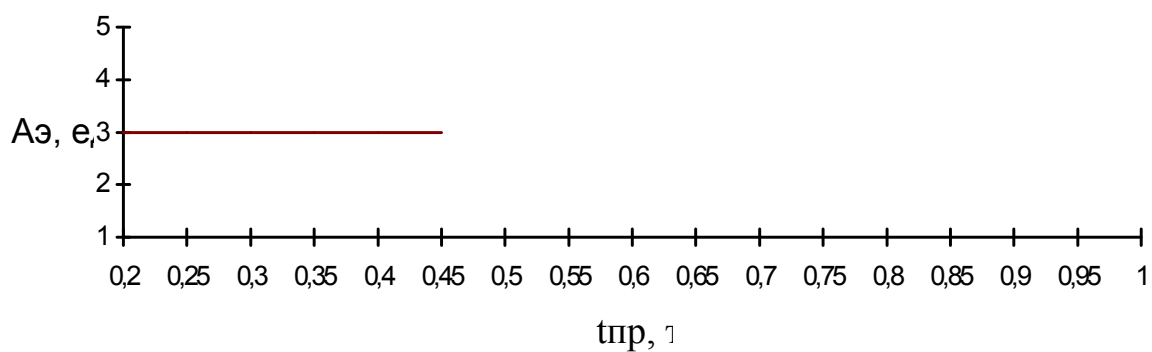


Рисунок 2.5.2. - Закономерность изменения Аэ при изменении t_{пр}
на участке доставки сырья В

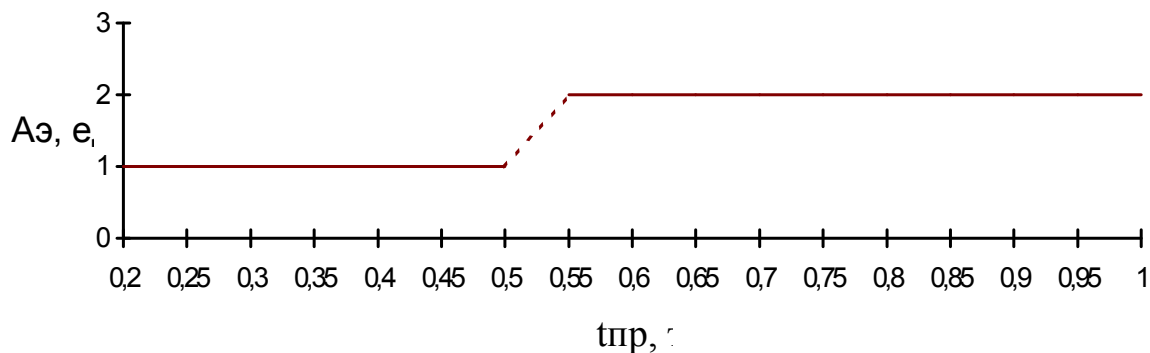


Рисунок 2.5.3. - Закономерность изменения $Aэ$ при изменении $t_{пр}$ на участке доставки сырья С

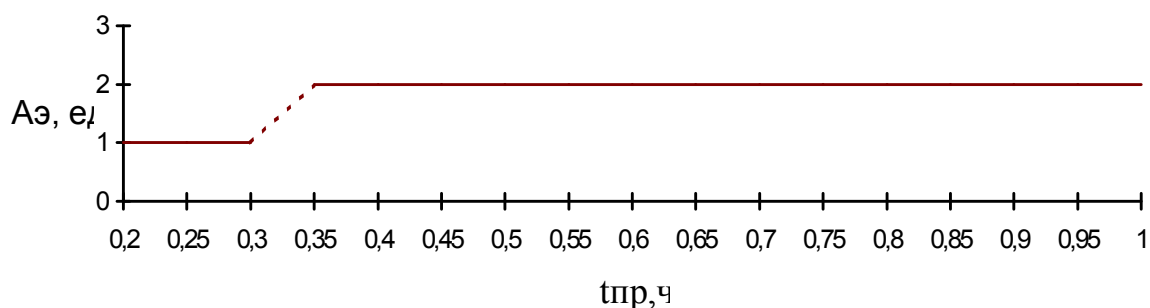


Рисунок 2.5.4. - Закономерность изменения $Aэ$ при изменении $t_{пр}$ на участке доставки готовой продукции потребителю

Анализ расчетов (таблица 2.5.1) и графических зависимостей (рисунок 2.5.1., 2.5.2., 2.5.3., 2.5.4.), показывает, что сокращение времени простоя автомобиля в грузовых пунктах на транспортном участке логистической системы не всегда приводит к получению положительного результата.

Выявлены значительные интервалы сокращения затрат времени на погрузочно-разгрузочные операции на транспортных участках в логистической системе обеспечения строительства, которые не сопровождаются высвобождением автомобилей. В приведенном примере это интервалы:

* для участка доставки сырья А - 0,25-0,45ч;

- * для участка доставки сырья В -0,2-0,45чт;
- * для участка доставки сырья С - 0,2-0,5ч, 0,55-1,0ч;
- * для участка доставки готовой продукции - 0,2-0,3ч, 0,35-1,0ч;
- * для всей логистической системы -0,25-0,3ч.

Кроме того, выявлены интервалы, где затраты времени на погрузочно-разгрузочные операции не позволяют при существующей пропускной способности транспортной системы выполнить необходимый объем работ. В приведенном примере это интервалы:

- * для участка доставки сырья А - 0,45 - 1,0 ч;
- * для участка доставки сырья В -0,45 - 1,0 ч;

Наличие таких интервалов говорит о необходимости использования на стадии планирования рациональных значений времени простоя автомобилей под погрузкой-разгрузкой.

Время простоя автомобилей в грузовых пунктах логистической системы обеспечения строительства является рациональным, если при этом интервал прибытия автомобилей под погрузку (J) соответствует ритму исполнения погрузочных (разгрузочных) работ (R) ($J=R$), обеспечивается переработка необходимых объемов строительных материалов и сырья для их производства в соответствии с графиком поставок на строительные объекты.

Графические зависимости, представленные на рисунках 2.5.1, 2.5.2., 2.5.3., 2.5.4. описываются разрывными линейными функциями.

По результатам проведенных исследований установлено, что на каждом участке логистической системы свои значения рационального времени на погрузочно-разгрузочные работы. В приведенном примере, определены следующие значения рационального времени погрузочно-разгрузочных работ в логистической системе:

- * для участка доставки сырья А - 0,2ч, 0,45ч;
- * для участка доставки сырья В - 0,45ч;
- * для участка доставки сырья С - 1,0ч, 0,5ч;
- * для участка доставки готовой продукции - 1,0ч, 0,3ч.

Использование рационального времени на погрузочно-разгрузочные работы на стадии планирования позволит избежать непроизводительных простоев оборудования погрузочно-разгрузочных пунктов и необоснованных затрат на их обслуживание, обеспечит согласованную работу всех звеньев логистической системы. Кроме того, рациональному времени простоя под погрузочно-разгрузочными работами соответствует целое число ездов автомобилей, плановое время функционирования логистической системы (срок строительства) и соблюдается пропорциональность доставки сырья по всем поставщикам.

Положительный эффект при сокращении затрат времени на погрузочно-разгрузочные операции в грузовых пунктах логистической системе обеспечения строительства будет получен только в случае, если вложенные средства в механизацию погрузочно-разгрузочных работ компенсируются за счет высвобождения автомобилей или сокращения сроков строительства.

В таблице 2.5.2. и на рисунках 2.5.5., 2.5.6., 2.5.7. представлены результаты исследований, где эффективность функционирования логистической системы оценивалась возможностью сокращения затрат времени на возведение строительного объекта за счет дополнительного выпуска строительных материалов при сокращении затрат времени в грузовых пунктах логистической системы обеспечения строительства.

Таблица 2.5.2

Изменение выработки автомобилей, объема выпуска строительных материалов и сроков строительства при изменении затрат времени на погрузочно-разгрузочные операции на участках доставки сырья

t _{пв} , ч	сырье А				сырье В				сырье С			
	Аэ, ед	Q, т	W _{пр-ва} , тыс.шт	Тлс, дни	Аэ, ед	Q, т	W _{пр-ва} , тыс.шт	Тлс, дни	Аэ, ед	Q, т	W _{пр-ва} , тыс.шт	Тлс, дни
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,2	4	240	133	8	3	105	117	9	1	35	117	9
0,25	4	210	117	9	3	105	117	9	1	35	117	9

0,3	4	200	111	10	3	100	111	10	1	35	117	9
0,35	4	200	111	10	3	95	106	10	1	35	117	9
0,4	4	190	106	10	3	90	100	10	1	30	100	10
0,45	4	180	100	10	3	90	100	10	1	30	100	10
0,5	4	170	94	11	3	85	94	11	1	30	100	10
0,55	4	170	94	11	3	80	89	12	1	30	100	10
0,6	4	160	89	12	3	75	83	13	1	25	83	13
0,65	3	120	66	16	3	70	78	13	1	25	83	13

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,7	3	120	66	16	3	70	78	13	1	25	83	13
0,75	3	110	61	17	3	65	72	14	1	25	83	13
0,8	3	110	61	17	2	45	50	20	1	25	83	13
0,85	3	100	55	19	2	45	50	20	1	25	83	13
0,9	3	100	55	19	2	40	44	23	1	20	67	15
0,95	3	100	55	19	2	40	44	23	1	20	67	15
1,0	3	100	55	19	2	40	44	23	1	20	67	15

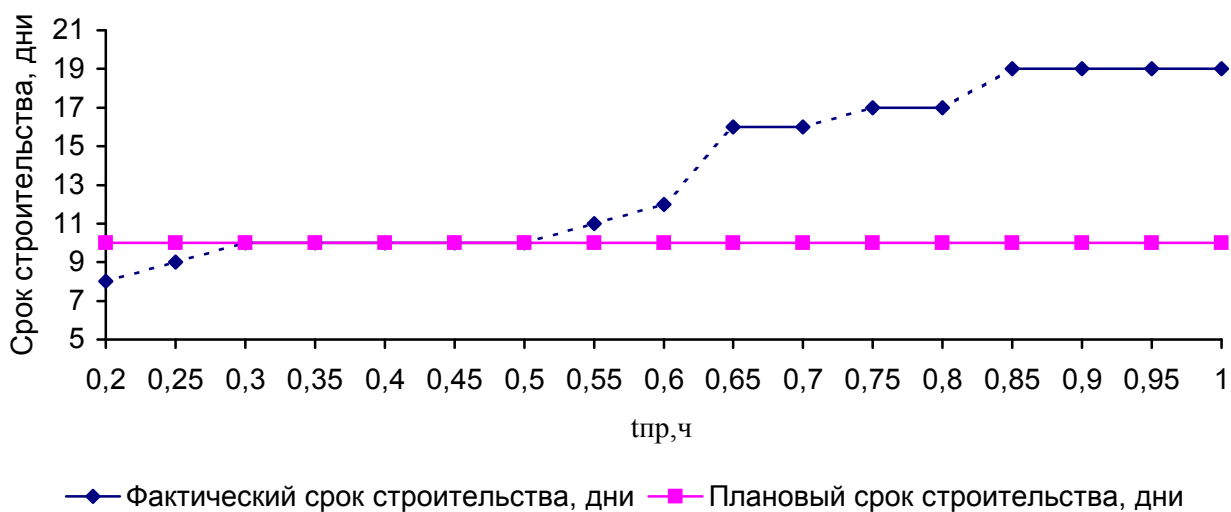


Рисунок 2.5.5. - Закономерность изменения сроков строительства при изменении $t_{пр}$ на участке доставки сырья А

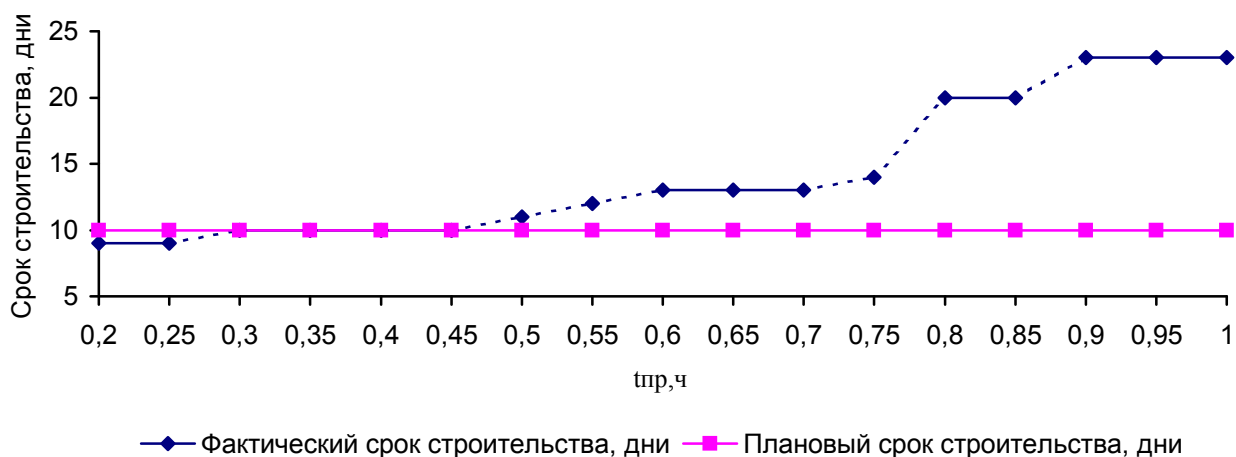


Рисунок 2.5.6. - Закономерность изменения сроков строительства при изменении t_{пр} на участке доставки сырья В

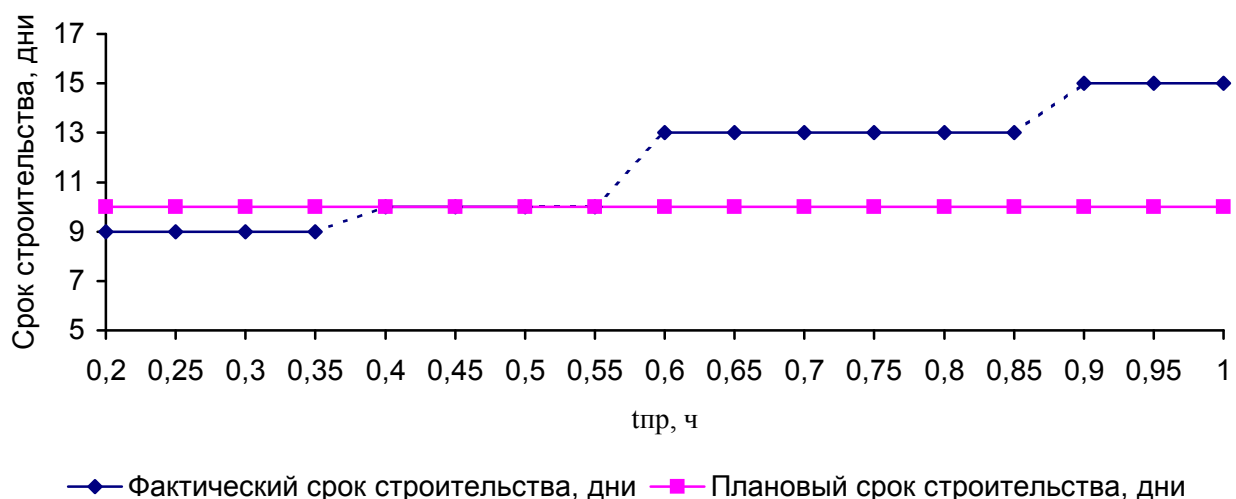


Рисунок 2.5.7. - Закономерность изменения сроков строительства при изменении t_{пр} на участке доставки сырья С

Анализ графических зависимостей (рисунок 2.5.5., 2.5.6., 2.5.7.) показывает, что не каждое сокращение затрат времени на погрузочно-разгрузочные операции сопровождается положительным эффектом в логистической системе.

