

На правах рукописи



МЕНУХОВА Татьяна Анатольевна

**ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ
МЕЖДУГОРОДНЫХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

Специальность 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук**

Санкт-Петербург – 2014

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, на кафедре организации перевозок и безопасности движения

Научный руководитель: кандидат технических наук,
Терентьев Алексей Вячеславович

Официальные оппоненты: **Михайлов Александр Юрьевич**,
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный
технический университет», Институт
авиамашиностроения и транспорта,
Транспортная лаборатория ИрГТУ, заведующий;

Давыдов Николай Артемьевич,
кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский
государственный архитектурно-строительный
университет», кафедра технической
эксплуатации транспортных средств, профессор

Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО «Волгоградский
государственный технический университет»**

Защита диссертации состоится «01» июля 2014 г. в 15⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д **212.223.02** при ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по адресу: 190103, Санкт-Петербург, ул. Курляндская, д. 2/5, ауд. 340-К.
Тел./Факс: (812) 316-58-72; E-mail: rector@spbgasu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» и на сайте <http://dis.spbgasu.ru/specialtys/personal/menuhova-tatyana-anatolevna>

Автореферат разослан « ____ » мая 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук,
доцент



Олещенко Елена Михайловна

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Современные требования к организации перевозочного процесса и качеству выполняемых перевозок на автомобильном транспорте диктуют необходимость применения новых организационных и технологических решений в планировании перевозок с использованием программно-целевых и логистических принципов.

Существующая организация системы оперативного планирования не всегда отвечает реальным потребностям участников процесса грузовых автомобильных перевозок. Основным недостатком на сегодняшний день является то, что методологическая база оперативного планирования сегментирована и описывает отдельные этапы планирования процесса перевозок, такие как выбор подвижного состава, определение рациональной грузоподъемности автомобиля для выполнения перевозок, расчет технико-эксплуатационных показателей, в том числе потребного количества автомобилей, распределение подвижного состава по заявкам с применением методов линейного программирования, составление графика работы автомобилей для проверки возможности выполнения перевозок рассчитанным количеством автомобилей, расчет затрат на перевозки и другие. Кроме того методики расчета потребного количества автомобилей имеют серьезные погрешности, это выражается в несоответствии расчетных и фактических величин.

Несмотря на то, что последние годы ведется активная разработка и внедрение на автотранспортные предприятия программ автоматизированного документооборота и планирования работы автомобилей, в настоящее время не существует методики, обеспечивающей комплексное планирование и решение вышеперечисленных задач с учетом специфики междугородных перевозок, тогда как современные тенденции развития автотранспорта в России связаны с интенсивным развитием междугородных автомобильных грузовых перевозок. Ежегодный рост средней дальности перевозки 1 тонны груза составляет порядка 9 %, средняя дальность коммерческих перевозок автотранспортом возрастает с менее 65 км до 75,4 км, а максимальное расстояние массовой транспортировки импортных грузов достигает 2,7 тыс. км.

Разработанная в диссертационной работе методика оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах позволяет: получать значение потребного количества автомобилей с более высокой точностью по сравнению с существующими методиками, получать оперативные данные о процессе перевозок в любой момент времени, повысить скорость обработки этих данных, а, следовательно, эффективность процесса планирования перевозок.

Степень разработанности темы исследования. Теоретическими основами работы стали исследования российских ученых, посвященных проблеме планирования деятельности предприятий автомобильного транспорта: С.М. Абалонина, З.И. Аксеновой, Л.Л. Афанасьева, А.А. Бачурина, Е.В. Будриной, А.В. Вельможина, Е.Е. Витвицкого, А.И. Воркута, Б.Л. Геронимуса, А.Э. Горева, В.А. Гудкова, Н.Я. Говорущенко, А.П. Кожина,

Г.А. Кононовой, В.Н. Лившица, В.С. Лукинско, В.М. Мандрицы,
Л.Б. Миротина, С.М. Мочалина, В.И. Николина, И.В. Николина,
И.С. Туревского, М.П. Улицкого, Н.С. Ускова, М.С. Ходоша и др.

Цель и задачи исследования.

Цель исследования – разработка методики оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах.

Задачи исследования:

1. Провести анализ существующего методологического обеспечения оперативного планирования междугородных грузовых автомобильных перевозок.

2. Выявить недостатки существующего методологического аппарата оперативного планирования работы автомобилей.

3. Разработать методику оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах.

4. Разработать алгоритм автоматизированного распределения автомобилей по заявкам на междугородных маршрутах.

5. Адаптировать существующее методологическое обеспечение определения технико-эксплуатационных показателей к оперативному планированию работы автомобилей на междугородных маршрутах.

6. Произвести апробацию методики оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах на предприятии, эксплуатирующем подвижной состав на маршрутах протяженностью от 500 до 9000 км.