Выявлены интервалы сокращения затрат времени на погрузочно-разгрузочные операции, которые не сопровождаются сокращением затрат времени на возведение строительного объекта. В приведенном примере это интервалы:

- для участка доставки сырья А - 0,3-0,45ч, 0,5-0,55ч, 0,65-0,7ч, 0,75-0,8ч, 0,85-1,0ч;
- для участка доставки сырья В - 0,2-0,25ч, 0,3-0,45ч, 0,6-0,7ч, 0,8-0,85ч, 0,9-1,0ч;
- для участка доставки сырья С - 0,2-0,35ч, 0,4-0,55ч, 0,6-0,85ч, 0,9-1,0ч.

Наличие таких интервалов говорит о необходимости на стадии планирования использовать рациональные значения времени простоя транспортных средств в грузовых пунктах логистической системы обеспечения строительства.

Графические зависимости, представленные на рисунках 2.5.5, 2.5.6., 2.5.7. описываются разрывными линейными функциями.

Рекомендуется проводить механизацию погрузочно-разгрузочных работ в грузовых пунктах логистической системы обеспечения строительства, если при этом будет обеспечен дополнительный выпуск строительных материалов достаточный для сокращения сроков строительства (монтажа), в соответствии с имеющимся резервом производительности, не менее чем на 1 день.

В таблице 2.5.3., для рассматриваемого примера, приведены значения рационального времени на погрузочно-разгрузочные операции по каждому поставщику сырья с учетом согласованности работ всех звеньев логистической системы, пропорциональности поставок, сроков строительства (монтажа) объекта.

Таблица 2.5.3

Комбинации значений рационального времени погрузочно-разгрузочных операций по поставщикам сырья в логистической системе в зависимости от сроков строительства

Срок строительства, дни	тпв,ч		
	сырье А	сырье В	сырье С
9	0,25	0,25	0,25
10	0,4	0,4	0,4

В случае, когда на всем диапазоне изменения затрат времени на погрузочно-разгрузочные операции не происходит снижения затрат времени логистической системы, то для целей планирования работы автомобиля целесообразно использовать величину времени на погрузочно-разгрузочные работы, определяемую в соответствии с существующей производительностью погрузочно-разгрузочных механизмов в грузоперерабатывающих пунктах логистической системы.

Таким образом, по результатам проведенных исследований влияния затрат времени на погрузочно-разгрузочные операции в логистической системе на эффективность ее функционирования можно сделать следующие выводы:

- графические зависимости при изменении затрат времени на погрузочно-разгрузочные операции на участках доставки грузов в логистической системе обеспечения строительства соответствуют разрывным линейным функциям;
- существуют интервалы сокращения затрат времени на погрузочно-разгрузочные операции, которые не сопровождаются повышением эффективности работы логистической системы обеспечения строительства в целом;
- положительный эффект от сокращения времени погрузочно-разгрузочных работ в логистической системе возможен только при сокращении затрат времени на возведение строительного объекта не менее чем на 1 день или происходит высвобождение автомобилей;
- если на всем диапазоне изменения затрат времени на погрузочно-разгрузочные операции не происходит высвобождения автомобилей или сокращения сроков строительства, то для целей планирования работы автомобилей целесообразно использовать величину времени на погрузочно-разгрузочные работы, определяемую в соответствии с

- существующей производительностью погрузочно-разгрузочных механизмов в грузоперерабатывающих пунктах логистической системы;
- время простоя автомобилей в грузовых пунктах логистической системы обеспечения строительства является рациональным, если:
 - достигается соотношение $J=R$;
 - обеспечивается переработка необходимых объемов строительных материалов и сырья для их производства в соответствии с графиком поставок на строительные объекты;
 - соблюдается пропорциональность доставки сырья по всем поставщикам для выпуска определенной партии готовой продукции;
 - автомобили, обслуживающие логистическую систему выполняют целое число ездов;
 - срок возведения строительного объекта соответствует целому числу дней.

6.5. Исследование влияния расстояния перевозки груза на эффективность функционирования интегрированной цепи поставок

Для объективной оценки работы логистической системы необходимо знать какое влияние оказывает на эффективность величина расстояния перевозки на соответствующем звене логистической цепи.

Конкуренция в среде поставщиков сырья для производства строительных материалов ставит задачу выбора, критерий которой, при равных затратах на добычу сырья, по надежности поставок, бесперебойности работы - минимальное расстояние. Это обуславливает необходимость проведения исследований влияния длины груженой ездки на результат возведения строительного объекта.

В исследуемой логистической системе осуществляется доставка сырья на производство строительных материалов: сырье А, сырье В, сырье С.

При проведении исследований эффективность функционирования логистической системы оценивалась сроками возведения строительного объекта и возможностью высвобождения автомобилей, обслуживающих ее.

Сокращение расстояния перевозки груза если не приводит к высвобождению автомобиля, то всегда приводит к сокращению транспортной работы и общего пробега и тем самым к уменьшению эксплуатационных расходов.

В таблице 2.6.1. и на рисунках 2.6.1., 2.6.2., 2.6.3., 2.6.4. представлены результаты исследований, где результат функционирования логистической системы обеспечения строительства при изменении расстояния перевозки сырья и готовой продукции оценивался возможностью высвобождения автомобилей.

Таблица 2.6.1

Изменение количества автомобилей на участках доставки сырья и готовой продукции в логистической системе при изменении расстояния перевозки.

lге, км	Выпуск продукции, тыс.шт	Количество автомобилей, ед					
		сырье			потребитель		
		А	В	С	1-й	2-й	3-й
2	100	1	2	1	1	1	1
4		2	2	1	2	1	1
6		2	3	1	2	1	1
8		2	3	1	2	2	1
10		3	3	1	2	2	1
12		3	4	2	2	2	1
14		3	4	2	3	2	1
16		4	5	2	3	2	1
18		4	5	2	4	2	2
20		5	6	2	4	2	2
22		5	6	2	4	2	2
24		6	6	2	4	2	2
26		6	7	2	5	3	2
28		6	8	3	5	3	2
30		6	9	3	5	3	2
32		8	9	3	5	3	2

34		9	10	3	5	3	2
----	--	---	----	---	---	---	---

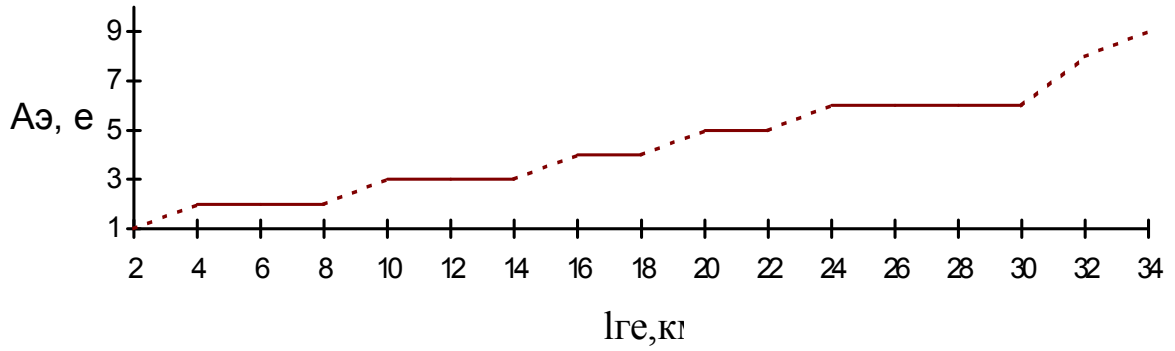


Рисунок 2.6.1 - Закономерность изменения $A_{э}$ при изменении l_{ge} на участке доставки сырья А

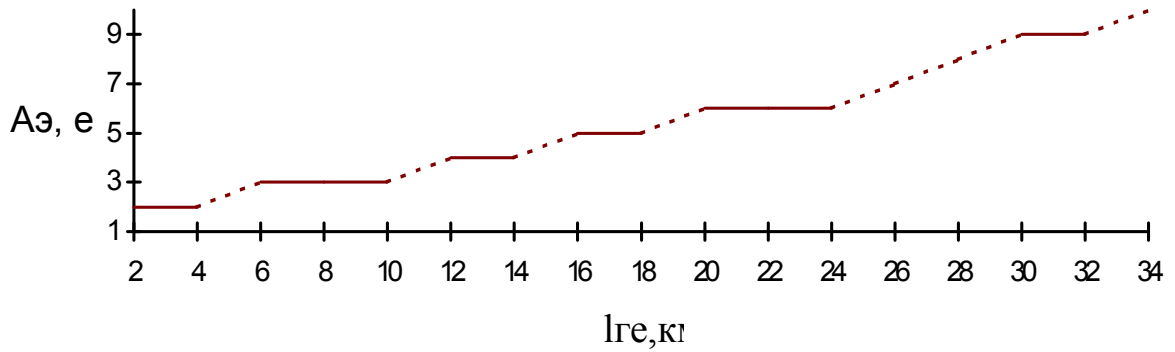


Рисунок 2.6.2. - Закономерность изменения $A_{э}$ при изменении l_{ge} на участке доставки сырья В

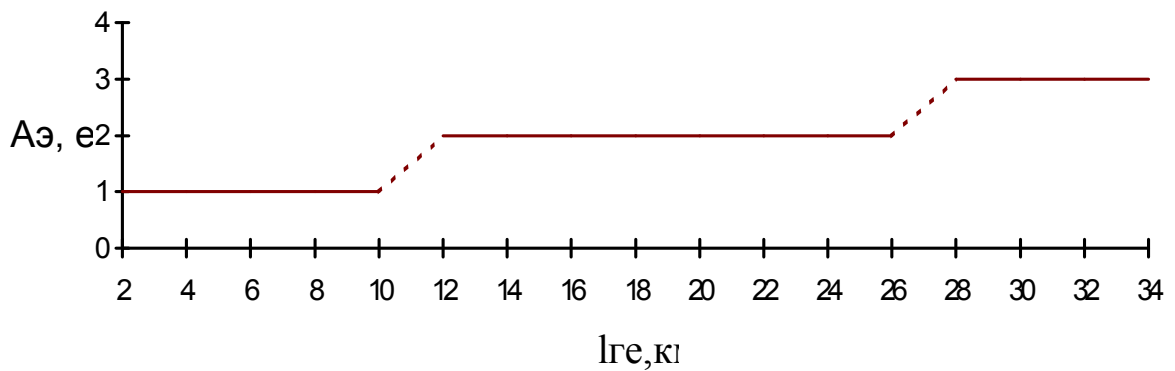


Рисунок 2.6.3. - Закономерность изменения $A_{э}$ при изменении l_{ge} на участке доставки сырья С

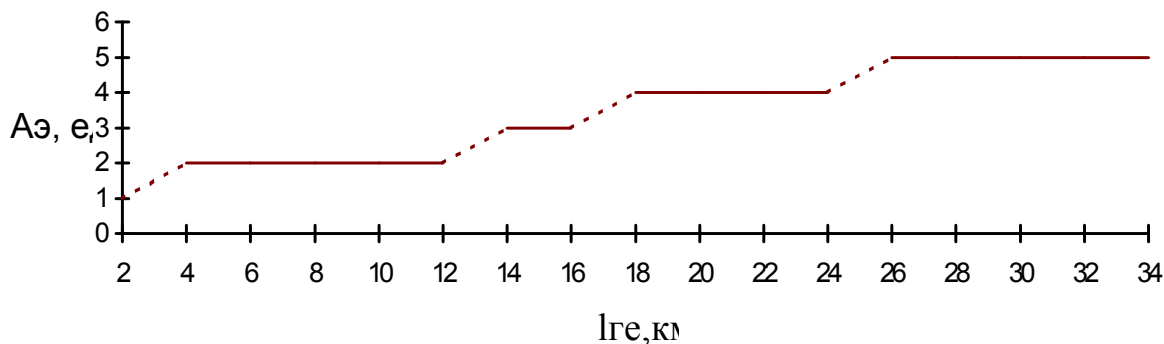


Рисунок 2.6.4. - Закономерность изменения $Aэ$ при изменении $l_{ге}$ на участке доставки готовой продукции потребителю

Анализ расчетов (таблица 2.6.1) и графических зависимостей (рисунок 2.6.1., 2.6.2., 2.6.3., 2.6.4.), показывает, что существуют значительные интервалы сокращения длины грузовой езды на транспортных участках логистической системы, которые не всегда сопровождаются высвобождением автомобилей.

В приведенном примере это интервалы:

- * для участка доставки сырья А - 4-8км, 10-14км, 16-18км, 20-22км, 24-30км;
- * для участка доставки сырья В - 2-4км, 6-10км, 12-14км, 16-18км, 20-24км, 30-32км;
- * для участка доставки сырья С - 2-10км, 12-26км, 28-34км;
- * для участка доставки готовой продукции - 4-12км, 14-16км, 18-24км, 26-34км;
- * для всей логистической системы - 6-8км, 20-22км.

Графические зависимости, представленные на рисунках 2.6.1, 2.6.2., 2.6.3., 2.6.4. описываются разрывными линейными функциями.

По результатам проведенных исследований установлено, что на каждом участке логистической системы свои значения длины грузовой езды, которые позволят высвободить автомобили. В приведенном примере:

- для участка доставки сырья А - 2км, 8км, 14км, 18км, 22км, 30км, 32км, 34км;
- для участка доставки сырья В - 4км, 10км, 14км, 18км, 24км, 26км, 28км, 32км, 34км;
- для участка доставки сырья С - 10км, 26км, 34км;
- для участка доставки готовой продукции - 4км, 12км, 16км, 24км, 34км.

В логистической системе обеспечения строительства рациональным можно считать, такое расстояние груженой ездки, которое обеспечивает минимальные расходы на эксплуатацию транспортных средств, осуществляющих доставку строительных грузов и сырья для их производства.

В таблице 2.6.2. и на рисунках 2.6.5., 2.6.6., 2.6.7. представлены результаты исследований, где эффективность функционирования логистической системы оценивалась возможностью сокращения затрат времени на возведение строительного объекта за счет дополнительного выпуска строительных материалов при сокращении длины груженой ездки на участках доставки сырья.

Таблица 2.6.2

Изменение выработки автомобилей, объема выпуска строительных материалов и сроков строительства при изменении длины груженой ездки на участках доставки сырья

lге, км	сырье А				сырье В				сырье С			
	Аэ, ед	Q,т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни	Аэ, ед	Q, т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни	Аэ, ед	Q,т	Wпр-ва, тыс.шт	Тлс, дни
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	4	620	344	3	3	170	195	6	1	55	183	6
4	4	580	322	4	3	150	167	6	1	45	150	7
6	4	450	250	4	3	125	139	8	1	40	133	8
8	4	360	200	5	3	105	117	9	1	30	100	10
10	4	310	172	6	3	90	100	10	1	30	100	10
12	4	260	144	7	3	80	89	12	1	25	83	13
14	4	240	133	8	3	75	83	13	1	25	83	13

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

16	4	200	111	10	3	60	67	15	1	20	67	15
18	4	180	100	10	3	60	67	15	1	20	67	15
20	4	160	89	12	3	55	61	17	1	15	50	20
22	4	160	89	12	3	45	50	20	1	15	50	20
24	4	130	72	14	3	45	50	20	1	15	50	20
26	4	120	67	15	3	45	50	20	1	15	50	20
28	4	120	67	15	3	40	44	23	1	15	50	20
30	4	120	67	15	3	35	39	26	1	10	33	31
32	4	100	56	18	3	30	33	31	1	10	33	31
34	4	80	44	23	3	30	33	31	1	10	33	31

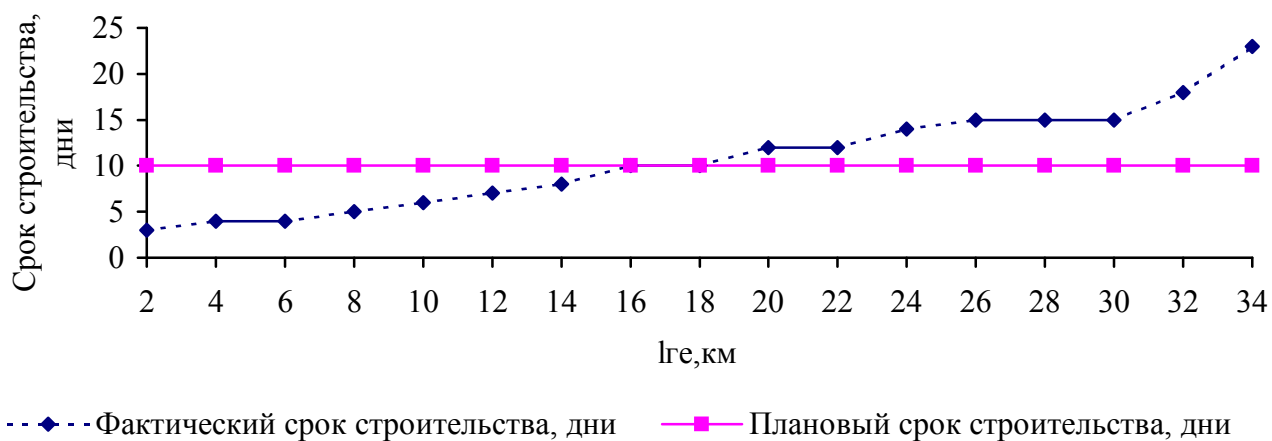


Рисунок 2.6.5. - Закономерность изменения сроков строительства при изменении $l_{ге}$ на участке доставки сырья А

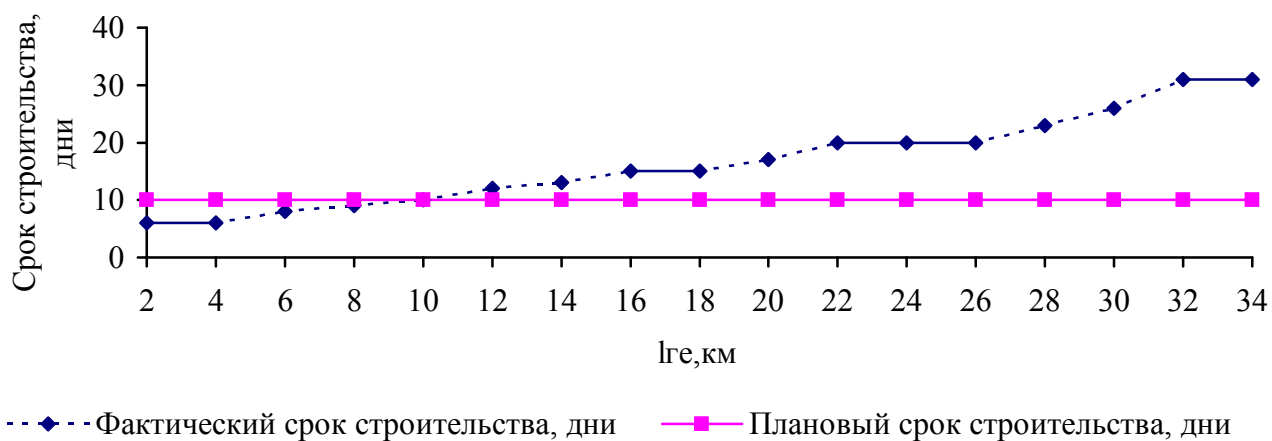


Рисунок 2.6.6. - Закономерность изменения сроков строительства при изменении $l_{ге}$ на участке доставки сырья В

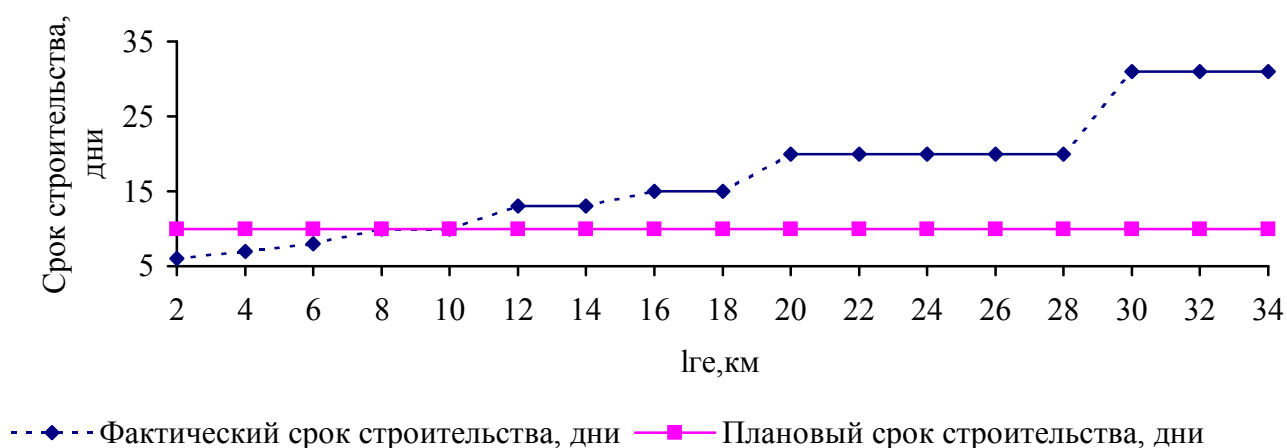


Рисунок 2.6.7. - Закономерность изменения сроков строительства при изменении $l_{ге}$ на участке доставки сырья С

Анализ графических зависимостей (рисунок 2.6.5., 2.6.6., 2.6.7.) показывает, что не каждое сокращение длины грузовой ездки сопровождается сокращением затрат времени на возведение строительного объекта. В приведенном примере это интервалы:

- для участка доставки сырья А – 4-6км, 16-18км, 20-22км, 26-30км;
- для участка доставки сырья В – 2-4км, 16-18км, 22-26км, 32-34км;
- для участка доставки сырья С – 8-10км, 12-14км, 16-18км, 22-28км, 30-34км.

Графические зависимости, представленные на рисунках 2.6.5, 2.6.6., 2.6.7. описываются разрывными линейными функциями.

Сокращение сроков возведения строительного объекта при выборе поставщика сырья на меньшем расстоянии будет достигнуто только в случае, если за счет экономии затрат времени на доставку сырья будет произведено строительных материалов в объеме достаточном для сокращения сроков возведения строительного объекта не менее, чем на 1 день. Так как договора по аренде машин и механизмов, задействованных в строительном производстве, заключаются на целое число дней и срок строительства объекта измеряется в целом числе дней.

В таблице 2.6.3., для рассматриваемого примера, приведены значения рациональной длины груженой ездки в логистической системе обеспечения строительства по каждому участку доставки сырья для производства строительных материалов.

Таблица 2.6.3

Комбинации значений рациональной длины груженой ездки по поставщикам сырья в логистической системе в зависимости от сроков строительства

Срок строительства, дни	l _{ге} , км		
	сырье А	сырье В	сырье С
6	10	4	2
8	14	6	6
10	16	10	10

Использование рациональной длины груженой ездки позволит минимальными эксплуатационными затратами завершить строительство в срок.

Таким образом, по результатам проведенных исследований влияния длины груженой ездки в логистической системе на эффективность ее функционирования можно сделать следующие выводы:

- графические зависимости при изменении длины груженой ездки на участках доставки грузов в логистической системе обеспечения строительства соответствуют разрывным линейным функциям;
- существуют интервалы сокращения длины груженой ездки, которые не сопровождаются высвобождением автомобилей или сокращением сроков строительства;
- сокращение сроков возведения строительного объекта при выборе поставщика сырья на меньшем расстоянии будет достигнуто только в случае, если за счет экономии затрат времени на доставку сырья будет произведено строительных материалов в объеме достаточном для

сокращения сроков возведения строительного объекта не менее, чем на 1 день;

- сокращение расстояния перевозки грузов в логистической системе если не приводит к высвобождению автомобилей, то всегда приводит к сокращению транспортной работы и пробега, и тем самым к уменьшению эксплуатационных расходов.
- сокращение расстояния перевозки на одном из транспортных участках логистической системы, сопровождаемое увеличением выпуска готовой продукции может привести к увеличению требуемого количества автомобилей на других участках. В результате чего может наблюдаться переход транспортной системы в другую классификационную группу, что требует применять другую модель для планирования работы автомобилей, обслуживающих логистическую систему.
- в логистической системе обеспечения строительства рациональным можно считать, такое расстояние груженой ездки, которое обеспечивает минимальные расходы на эксплуатацию транспортных средств, осуществляющих доставку строительных грузов и сырья для их производства.

ГЛАВА 7. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК

7.1. Математическая модель функционирования интегрированных цепей поставок

Логистические цепи доставки грузов на строительные объекты, являющиеся объектом исследования настоящей работы, представляют собой достаточно сложные системы для их математического описания. Это в свою очередь при реализации модели потребует значительных затрат времени и средств. Наша задача построить такую математическую модель, которая бы достаточно точно описывала поведение системы и не требовала бы много времени на программирование и вычисления. С этой точки зрения целесообразно использовать детерминированный подход к описанию функционирования логистических цепей доставки грузов на строительные объекты. Применение такого подхода обусловлено следующими причинами: простота проведения расчетов, отсутствие необходимых статистических данных за достаточно продолжительный период, отсутствие методики учета вероятностных факторов при решении конкретных задач анализа и планирования.

Условно можно считать, процесс планирования в реальных логистических цепях носит детерминированный характер. А так как информация, получаемая в результате анализа является базой для обоснования целей планирования, то детерминированное описание процессов протекающих в логистических цепях доставки грузов является вполне оправданным для целей анализа. Кроме того, представление искомым переменных модели в виде детерминированных величин удовлетворяет требованиям качества транспортного обслуживания (доставка точно в срок).

Исследованиями функционирования логистических систем занимались авторы работ /35, 67, 68, 112 и др/. В результате ими были получены достаточно сложные задачи математического программирования с непрерывными переменными; транспортный процесс представлен в виде линейной функции и для построения математической модели предлагается методика динамики средних. Однако изучение математических моделей авторов /53,57,58,59,60,61,90/ убедительно доказывает, что описанию реального транспортного процесса соответствуют модели в разрезе классификации транспортных систем изложенной в работах /57,59/. Следовательно, ранее проведенные исследования логистических систем основываются на неправильном представлении о характере протекания транспортного процесса и выводы о его влиянии на эффективность функционирования логистической системы в целом необоснованны.

Вследствие этого возникла необходимость в разработке математической модели функционирования автотранспортных логистических систем, которая бы учитывала особенности протекания транспортного процесса и позволяла оценить влияние его на конечный результат. При этом за основу модели могут быть приняты модели изложенные в работах авторов / 53,57,59,60,61,90 /.

Логистическая система, как правило, состоит из нескольких подсистем (снабжение, производство, транспорт, потребление и др). Каждый участок логистической системы, где осуществляется доставка грузов соответствует определенному типу транспортной системы, от правильности определения которого зависит качество и своевременность оказания транспортных услуг.

Следует отметить, что далее рассматривается простая логистическая система, где в процессе ее функционирования возможно проявление трех типов транспортных систем нижнего уровня.

Так как в логистической системе действует обратная связь, несущая информацию о формировании спроса, то логично начинать описание модели с конечного потребителя готовой продукции.

Прежде чем заключить договор на поставку продукции заводом-изготовителем, надо удостовериться в возможности выполнения обязательств по производству продукции. Для этого необходимо сопоставить производственные мощности завода-изготовителя ($V_{\text{пр-ва}}$) и суммарную потребность в готовой продукции по всем потребителям ($W_{\text{потр}}$), в случае если условие 2 не выполняется, то необходимо скорректировать план поставок продукции.

$$V_{\text{пр-ва}} \geq W_{\text{потр}} ; \quad (2)$$

$$W_{\text{потр}} = \sum W_{\text{потр } i} ; i=1, N \quad (3)$$

где $V_{\text{пр-ва}}$ - максимальный объем производства, т/сут, (шт / сут);

$W_{\text{потр}}$ - объем потребления готовой продукции, т/сут, (шт / сут);

$W_{\text{потр } i}$ - объем потребления готовой продукции i -м потребителем, т/сут, (шт / сут);

N - количество потребителей готовой продукции.

Затем необходимо проверить возможность осуществить доставку продукции в указанные сроки и требуемом количестве, для чего требуется определить тип транспортной системы на участке “производство-потребитель”, что позволит рационально организовать доставку продукции потребителю.

Определить тип транспортной системы на каждом звене доставки грузов в логистической цепи можно в следующей последовательности:

Устанавливается тип маршрута, на котором осуществляется доставка груза: - маятниковый с обратным негруженым пробегом;

- маятниковый с частичной загрузкой в обратном направлении;

- маятниковый с полной загрузкой в обратном направлении;

- кольцевой.

2. Определяется количество маршрутов (M), которое соответствует количеству потребителей готовой продукции на звене “производство-потребитель” и количеству поставщиков сырья на звене “поставщики - производство”.

3. Рассчитывается выработка одного автомобиля на звене доставки с учетом типа маршрута ($Q_{1\text{-го а/м}}$).

4. Проверяется возможность осуществить доставку груза на соответствующем маршруте одним автомобилем. Так для звена “производство-потребитель” по каждому потребителю готовой продукции, для звена “поставщик-производство” по каждому поставщику сырья.

$$Q_{1\text{-го а/м}} \geq W_{\text{потр } i}. \quad (4)$$

$$Q_{1\text{-го а/м}} \geq Q_{\text{сырье } j}. \quad (5)$$

5. Делается заключение о типе транспортной системы при использовании следующего выражения:

$$M=1, A_{\text{э}} \leq 1, Z_{\text{е}}=1, \quad (6)$$

где M - количество видов применяемых маршрутов, ед;

$A_{\text{э}}$ - количество автомобилей в эксплуатации, ед;

$Z_{\text{е}}$ - число ездов за оборот на маршруте, ед.

Если условия неравенства 5 выполняются, то делается заключение о наличии на звене доставки микросистемы и дальнейшие расчеты по планированию работы автомобиля на маршруте производить в следующей последовательности:

Продолжительность нахождения автомобиля на маршруте составит:

$$T_{\text{м}} = T_{\text{с}}, \quad (7)$$

где $T_{\text{с}}$ - продолжительность функционирования системы, ч.

Расчет продолжительности выполнения оборота транспортным средством производится по формуле

$$t_o = \frac{l_M}{V_T} + t_{пв} , \quad (8)$$

Расчет количества ездов с грузом за время работы системы производится по формуле

$$Z_e = \left[\frac{T_M}{t_o} \right] + Z' , \quad (9)$$

где $[X]$ - целая часть числа X ;

Z' - возможное исполнение ездки за остаток времени (ΔT_M)

получающееся после исполнения целой части X .

Математически возможное исполнение ездки за остаток времени после выполнения полных оборотов определяется как величина булевой переменной

$$Z' = \begin{cases} 1, \text{если } \frac{\Delta T_M}{\frac{l_{ze}}{V_T} + t_{пв}} \geq 1 \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases} \quad (10)$$

Расчет величины остатка времени ΔT_M после выполнения полных оборотов

$$\Delta T_{Mi} = T_M - \left[\frac{T_M}{t_o} \right] t_o , \text{ ч} \quad (11)$$

Рассчитав величину количества ездов с грузом, определяют выработку подвижного состава за смену

$$Q = q \sum_1^n \gamma_i , \quad (12)$$

где γ_i - коэффициент использования грузоподъемности при выполнении i -ой ездки;

Величина суточного пробега подвижного состава

$$l_c = l_M Z_e - l_x + l_{H_1} + l_{H_2}, \quad (13)$$

где l_x - протяженность ездки без груза, км.

Если условия договора на поставку продукции заводом-изготовителем удовлетворяют условию, что

$$M = M_i, i=1 \dots 6, A \leq 1, Z_e > 1, \quad (14)$$

где M_i – порядковый номер маршрута на звене доставки грузов в логистической системе.

то планирование работы автомобиля на линии осуществлять по методике для особо малой системы, согласно которой продолжительность выполнения оборота подвижным составом определяется по формуле

$$t_o = \frac{l_M}{V_T} + \sum_1^n t_n \varphi \quad (15)$$

Расчет количества ездки за время работы обслуживаемой системы производится по формуле

$$Z_e = \left[\frac{T_M}{t_o} \right] n + Z'e, \quad (16)$$

где n - число ездки за оборот.

При этом количество ездки определяется по формуле

Расчет времени оборота автомобиля производится по формуле (15) .

Ритм работы системы принимается равным величине ритма выполнения погрузочных (разгрузочных) работ $R_{п(в)j}$ в том из пунктов, где он является максимальным / 53,57/:

$$R = \max \{R_{пj}; R_{вi}\} \quad (22)$$

$$R_{п(в)j} = t_{п(в)j} / X_{п(в)j} \quad (23)$$

где $X_{п(в)j}$ - количество постов в j - м пункте погрузки (разгрузки),
 $j=1, n$.

Чтобы избежать образования первоначальной очереди в пунктах погрузки (разгрузки) выпуск автомобилей необходимо осуществлять в соответствии с продолжительностью ритма системы. Тогда, учитывая, что для всех автомобилей система закрывается одновременно, плановая продолжительность нахождения любого автомобиля в системе зависит от порядкового номера, под которым он выходит на линию /57,58,59/:

$$T_{mi} = T_c - R_{\max} (i - 1) \quad (24)$$

где T_c - плановая продолжительность работы системы, ч;
 i - порядковый номер автомобиля.

Продолжительность оборота автомобиля определяется по формуле (15), а расчет количества ездов i -го автомобиля за время пребывания в системе по формуле

$$Z_{ei} = \left[\frac{T_{mi}}{t_o} \right] \cdot n + Z'_{ei} , \quad (25)$$

где Z'_{ei} - количество ездов i -го автомобиля за остаток времени после выполнения полных оборотов на маршруте.

Величина $Z'ei$ может принимать следующие значения

$$Z'ei = \begin{cases} k, & \text{если} \quad \frac{\Delta T_{m_i}}{\sum_1^k lze_j + \sum_1^f lx_s + \sum_1^n tne_j} \geq 1 \\ 1, & \text{если} \quad \frac{\Delta T_{m_i}}{\frac{lze_1}{V_T} + tne} \geq 1 \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (26)$$

где f - количество холостых звеньев маршрута, которое должен пройти автомобиль, чтобы выполнить k ездов с грузом

Величина остатка времени после выполнения полных оборотов

$$\Delta T_{mi} = T_{mi} - \left[\frac{T_{mi}}{t_0} \right] t_0 \quad (27)$$

Выработка i -го автомобиля в малой системе определяется по формуле

$$Q_i = q Z_0 \sum_1^k \gamma_i + q \sum_1^k \gamma_j, \quad (28)$$

Потребное количество автомобилей для осуществления перевозок в рассматриваемой малой системе рассчитывают по специальной процедуре, исходя из того, что заявленный объём перевозок не должен превышать суммарную выработку автомобилей /57,58,59/:

$$Q_{пл} \leq \sum Q_i \quad (29)$$

Процедура вычислений заключается в следующем:

- производится расчет числа ездов первого, выходящего на линию, автомобиля;
- определяется количество груза Q_1 , которое может доставить первый автомобиль;

- сравнивается $Q_{пл}$ и Q_1 , если оказывается, что $Q_{пл} > Q_1$, рассчитывается Q_2 , и определяется $Q_2 + Q_1$ и так далее пока сумма не будет выполняться условие (29)

Выработка системы за время T_c :

$$Q_{сист} = \sum Q_i \quad (30)$$

Пробег за смену всех автомобилей обслуживающих систему:

$$L_{общ} = \sum_1^n (L_m Z_{ei} - l_{ге}) \quad (31)$$

После того как определили тип транспортной системы на звене доставки готовой продукции, необходимо рассчитать пропускную способность ($Q_{сис.г.п.}$) на каждом маршруте логистической цепи “производство - потребители” и сравнить с требуемым объемом поставок потребителям ($W_{потр i}$)

$$Q_{сис.г.п.} \geq W_{потр i} \quad (32)$$

Если условие (32) не выполняется, то это означает невозможность осуществить доставку продукции в требуемом количестве при существующих параметрах транспортной системы, что в конечном итоге приведет к удорожанию продукции в конце логистической цепи. В рассматриваемом далее примере показано, что невыполнение условия (32) приведет к увеличению себестоимости и сроков строительства объекта.

Следующий шаг - расчет потребности в каждом виде сырья для производства продукции в объеме, заявленном потребителями ($W_{потр i}$),

$$Q_{сырье j} = Q_j \cdot W_{потр i} \quad (33)$$

Далее определяем выработку первого автомобиля, в соответствие с типом маршрута, по каждому поставщику сырья и сравниваем ее с потребностями в сырье для производства продукции.

$$Q_{1\text{-го а/м}} \geq Q_{\text{сырье } j}$$

В соответствии с неравенствами (6), (14), (18) определяем тип транспортной системы на звене “поставщики сырья - производство” и пропускную способность ($Q_{\text{сис.сырье}}$) по каждому маршруту системы .

Если планируемый объем поставки сырья превысит пропускную способность на данном маршруте ($Q_{\text{сырье } j} \geq Q_{\text{сис.сырье}}$), то необходимо рассчитать уровень снижения плана по производству продукции по формуле

$$\Delta V_{\text{пр-ва}} = W_{\text{потр}} - (Q_{\text{сис.сырье } j} / Q_{\text{сырье } j}) \quad (35)$$

Сокращение плана производства, в связи с недопоставкой сырья, приведет к удорожанию продукции в конце логистической цепи.

Если пропускная способность системы при доставке сырья позволяет удовлетворить потребности производителя, составляем расписание работы автомобилей на линии и при необходимости график выхода, после чего переходим к заключительному этапу расчета себестоимости продукции в конце логистической цепи.

В отличие от применяемого в настоящее время математического аппарата, при расчете показателей функционирования логистических систем, данная модель учитывает дискретный характер и особенности протекания транспортного процесса на участках доставки грузов.

7.2. Разработка блок-схемы алгоритма функционирования интегрированной цепи поставок обеспечения строительства

Для выполнения многовариантных расчетов возникла необходимость реализации полученной математической модели на ЭВМ. С этой целью в соответствии с методикой построения модели и последовательностью расчета показателей разработан алгоритм функционирования автотранспортных логистических систем простого типа, блок-схема которого представлена на

рисунке 3.2.1. Структура данного алгоритма представлена отдельными модулями (блоками). Ниже приведены последовательность и содержание операций в блоке алгоритма.

Блок 1. Ввод исходных данных

N - количество потребителей готовой продукции, ед;

$W_{\text{потр } i}$ - объем потребления готовой продукции i -ым потребителем, т;

T_{pi} - режим работы i -го потребителя, ч;

l_{gei} - длина звена доставки готовой продукции i -му потребителю, км ;

l_{xi} - длина звена холостого пробега от i -го потребителя, км;

t_{pi} - время разгрузки 1 т готовой продукции у i -го потребителя, ч;

V_{ti} - среднетехническая скорость на звене доставки готовой продукции i -му потребителю, км/ ч;

q_i - грузоподъемность автомобиля при доставке готовой продукции i -му потребителю, т;

γ_i - коэффициент использования грузоподъемности при доставке готовой продукции i -му потребителю;

$V_{\text{пр-ва max}}$ - максимальный объем производства, т;

T_{rp} - режим работы производителя, ч;

t_{pi} - время погрузки 1т готовой продукции, ч;

M - количество видов сырья, необходимых для производства продукции;

Q_j - объем потребления каждого вида сырья для производства единицы продукции, т;

t_{rj} - время разгрузки 1т j -го вида сырья, ч;

K - количество поставщиков по j -му виду сырья;

$T_{рпск}$ - режим работы j -го поставщика сырья, ч;

l_{gej} - длина звена доставки сырья от j -го поставщика, км;

l_{xj} - длина звена холостого пробега от j -го поставщика, км;

V_{tj} - среднетехническая скорость на звене доставки сырья от j -го поставщика, км/ ч;

q_j -грузоподъемность автомобиля при доставке сырья от j -го поставщика, т;
 γ_j - коэффициент использования грузоподъемности при доставке сырья от
 j -го поставщика.

Блок 2. Определяем суммарную потребность в готовой продукции по всем потребителям по формуле $W_{\text{потр}} = \sum W_{\text{потр } i}; i=1, N$

Блок 3. Проверка условия $V_{\text{пр-ва}} \geq W_{\text{потр}}$.

Если производственные мощности завода-изготовителя могут удовлетворить потребности потребителей в готовой продукции, то переходим к блоку 4, в противном случае возвращаемся к блоку 1 для корректировки заявки на поставку продукции.

Блок 4. Определяем выработку одного автомобиля на каждом маршруте логистической цепи “производство-потребители”.

Блок 5. Проверка условия $Q_1\text{-го а/м} \geq W_{\text{потр } i}$, если условие выполняется, переходим к блоку 7, в противном случае переходим к блоку 6.

Блок 6. Делаем заключение о наличии на данном звене доставки грузов малой системы и переходим к блоку 11.

Блок 7. Проверка условий $M=1, A_{\text{э}} \leq 1, Z_{\text{е}}=1$, при выполнении которых переходим к блоку 8, в противном случае к блоку 9.

Блок 8. Делаем заключение - на данном звене доставки грузов - микросистема и переходим к блоку 14.

Блок 9. Проверка условий $M=M_i, i = 1..6, A_{\text{э}} \leq 1, Z_{\text{е}} \geq 1$ при выполнении которых, переходим к блоку 10, в противном случае к блоку 6.

Блок 10. Делаем заключение - на данном звене доставки грузов - особо малая система и переходим к блоку 14.

Блок 11. Определение пропускной способности на каждом маршруте малой системы логистической цепи “производство-потребители”, далее переходим к блоку 12.

Блок 12. Проверка условия $Q_{\text{сис.г.п.}} \geq W_{\text{потр } i}$, если условие удовлетворяется, то переходим к блоку 13, в противном случае к блоку 1.

Сравнение пропускной способности каждого маршрута логистической цепи “производство-потребители” с требуемым объемом поставок готовой продукции.

Блок 13. Разработка расписания работы и графика выпуска автомобилей на линию.

Блок 14 . Определение потребности в каждом виде сырья.

$$Q_{\text{сырье } j} = Q_j \cdot W_{\text{потр}}$$

Блок 15. Определяем выработку одного автомобиля на звене “поставщики сырья - производство” в соответствии с установленным типом маршрута

Блок 16 . Проверка условия $Q_{1.\text{го а/м}} \geq Q_{\text{сырье } j}$, если условие выполняется переходим к блоку 18, в противном случае переходим к блоку 17.

Блок 17. Делаем заключение, что на звене малая транспортная система и используя ее методику планирования натуральных показателей переходим к блоку 22.

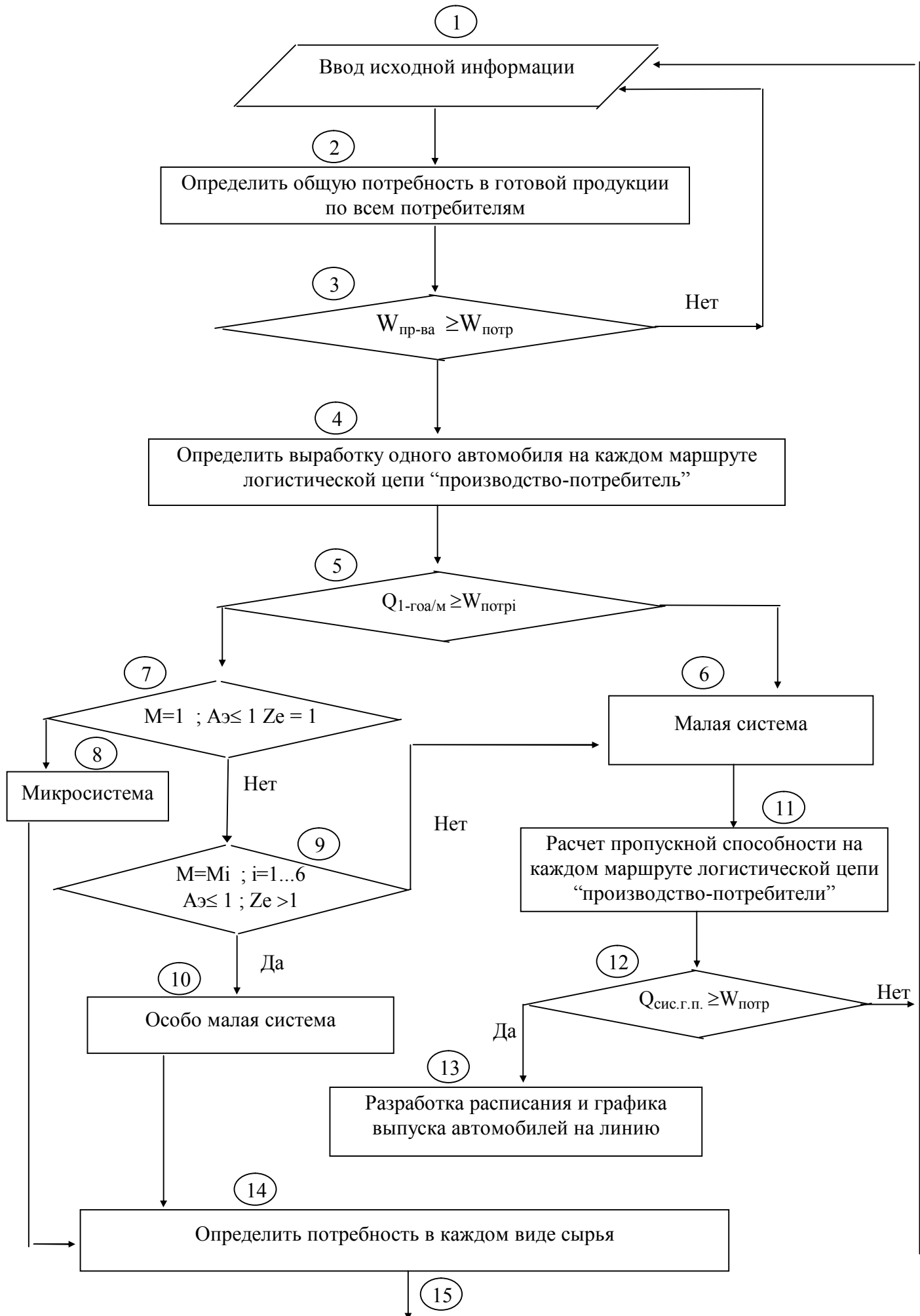
Блок 18. Проверка условий $M=1$, $A_{\text{э}} \leq 1$, $Z_{\text{е}} = 1$, при выполнении которых переходим к блоку 19, в противном случае к блоку 20.

Блок 19. Делаем заключение - на данном звене доставки грузов - микросистема и переходим к блоку 25.

Блок 20. Проверка условий $M=M_i$, $i = 1..6$, $A_{\text{э}} \leq 1$, $Z_{\text{е}} > 1$ при выполнении которых, переходим к блоку 21, в противном случае к блоку 17.

Блок 21. Делаем заключение - на данном звене доставки грузов - особо малая система и переходим к блоку 25.

Блок 22. Определение пропускной способности на каждом маршруте логистической цепи “поставщики сырья - производство”.



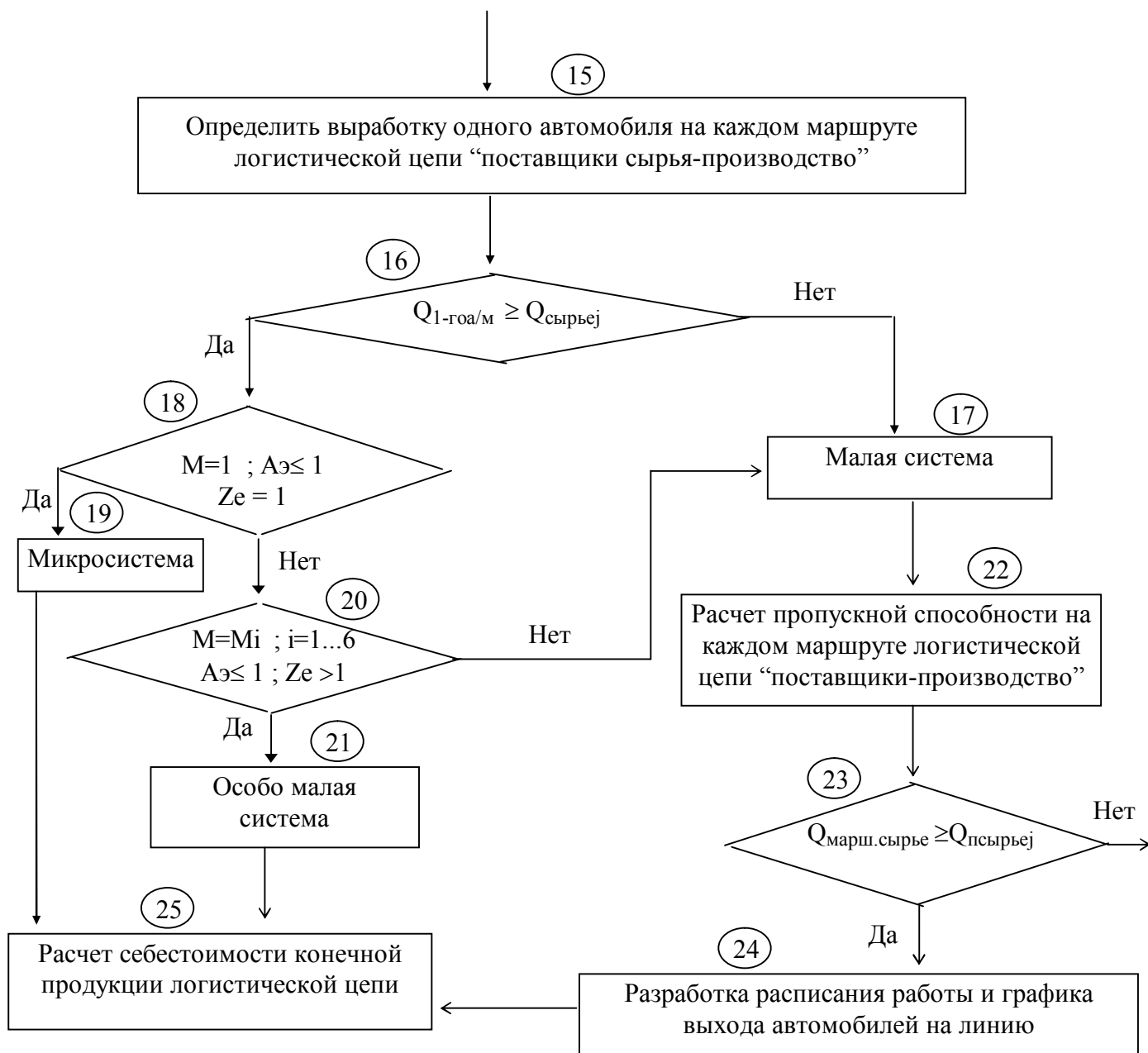


Рисунок 3.2.1 - Блок-схема алгоритма функционирования автотранспортных логистических систем обеспечения строительства

Блок 23. Проверка условия $Q_{\text{марш.сырье}} \geq Q_{\text{сырье}j}$, если условие удовлетворяется, то переходим к блоку 24, в противном случае к блоку 1.

Сравнение пропускной способности каждого маршрута логистической цепи “поставщики сырья - производство” с требуемым объемом поставок сырья для производства продукции.

Блок 24. Разработка расписания работы и графика выхода автомобилей на линию.

Блок 25. Расчет себестоимости конечной продукции логистической цепи.

7.3. Методика проведения анализа функционирования интегрированных цепей поставок обеспечения строительства

Разработанная методика представляет собой математический аппарат для анализа функционирования логистической системы, звенья доставки грузов которой представляют собой автотранспортные системы нижнего уровня. При расчете производительности на звене доставки грузов логистической системы методика опирается на математические модели функционирования автотранспортных систем, разработанные автором /53,57,58,59,60/.

Как правило, результаты анализа используются для целей планирования, будь оно оперативным или текущим. Для точного и научно обоснованного планирования необходимо знать какому закону соответствует влияние изменения того или иного ТЭП и какой результат будет в конце логистической цепи.

В работах /2,3,15 и др. / используемые методы анализа отождествляют работу отдельного автомобиля и транспортной системы. Авторами /53,60,61,90/ доказано, что данное отождествление возможно если в системе работает один автомобиль, и то в оперативном режиме. При любой другой организации перевозочного процесса необходимо разделять влияние показателя на уровень выработки системы и отдельного автомобиля, функционирующего в ней. Несмотря на то, что все доказательства основаны на исследованиях только в рамках транспортного процесса, их необходимо учитывать при проведении анализа логистической системы обеспечения

строительства, поскольку именно от работы транспорта зависит скорость, с которой проходит материальный поток через логистическую систему.

Разработанная методика анализа позволит найти ответ на вопросы, что будет происходить в конце логистической цепи при изменении величин ТЭП на звеньях доставки грузов и каковы рациональные значения ТЭП, которые позволят обосновать необходимые транспортных затраты в целом по цепи доставки грузов на строительные объекты.

В практической деятельности ответы на эти вопросы позволяют научно обосновать: где, какие транспортные средства и в каком количестве должны обслуживать логистическую цепь доставки грузов на строительные объекты.

Проведение анализа предусматривает выявление закономерностей влияния ТЭП, через выработку отдельного автомобиля или транспортной системы в целом, на каждого участника логистической цепи и результат, складывающейся в конце ее.

Методика проведения анализа функционирования автотранспортных логистических систем обеспечения строительства представлена в виде блок-схемы на рисунке 3.4.1.

Этап 1. Формулировка задачи.

Назначение данного этапа состоит в выделении конкретного реально функционирующего объекта исследования.

Этап 2. Установление условий функционирования автотранспортной логистической системы обеспечения строительства

Установление условий функционирования предполагает учет следующих факторов: мощность осваиваемых грузопотоков, тип маршрута на звеньях доставки грузов, режим работы грузовых пунктов, количество постов погрузки и разгрузки в грузовых пунктах, способ производства погрузочно-разгрузочных работ, вид перевозимого груза и его свойства на каждом звене доставки, дорожные условия и техническая нормативная скорость, взаимное влияние автомобилей в грузовых пунктах.

Этап 3. Подготовка исходной информации по каждому звену

логистической системы.

В соответствии с условиями функционирования логистической цепи формируется массив исходных данных для анализа:

- количество потребителей готовой продукции, ед;
- объем потребления готовой продукции каждым потребителем, т;
- режим работы каждого потребителя, ч;
- длина звена доставки готовой продукции каждому потребителю, км;
- длина звена холостого пробега от каждого потребителя, км;
- величина первого нулевого пробега при доставке готовой продукции каждому потребителю, км;
- величина второго нулевого пробега при доставке готовой продукции каждому потребителю, км;
- время разгрузки 1 т готовой продукции у каждого потребителя, ч;
- среднетехническая скорость на звене доставки готовой продукции каждому потребителю, км/ ч;
- грузоподъемность автомобиля при доставке готовой продукции каждому потребителю, т;
- коэффициент использования грузоподъемности при доставке готовой продукции каждому потребителю;
- максимальный объем производства, т;
- режим работы производителя, ч;
- время погрузки 1т готовой продукции, ч;
- количество видов сырья, необходимых для производства продукции
- объем потребления каждого вида сырья для производства единицы продукции, т;
- время разгрузки 1т каждого вида сырья, ч;
- количество поставщиков по каждому виду сырья;
- режим работы каждого поставщика сырья, ч;
- длина звена доставки сырья от каждого поставщика, км;

- длина звена холостого пробега от каждого поставщика, км;

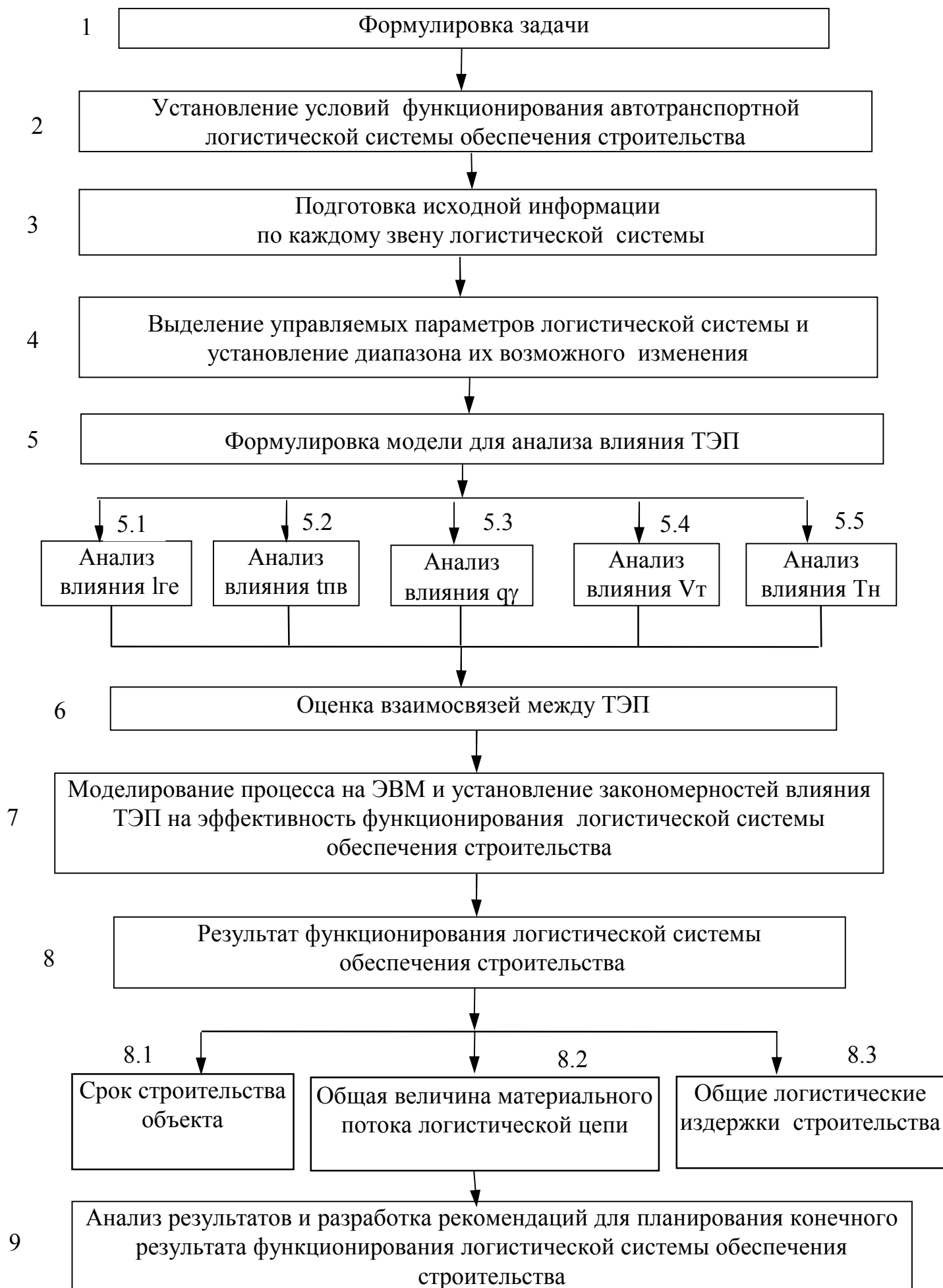


Рисунок 3.3.1 - Блок-схема проведения анализа функционирования автотранспортных логистических систем обеспечения строительства

- величина первого нулевого пробега при доставке сырья от каждого поставщика, км;
- величина второго нулевого пробега при доставке сырья от каждого поставщика, км;
- среднетехническая скорость на звене доставки сырья от каждого поставщика, км/ч;
- грузоподъемность автомобиля при доставке сырья от каждого поставщика, т;
- коэффициент использования грузоподъемности при доставке сырья от каждого поставщика.

В случае если подвижной состав, используемый при доставке сырья является собственностью поставщиков, а при обслуживании потребителя готовой продукции собственностью производителя, и данные анализа используются при планировании на продолжительный период, необходимо учитывать проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту и простои технически исправных транспортных средств в рабочие дни по различным причинам организационного характера. Если же подвижной состав арендуется при обслуживании какого-либо звена логистической системы, то проблемы ремонта и технического обслуживания должны решаться предприятием, которое предоставляет автомобили.

Этап 4. Выделение управляемых параметров логистической цепи и установление диапазона их возможного изменения.

Основными управляемыми параметрами являются:

- * расстояние перевозки грузов, если имеется на выбор несколько поставщиков одного сырья и спрос на готовую продукцию превышает предложение;
- * среднетехническая скорость движения - при наличии информации о дорожных условиях на отдельных участках транспортной сети;
- * время простоя автомобилей (автопоездов) в пунктах погрузки и разгрузки - если имеется возможность сокращения величины данного

показателя за счет улучшения организации выполнения погрузочно-разгрузочных работ;

* грузоподъемность подвижного состава - если структура и численность парка позволяет производить выбор наиболее рационального типа подвижного состава для данного вида перевозок;

* продолжительность функционирования транспортных систем обслуживающих логистическую систему - если согласно контракту предполагается возможность изменения времени работы грузоперерабатывающих пунктов.

Возможный диапазон изменения определяется исходя из реальных условий функционирования логистической системы и в пределах необходимых для выявления зависимостей, но исходя из физически возможных значений соответствующих технико-эксплуатационных показателей.

Этап 5. Формулировка модели для анализа влияния ТЭП работы транспортных средств на функционирование логистической системы в целом и на ее конечный результат.

На данном этапе формулируется модель для анализа влияния ТЭП работы подвижного состава обслуживающего соответствующую логистическую систему обеспечения строительства.

Этап 6. Оценка взаимосвязей между ТЭП

Для того, чтобы провести теоретически обоснованный анализ влияния ТЭП на результат, складывающийся в конце логистической системы обеспечения строительства необходимо проверить наличие внутренних взаимосвязей между расстоянием перевозки и среднетехнической скоростью движения, фактической загрузкой автомобиля и временем простоя под погрузкой-разгрузкой. В противном случае это может привести к значительному искажению результата /90/. Если результаты анализа используются на продолжительный период необходимо учитывать

установленную зависимость между уровнем ТЭП и коэффициентом использования автомобиля.

Этап 7. Моделирование на процесса на ЭВМ и установление закономерностей влияния ТЭП на эффективность функционирования логистической системы обеспечения строительства.

Сформулированная для анализа модель решается на ЭВМ по специально разработанному алгоритму (см.рис.3.2.1) Результатом моделирования на ЭВМ являются закономерности влияния технико-эксплуатационных показателей автомобилей, обслуживающих логистическую систему на конечный результат, складывающийся в конце ее.

Этап 8. Результат функционирования логистической системы обеспечения строительства.

На данном этапе предлагается оценить результат функционирования логистической системы обеспечения строительства через такие показатели, как: срок строительства объекта, общая величина материального потока логистической цепи, общие логистические издержки строительства.

Этап 9. Анализ результатов и разработка рекомендаций для планирования конечного результата функционирования логистической системы обеспечения строительства.

Полученные после моделирования на ЭВМ результаты должны быть расшифрованы (описаны) и проанализированы. На основе анализа вырабатываются научно обоснованные рекомендации для планирования:

- по рациональным значениям ТЭП работы подвижного состава на участках доставки грузов в логистической системе обеспечения строительства;
- по рациональному количеству подвижного состава соответствующей грузоподъемности;
- по формированию обоснованных плановых заданий каждому участнику логистической цепи на звене ее обслуживания.

7.4. Экспериментальная проверка

Основной задачей экспериментальной проверки является подтверждение адекватности математической модели реальному объекту, то есть правомерности полученных теоретических выводов и проверка правильности предлагаемых решений. Экспериментальная проверка высказанных гипотез, полученных теоретических положений и выявленных закономерностей функционирования систем может осуществляться путем проведения натурального или машинного эксперимента.

Для оценки эффективности полученной модели функционирования автотранспортной логистической системы обеспечения строительства и доказательства адекватности ее реальному объекту проводились натурные исследования работы подвижного состава, принадлежащего автотранспортному предприятию г.Омска ОАО «ТранКК».

В течение всего времени исполнения диссертации исследовалась работа транспортных средств, осуществляющих доставку кирпича на строительные объекты города и доставку глины, угля, мазута, пиломатериалов на ЗАО «Комбинат строительных материалов». Перевозки осуществлялись по маятниковым маршрутам различной протяженности, в городских условиях эксплуатации. Статистический материал был получен на основе фотографий рабочего дня.

Собранный статистический материал в дальнейшем послужил исходной информационной базой для моделирования процесса на ЭВМ.

Общее число вариантов расчета составило около 600, наблюдения проводились по 5 строительным объектам. В конечном итоге в данной работе отражены результаты 48 наблюдений по строительству одного объекта.

В таблицах 3.6.1. и 3.6.2. приведены исходные данные для планирования доставки грузов в логистической системе обеспечения строительства при отражении результатов экспериментальной проверки.

Таблица 3.6.1

Исходные данные по поставщикам сырья для производства кирпича используемые для планирования транспортного обеспечения строительства в логистической системе

Поставщик	Вид груза	Марка автомобиля	q, т	γ	Lге,км	tпр,ч	Потребность на 1 тыс.шт кирпича, т
Андреевский карьер	глина	КамАЗ-5511	10	1	28	0,17	2,8
ДОК	опилки	ЗиЛ-ММЗ- 4502	5,8	0,45	10	0,04	0,342
ст.Комбинатская	уголь	ЗиЛ-ММЗ- 4502	5,8	1	6	0,1	0,069
ОНПК	мазут	АЦ-4,2-130	4,2	0,84	8	0,62	0,051
с.Седельниково	пилома- териал	ГАЗ-5307	4	0,8	24	0,27	0,07

Таблица 3.6.2

Исходные данные по потребителю кирпича используемые для планирования транспортного обеспечения строительства в логистической системе

Потребитель	Марка автомобиля	q, т	γ	Lге,км	tпр,ч
Строительный объект	КамАЗ-53212	10	1	28	0,17

В задачу натурного эксперимента входило сравнение результатов полученных с помощью натуральных наблюдений с расчетами по разработанной математической модели.

Для автоматизации обработки результатов экспериментов, был разработан пакет прикладных программ на ПК Сyrix M2 Pr300MMX.

Согласно положениям математической статистики количество вариантов для доказательства правомерности полученных решений должно соответствовать принципам выборочного метода. При этом расчет выполняется по приведенной ниже формуле /142/.

$$n = \frac{N \cdot t^2 \cdot p \cdot q}{\Delta^2 \cdot N + t^2 \cdot p \cdot q}$$

где t - параметр, являющийся аргументом функции изменения вероятности того, что предельная ошибка выборки не превысит допустимого значения (для технических расчетов уровень доверительной вероятности рекомендуется принимать в размере 0,954, тогда параметр $t=2$);

pq - оценка генеральной дисперсии. В виду того, что наступление события или его отсутствие в наблюдавшихся системах имеет равновероятностный характер оценки, генеральная дисперсия составляет $pq=0.5 \cdot 0.5=0.25$

Δ - предельная ошибка выборки. Для технических расчетов рекомендуется принимать в пределах до 0,1. Принято $\Delta=0,1$.

N - генеральная совокупность. Генеральной совокупностью является общее количество дней работы при возведении строительного объекта, что составило 92 рабочих дня.

$$n = \frac{92 \cdot 4 \cdot 0.25}{0.1^2 \cdot 92 + 4 \cdot 0.25} = 48 \quad (36)$$

Согласно выполненному расчету необходимое количество вариантов расчетов составляет 48. В таблице 3.6.3 представлены варианты наблюдений и расчетов по предложенной модели функционирования автотранспортных логистических систем обеспечения строительства и результаты наблюдений доставки грузов в логистической системе обеспечения строительства.

Натурные наблюдения показали, что расчетные величины по разработанной модели не совпали на 5-й день наблюдений - недопоставка пиломатериала на КСМ для изготовления поддонов под кирпич, это было вызвано сходом автомобиля с линии по причине аварии.

В 6-й день наблюдений – недопоставка глины на КСМ и кирпича на строительный объект. Недопоставка глины связана с поломкой экскаватора в карьере в конце рабочего дня, а недопоставка кирпича связана с отсутствием готовых поддонов на КСМ.

В 8-й день наблюдений не допоставка мазута была связана с его отсутствием у поставщика, опилок – неисправность автомобиля на линии.

В 11-й день наблюдений – недопоставка глины на КСМ связан была с неисправностью автомобиля на линии, кирпича - недисциплинированностью водителя, который опоздал с подачей автомобиля в пункт погрузки.

В 18-й день наблюдений – недопоставка глины вызвана неудовлетворительной организацией работ в карьере. Отсутствует график обслуживания клиентов.

В 19-й день наблюдений – недопоставка мазута связана с неисправностью автомобилей на линии.

В 20-й день наблюдений – недопоставка пиломатериала связана с неисправностью автомобилей на линии.

В 23-й день наблюдений – недопоставка кирпича на строительный объект была связана с неудовлетворительной организацией разгрузочных работ на строительном объекте.

В 27-й день наблюдений – недопоставка пиломатериала была связана с поломкой погрузчика у поставщика в середине рабочего дня.

В 28-й день наблюдений – недопоставка глины была связана с поломкой экскаватора в середине рабочего дня.

В 30-й день наблюдений – недопоставка опилок связана с техническими неисправностями автомобиля на линии.

В 33-й и 35 день наблюдений – недопоставка кирпича связана с неудовлетворительной организацией работ в пунктах погрузки и разгрузки.

В 40-й день наблюдений – недопоставка глины связана с неудовлетворительными дорожными условиями, недопоставка мазута связана с недисциплинированностью водителя (не успел вовремя подать автомобиль под погрузку из-за опоздания с обеденного перерыва).

В 42-й день наблюдений недопоставка пиломатериала связана с его отсутствием у поставщика.

В 43-й день наблюдений – недопоставка опилок по причине неудовлетворительных дорожных условий.

В итоге получено, что число отклонений при доставке глины составило 5 (10%), при доставке опилок и мазута 3 (6,3%), пиломатериала 4 (8,3%) и кирпича 5 (10%).

Не совпадение расчетных величин по предложенной модели и результатов натурных наблюдений объясняется влиянием на работу подвижного состава различных факторов организационного и технического характера. К их числу относится неисправность подвижного состава, дорожные условия, неудовлетворительный уровень организации работ в пунктах погрузки-разгрузки, недисциплинированность водителей, неисполнение договорных обязательств поставщиков.

В целом же описанная модель позволяет осуществить точный адекватный реальным условиям эксплуатации расчет объема перевозок в автотранспортной логистической системе обеспечения строительства, поскольку в большинстве случаев отклонения расчетов от факта 0.

Успешная апробация разработанной модели делает возможным использование ее для научно обоснованного решения задач оперативного планирования транспортного обеспечения строительства, а также проведения научных исследований и разработки рекомендаций по повышению эффективности использования подвижного состава. Эффект от совершенствования планирования транспортного обеспечения строительства

по разработанной математической модели функционирования автотранспортных логистических систем обеспечения строительства представлено в таблице 3.6.4. Результаты планирования транспортного обеспечения строительства в логистической системе по действующей теории и по разработанной модели показали, что:

- недопоставка сырья для производства кирпича, в рассматриваемом примере, повлечет за собой сокращение его производства и как следствие увеличение сроков строительства на 9 дней;
- недопоставка кирпича на строительный объект из-за неточности планирования перевозок по действующей теории увеличит сроки строительства на 17 дней;
- суммарное отрицательное воздействие существующей теории планирования перевозок на результат функционирования автотранспортной логистической системы обеспечения строительства в рассматриваемом примере может составить 26 дней, что увеличит стоимость строительства на 11,4%.

Таким образом, при планировании перевозок по действующей теории, которая не учитывает законы протекания транспортного процесса в логистических системах, наблюдаются отклонения от плановых поставок, которые неизбежно приводят к срывам графиков строительства по вине перевозчиков.

Таблица 3.6.4.

Эффективность использования разработанной модели функционирования интегрированной цепи поставок обеспечения строительства

Показатель	Доставка сырья для производства кирпича			Отклонение значений, полученных по модели от расчетов по действующей теории, %	Отклонение значений полученных по модели и практически, %	Доставка кирпича на строительный объект			Отклонение значений, полученных по модели от расчетов по действующей теории, %	Отклонение значений полученных по модели и практически, %
	По действующей теории	По разработанной модели	На практике			По действующей теории	По разработанной модели	На практике		
Автомобиле-часы в работе	3893	5041	4861	22,8	3,7	1038	1244	1232	16,6	1,0
Объем перевозок, т	4007	4747	4667	15,6	1,7	3745	4437	4411	15,6	0,6
Грузооборот, ткм	76135	99209	98009	23,3	1,2	104859	124235	123490	15,6	0,6
Недоставка груза, т	740	0	79,9	-	-	692	0	26		-

Отклонение от графика строительства, дни в т.ч. из-за недоставки сырья производителю кирпича – 9 дней

Недоставка кирпича на строительный объект – 17 дней

Относительное увеличение стоимости строительства из-за некачественного транспортного обслуживания – 11,4%

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Миротин Л.Б., Николин В.И., Ташбаев Ы.Э. Транспортная логистика. М.– Омск, 1994. – 236 с.
2. Е.П.Жаворонков, Д.Г.Одинцов Роль научно-технического прогресса в интенсификации транспортного обслуживания строительства // Строительство.- 1993.- №7.- С.15-19
3. Е.П.Жаворонков, Н.П.Мытник Формирование рынка транспортных услуг в строительстве // Строительство. – 1995.- №2.- С.11-14.
4. А.В.Беккер, Н.П.Мытник Использование логистики в организационно-экономическом взаимодействии участников строительного процесса // Строительство.- 1995.- №3.- С.9-12.
5. Е.П.Жаворонков Особенности логистики и маркетинга в строительном производстве // Строительство.- 1994.- №7.- С8-10.
6. Лейдерман С.Р. Теоретические основы эксплуатации грузовых автомобилей. – Доклад ... д.т.н., Москва, 1963.
7. Лейдерман С.Р. Эксплуатация грузовых автомобилей. М.: Транспорт, 1966. – 150 с.
8. Афанасьев Л.Л. Производительность работы автомобильного парка при грузовых перевозках. – Дис... к.т.н., Москва, 1940.
9. Афанасьев Л.Л. Организация автомобильных перевозок.– М.: Машгиз, 1953. – 339 с.
10. Афанасьев Л.Л. Автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1973. – 320 с.
11. Афанасьев Л.Л., Островский Н.Б., Цукерберг С.М. Единая транспортная система и автомобильные перевозки.– М.: Транспорт, 1984. – 333 с.
12. Анисимов А.П. Организация и планирование автотранспортных предприятий: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. – 269 с.

13. Анисимов А.П., Юфин В.К. Экономика, организация и планирование автомобильного транспорта: Учебник для учащихся автотрансп. техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1986. – 248 с.
14. Суточное планирование грузовых автомобильных перевозок (практическое пособие). Ерофеевский Н.П. М.: Транспорт, 1974. – 56с.
15. Организация, планирование и управление в автотранспортных предприятиях: Учебное пособие для вузов / Под ред. М.Н.Бедняка. – Киев. Вища школа. Головное изд-во, 1980. – 304 с.
16. ЦДС и хозрасчет. Геронимус Б. – Автомоб. транспорт. – 1962. – № 4, С.32-33
17. Организация, планирование и управление в автотранспортных предприятиях. Под ред. Л.А.Бронштейна. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1973. – 512 с.
18. Николин В.И. Научные основы совершенствования теории грузовых автомобильных перевозок. – Дис... д.т.н., Москва, 2000.
19. Методы анализа и пути снижения себестоимости перевозок. Бронштейн Л. – Автомоб. транспорт. – 1961. – № 9, С.33-37
20. Планирование работы автопарков. Rosicarelli M. Problemi di esercizio di autoparchi e reti automobilistiche. – Manutenz. industr. trasp. – 1967. – №6, С.245-247
21. К вопросу о показателях транспортного процесса. Успенский А.И. – Сб. научн. работ. Рязанск. с.-х. ин-т – 1966. – вып.14, С.117-123
22. Применение графического метода для решения некоторых транспортных задач. Шуваев В.С., Васильчиков Ф.Я. – Изв. высш. учебн. заведений. Стр-во и архитект. – 1962. – № 4, С.109-116
23. Оперативное планирование перевозок контейнеров. Католиченко В. – Автомоб. транспорт. – 1961. – № 2, С.31-35
24. О планировании работы автомобильного транспорта. Басов М. – Автомоб. транспорт. – 1963. – №3, С.7-11

25. Некоторые вопросы оперативного планирования работы грузовых автомобилей. Успенский А.И. – Сб. научн. работ. Рязанск. с.-х. ин-т – 1966. – вып.14, С.124-131
26. Формула для определения эффективности работы автотранспорта. Knight Darrell. A measure for equipment utilization and forecasting. – Truck. Bus. – 1971. – №4, С.20-21
27. Совершенствование методики определения коэффициента использования парка. Белоус Я. – Автодорожник Украины. научно-техн. сб. – 1969. – вып. 4(38), С.45-47
28. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1977. –160 с.
29. Применение математического метода в планировании перевозок. Сокращение порожнего пробега автомобилей. Геронимус Б., Бабаева З., Рязанов И. – Автомоб. транспорт. – 1961. – № 7, С.30-34
30. Александров Л.А. и др. Применение электронных вычислительных машин в оперативном планировании. – Автомобильный трансп. – 1959. – № 6, С.31-36.
31. Белов Д.А., Бабарыкин В.А. Маршрутизация автомобильных перевозок грузов. – М.: Транспорт, 1965. – 112 с.
32. Нестеров Е.П. Транспортные задачи линейного программирования. (Изд.2-е исп. и дополн.) – М.: Транспорт, 1971. – 216 с.
33. Определение потребности в автотранспорте при планировании монтажного и транспортного процессов. Одинцов Д.Г., Ковалевский Л.Е. – Тр. Новосиб. ин-та инж. ж.-д. трансп. – 1969. – вып.95, С.10-19
34. О разработке модели перевозочного процесса и метода ее решения для автоматизированной системы управления автотранспортом. Аникеич А.А., Грибов А.Б. – В сб. «Применение матем. в экон.» – Л.: Ленингр. ун-т, 1970. – вып.6, С.79-83
35. Современные экономико-математические методы в управлении и

- планировании на автомобильном транспорте. Панов С.А. – М.: Высшая школа, 1969. – 144 с.
36. Применение линейного программирования на автотранспорте. Zukowski Bogdan. Zastosowanie programowania liniowego w transporcie samochodowym. – Przegl. komun. – 1966. – №11, С.405-408
 37. Пути совершенствования организации и планирования автоперевозок в строительстве. Одинцов Д.Г., Жаворонков Е.П. – Тр. Новосиб. ин-та инж. ж.-д. трансп. – 1968. – вып.82, С.64-85
 38. К вопросу об определении перспективных объемов перевозок грузов на автомобильном транспорте. Марунченко Ю.М. – Тр. Ин-та комплекс. трансп. пробл. при Госплане СССР. – 1971. – вып.23, С.162-175
 39. Оптимизация плана грузовых автомобильных перевозок. Прядехин В. – Сб. научн. работ. Моск. ин-т нар. х-ва – 1967. – вып.53, С.57-62
 40. Оптимальное сменно-суточное планирование грузовых автомобильных перевозок (Задачи и методы). Бобарыкин В.А. – М.: Транспорт, 1968. – 95 с.
 41. Что дает применение математических методов планирования перевозок. Агинский С., Айвазовский В. – Автомоб транспорт. – 1965. – №9, С.31-32
 42. Многофакторный корреляционный анализ технико-эксплуатационных показателей на автотранспорте. Аликариев Н.С. – В сб. «Вопр. кибернет. и вычисл. матем.» – 1967. – вып.9, С.47-56
 43. Мандрица В.М. Проблема комплексного анализа и планирования работы грузовых автотранспортных предприятий. – Дис.... д.э.н., Москва, 1978.
 44. Метод расчета процесса движения транспорта в стохастических определенных транспортных сетях. Брайловский Н.О., Панов С.А. – В сб. «Материалы 3-й Конференции молодых ученых. Центр. экон.-мат. ин-т АН СССР». – М., 1970, С.184-189
 45. Николин В.И. Автотранспортный процесс и оптимизация его элементов. – М.: Транспорт, 1990. – 191 с.

46. Николин В.И., Раскин Е.М., Трушков В.В. Модель работы автомобилей на маятниковых маршрутах с обратным не груженным пробегом / СибАДИ. – Омск, 1984. – Деп.ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, № 219ат-Д84. – 8 с.
47. Шафиркин Б.И. Повышение эффективности грузовых перевозок. – М.: Транспорт, 1978. – 191 с.
48. Автомобильные перевозки. Афанасьев Л.Л., Цукерберг С.М. – Изд-во «Транспорт», 1973. – 320 с.
49. Аксенова З.И. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных предприятий. – М.: Высшая школа, 1980. – 287 с.
50. Максвелл Д.К., Вышнеградский И.А., Стодола А., Теория автоматического регулирования, М., 1949.
51. Лернер А.Я., Введение в теорию автоматического регулирования, М., 1958.
52. Фельдбаум А.А. Вычислительные устройства в автоматических системах, М., 1959.
53. Фельдбаум А.А. Основы теории оптимальных автоматических систем, М., 1963.
54. Теория автоматического регулирования, под ред. В.В. Солодовникова, кн. 1, М., 1967.
55. Промыслов Б.Д., Журченко И.А. Логистические основы управления материальными и денежными потоками. (Проблемы, поиски, решения).-М.: Нефть и газ, 1994. 103с.
56. Гаджинский А.М. Основы логистики. - М.: ИВЦ “ Маркетинг “, 1995 .
57. Смехов А.А. Введение в логистику. М.Транспорт.1993.112с.
58. Смехов А.А. Логистика .М.Знание.1990.64с.
59. Нагловский С.Н. Логистика . Монография ./ РГЭА - г. Ростов-на-Дону, 1997.-286 с.
60. Родников А.Н. Логистика Терминологический словарь. - М.: Экономика, 1995.-251с.

61. Пурлик В.М. Рынок инвестиционных товаров и логистика Монография. - М.: Международный университет бизнеса и управления , 1997 . - 192 с.
62. Организация транспортно-экспедиционного обслуживания населения/ Л.И.Гаранина, Б.В.Савульчик, Т.Е.Брунштейн, Б.П.Ключникова. М.Транспорт.1993.144с.
63. Шишков В.И. и др. Экспедиционное обслуживание предприятий и организаций автомобильным транспортом .М.Транспорт.1982.222с.
64. Современные технологии автотранспортного и экспедиционного обслуживания при перевозках народнохозяйственных грузов: Сб.науч.тр.Гос.НИИ автомоб. трансп./ НИИАТ //- М.,1991.73с.
65. Пиньковецкий С.У., Шишков В.И., Батаев В.А. Организация работы автотранспорта в транспортных узлах .М.Транспорт.1986.207с.
66. Воркут А.И., Калинин А.Г., Ковалик А.Г., Рудык А.А. Транспортное обслуживание торгово-оптовых баз. Киев. Техника,1985.112с.
67. Маркин А.В. Основные элементы технологических процессов перевозок грузов для агропромышленного комплекса. - В кн.: Совершенствование перевозок грузов автомобильным транспортом: Сб.науч.тр. / Гос НИИ автомоб.трансп. / НИИАТ / .М.,1987. с. 62-74.
68. Володин Е.П. Организация перевозок строительных грузов автотранспортом. М., Стройиздат , 1972.
69. Смирнов Г.П. Организация работы автотранспорта на стройках. М., Стройиздат , 1967.
70. Резер С.М. Взаимодействие транспортных систем. М.: Наука, 1985. 246с.
71. Резер С.М. Комплексное управление перевозочными процессами в транспортных узлах: Учебное пособие. - М.: Транспорт , 1982. 94с.
72. Трихунков М.Ф. Транспортное производство в условиях рынка : Качество и эффективность.-М.: Транспорт, 1993.255с.

73. Фролова А.Т. Совершенствование системы ТЭО в крупных транспортных центрах: дисс. к.э.н.
74. Транспортная логистика: Учебное пособие для специальностей “Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте” и “Экономика автомобильного транспорта” автотранспортных вузов / МГАДИ (ТУ) / Л.Б.Миротин , Б.П.Безель , Т.О.Сулейменов, К.О.Мадалиев и др. Под ред. Миротина Л.Б. -М.,1996. 211с.
75. Колесник Л.Н. Экономическая оценка ТЭО промышленных предприятий автотранспортом :дисс. к.э.н.
76. Шмитьков А.В., Ганченко Г.К., Яшуко В.В. Логистическая система обеспечения населения крупных городов и промышленных центров скоропортящейся продукцией.М., 1994.-46с.- / Автомоб. трансп. Передовой производственный опыт и научно-технические достижения на автомобильном транспорте. Сер. Вопросы автомобильных перевозок: Информ.сборник / Информавтотранс; Вып.3/.
77. Рациональная организация перевозок сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом. Зяев В.А. Изд-во “Транспорт”, 1973г.
78. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика: Учебник для вузов . - М.: Биржи и банки, ЮНИТИ, 1997 .- 271 с.
79. Одинцов Д.Г., Жаворонков Е.П. Транспортное обеспечение строительного производства: Учебное пособие .-Омск:ОмПИ,1987. 86с.
80. Одинцов Д.Г., Невьянцев В.А.. Транспортное обеспечение строительных потоков. - М.: Стройиздат , 1992. 337с.
81. Сыч Е.Н. Транспортно-производственные системы: развитие и функционирование. Киев.Наук.думка.1986.164с.
82. Новиков О.А., Нос В.А., Рейфе М.Е., Уваров С.А Логистика: Учебное пособие . - Спб : СЗПИ , 1996. - 112с.

83. Логистика: Учебное пособие / Под ред. Б.А. Аникина .- М.: ИНФРА-М, 1997.- 327с
84. Уваров С.А. Логистика :общая концепция, теория, практика. - Спб.: “ИНВЕСТ-НП”, 1996.- 232 с.
85. Е.П.Жаворонков, Н.П.Мытник Формирование рынка транспортных услуг в строительстве // Строительство. – 1995.- №2.- С.11-14.
86. Д.Г.Одинцов, Е.П.Жаворонков К вопросу о методике исследования и проектирования транспортного процесса в строительстве // Строительство и архитектура.-1984. - №4.-С7-9.
87. Д.Г.Одинцов, Е.П.Жаворонков Организационно-технологическое моделирование транспортного процесса в строительстве // Строительство.- 1996. - №5.- С10-12.
88. Д.Г.Одинцов Оптимизация управления транспортно-технологическими процессами в строительстве // Строительство и архитектура.-1980.- №8.-С.12-15.
89. Е.П.Жаворонков, Д.Г.Одинцов Роль научно-технического прогресса в интенсификации транспортного обслуживания строительства // Строительство.- 1993.- №7.- С.15-19
90. А.В.Беккер, Н.П.Мытник Использование логистики в организационно-экономическом взаимодействии участников строительного процесса // Строительство.- 1995.- №3.- С.9-12.
91. Д.Г.Одинцов Комплексная подготовка транспортного обеспечения строительных потоков в условиях рынка // Труды СибАДИ. Вып.1, ч.1: Совершенствование технологий и конструктивных систем в отраслях автомобильного, дорожного, промышленного и гражданского строительства.- Омск:Изд-во СибАДИ, 1997.-203с.
92. Сергеев В.И. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов М.:ИНФРА-М, 2004. - 976 с.

93. Логистика: Учебник / В.В.Дыбская, Е.И.Зайцев, В.И.Сергеев, А.Н.Стерлигова; под ред. В.И.Сергеева. – М.: Эксмо, 2008. – 944 с.
94. Бауэрсокс Д.Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. / Д.Дж. Бауэрсокс, Д.Дж. Клосс; Пер. с англ. — М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2001. — 640 с.
95. Джонсон Д., Вуд Д.Ф., Вордлоу Д.Л. Современная логистика. Издание 7 Москва: Вильямс, 2002, 624 с.
96. Сток Дж.Р., Ламберт Д.М. Стратегическое управление логистикой: Пер. с 4-го англ.изд.-М.:ИНФРА-М, 2005, 797с
97. Майкл Р. Линдерс, Харольд Е. Фирон. Управление снабжением и запасами. Логистика/Пер. с англ. – Спб.: ООО «Полиграфуслуги», 2006. – 768 с.
98. Перевозка экспортно-импортных грузов. Организация логистических систем. 2-е изд-ие доп. и перераб. Под ред. А.В. Кириченко. СПб. Изд-во «Питер», 2004. – 506 с.
99. Логистика автомобильного транспорта. Концепция, методы, модели : сборник научных трудов / В. С. Лукинский, В. И. Бережной, Е. В. Бережная, И. А. Цвиринько. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 280 с.
100. Управление цепями поставок: Справочник издательства Gower / Под ред. Дж. Гатторны – М.: ИНФРА-М, 2008.- 607с.
101. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок. Пер. с англ. Серия «Зарубежный учебник». – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.-503 с.
102. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок. Пер. с англ. – Спб.: Питер, 2004. – 316 с.
103. Дэймон Шехтер, Гордон Сандер. Логистика. Искусство управления цепочками поставок. – М.: Претекст, 2008.-230с.
104. Бочкарев А.А. Планирование и моделирование цепи поставок: Учебно-практическое пособие. – М.: издательство «Альфа-Пресс», 2008.-192с.

105. Будрин А.Г. Развитие транспорта и логистики: выявление и оценка синергетических эффектов / А.Г.Будрин, Е.В.Будрина, И.Г.Жданова; под общ. ред. Е.В.Будриной, В.С.Лукинскогo. – СПб.: СПбГИЭУ, 2006.-230с.
106. Беспалов Р.С. Транспортная логистика. Новейшие технологии построения эффективной системы доставки. - М.: Вершина, 2007.- 384с.
107. Эффективность логистического управления: Учебник для вызов / под общ. Ред. д.т.н., проф. Л.Б.Миротина. – М.: Издательство «Экзамен», 2004. – 448с.
108. Н.К.Моисеева Экономические основы логистики: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 528 с.
109. Организация, планирование и управление автотранспортными предприятиями: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Экономика и организация автомобильного транспорта» / Н.Ф. Билибина, М.П. Улицкий, Л.Б. Миротин и др; Под ред. Л.А. Бронштейна, К.А. Савченко-Бельского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986.– 360 с.
110. Анализ грузооборота методом цепных подстановок. Ильевский М., Костюк В. – Автомоб. транспорт. – 1972. – №8, С.17-19
111. Организация, планирование и управление в автотранспортных предприятиях: Учеб. для вузов / М.П. Улицкий, К.А. Савченко-Бельский, Н.Ф. Билибина и др.; под ред. М.П. Улицкого. – М.: Транспорт, 1994. – 328 с.
112. Применение приема цепных подстановок при анализе. Бодянский В. – Автомоб. транспорт. – 1971. – №12, С.13-14
113. Аксенова З.И. Автомобильные грузовые перевозки.– М.: Автотрансиздат, 1961. – 260 с.
114. Метод цепных подстановок при анализе технико-эксплуатационных

- показателей. Лукашенко Г. – Автомоб. транспорт.– 1972. – №8, С.15-16
- 115.** Многофакторный корреляционный анализ технико-эксплуатационных показателей на автотранспорте. Аликариев Н.С. – В сб. «Вопр. кибернет. и вычисл. матем.» – 1967. – вып.9, С.47-56
- 116.** Анисимов А.П., Юфин В.К. Экономика, организация и планирование автомобильного транспорта: Учебник для учащихся автотрансп. техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1986. – 248 с.
- 117.** Применение интегрального метода для детерминированного факторного анализа экономических показателей. Куцемако Н.Н., Пинхасик Е.Э. – Тезисы докладов региональной научно-технической конференции «Применение математических средств и вычислительной техники к задачам автомобильного транспорта» – Волгоград, 1989. – С.23-25
- 118.** Миротин Л.Б., Николин В.И., Ташбаев Ы.Э. Транспортная логистика. Москва-Омск.1994.236с.
- 119.** Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Логистические системы и технологии перевозочного процесса на транспорте. основанные на логистике// Транспорт : Наука, техника, управление: Сб.обзорн.информации / ВИНТИ.-М., 1993.-№2.-с.12-19.
- 120.** Транспортная логистика: Учебное пособие для специальностей “Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте“ и “Экономика автомобильного транспорта” автотранспортных вузов / МГАДИ (ТУ) / Л.Б.Миротин , Б.П.Безель , Т.О.Сулейменов, К.О. Мадалиев и др. Под ред. Миротина Л.Б. -М.,1996. 211с.
- 121.** Николин В.И. Классификация систем доставки грузов автомобильным транспортном / СибАДИ.- Омск , -10с. Деп. в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР , №409 ат -Д86.
- 122.** Николин В.И., Белых В.И. Оценка использования парка подвижного состава автомобильного транспорта ./ СибАДИ.-Омск.,1984.Деп.в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, №224ат-Д84.

123. Николин В.И., Кондрашин Е.М. Влияние времени погрузо-разгрузочных работ на эффективность системы доставки грузов / СибАДИ.-Омск, 1986,-Деп.в ЦБНТИ Минавтотранс РСФСР № 370ат-Д86.
124. Николин В.И., Раскин Е.М., Трушков В.В. Модель работы автомобилей на маятниковых маршрутах с обратным негруженным пробегом. / СибАДИ-Омск.,1984. - 7с. Деп.в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР , №219ат-Д84.
125. Николин В.И., Раскин Е.М., Трушков В.В. Модель работы автомобилей на маятниковых маршрутах с груженым пробегом в обоих направлениях. / СибАДИ-Омск.,1984. - 8с. Деп.в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР , №221ат-Д84.
126. Николин В.И., Терентьев А.В., Рихтер М.Г. Справочник по коммерческой эксплуатации грузовых автомобилей. - Омск: Книжное издательство, 1991.112с.
127. Автомобильные перевозки. Афанасьев Л.Л., Цукерберг С.М. – Изд-во «Транспорт», 1973. – 320 с.
128. Бронштейн Л.А., Ройтман Я.М. Анализ работы автотранспортных предприятий. – М.: Транспорт, 1973. – 80 с.
129. Николин В.И. Автотранспортный процесс и оптимизация его элементов. – М.: Транспорт, 1990. – 191 с.
130. Рихтер М.Г. Методика анализа эффективности функционирования автотранспортных систем. – Дисс. к.т.н. – Омск. 1993.
131. Панов С.А. Модели маршрутизации на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1974. – 152 с.
132. Стерлигова Е.А., Якимович К.П. Исследование себестоимости автомобильных перевозок методами математической статистики. – М.: Тр.Московского ин-та инж.ж.д.транспорта, 1972, вып.407., С.32-39
133. Ефремов А. В. Методы синтеза систем управления грузовыми

автомобильными перевозками. – М.: МАДИ, 1982. – 92 с.

134. Ефремов А.В. Методические указания по применению ЭВМ и ЭММ в грузовых автомобильных перевозках. – М.: МАДИ, 1987. – 35 с.

135. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математической статистики. – М.: Физмат, 1961. – 200 с.