7. Провести оценку экономической эффективности предлагаемой методики.

Объектом исследования является методологическое обеспечение оперативного планирования междугородных грузовых автомобильных перевозок.

Предметом исследования является распределение подвижного состава по заявкам на междугородных маршрутах.

Научная новизна диссертационной работы:

1. Разработан алгоритм автоматизированного распределения автомобилей по заявкам на междугородных маршрутах с использованием оператора учета времени и коэффициента перекрытия временных интервалов «время заявки» и «занятость автомобиля».

2. Адаптирована методологическая база расчета технико-эксплуатационных показателей к условиям автоматизированного планирования работы подвижного состава на междугородных маршрутах.

3. Разработана методика оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах, позволяющая одновременно выполнять комплекс операций по планированию работы автомобилей с минимальными трудозатратами.

Методологической основой диссертационного исследования послужили принципы теории системного комплексного, процессного и логистического подходов, а также методы математического моделирования.

Область исследования соответствует требованиям паспорта научной специальности ВАК: 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, а именно: содержанию специальности, каковым являются научные, технические и организационные разработки в области эффективного развития автомобильного транспорта, обеспечения его работоспособности, дорожной, экологической безопасности и ресурсосбережения, а также следующей области исследования: п.2 «Оптимизация планирования, организации и управления перевозками пассажиров и грузов, технического обслуживания, ремонта и сервиса автомобилей, использования программно-целевых и логистических принципов».

Практическая ценность и реализация результатов исследований. Разработанная методика оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах позволяет:

1. Определять потребное идентифицированное количество автомобилей для выполнения заявок.
2. Планировать работу автомобилей учитывая ритмичность отправок грузов.
3. Одновременно выполнять комплекс разнородных задач по планированию перевозок.
4. Осуществлять заданный объем перевозок с минимальными капитальными вложениями в подвижной состав и затратами на перевозку.
5. Осуществлять планирование перевозок с минимальными трудозатратами.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены, обсуждены и одобрены на:

1. Конференции «6-е Луканинские чтения» «Научно-практические задачи развития автомобильно-дорожного комплекса России» в Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ) 29.01.2013 г.
2. II Международной научной конференции «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches» (Штутгарт, Германия) 18-19 февраля 2013 г.
3. Международной научно-практической конференции «Закономерности и тенденции развития науки в современном обществе» (г. Уфа) 29-30 марта 2013 г.
4. I Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки в 21 веке» (г. Москва) 31 марта 2013 г.
5. I Региональной межвузовской научно-практической конференции «Инновационные системы планирования и управления на транспорте и в машиностроении» в Национальном минерально-сырьевом университете «Горный» 16 апреля 2013 г.
6. II Международной научно-практической конференции «Развитие экономической науки на транспорте. Новые решения» в Петербургском государственном университете путей сообщения 6-7 июня 2013 г.

Публикации. Материалы диссертации опубликованы в 11 печатных работах общим объемом 4,12 п.л., лично автором – 3,75 п.л., в т.ч. 3 работы в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденный ВАК РФ.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, трех глав с выводами по каждой из них, заключения. Диссертация содержит 124 страницы машинописного текста, 33 рисунка, 17 таблиц, 108 формул и список использованной литературы из 124 наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

Во введении сформулирована проблема и обоснована актуальность проводимых исследований, сформулированы цель и задачи, научная и практическая значимости.

В первой главе был произведен анализ: существующих тенденций развития автотранспортной отрасли за последние годы; существующего методологического обеспечения оперативного планирования междугородных грузовых автомобильных перевозок.

Во второй главе с учётом проведённого анализа по теме исследования разработана методика оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах (МОП), алгоритм автоматизированного распределения автомобилей по заявкам на междугородных маршрутах, адаптирована методологическая база расчета технико-эксплуатационных показателей (ТЭП), позволяющая производить анализ работы подвижного состава (ПС).

В третьей главе произведена апробация результатов исследования на транспортно-экспедиционном предприятии ООО «Центрус». Приведено экономическое обоснование целесообразности использования разработанной методики.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Разработан алгоритм автоматизированного распределения автомобилей по заявкам на междугородных маршрутах с использованием оператора учета времени и коэффициента перекрытия временных интервалов «время заявки» и «занятость автомобиля».

В ходе диссертационного исследования были изучены различные программные продукты по планированию перевозок и выполняемые ими функции. Производителями декларируется, что их программы осуществляют «деление по автомобилям», но после анализа выявлено, что информация по занятости подвижного состава на маршруте при выполнении операции «деление по автомобилям» не учитывается, автоматизированное распределение подвижного состава по заявкам не производится, критерий «минимум затрат на перевозку» не обеспечивается.

В целях обеспечения методологических основ автоматизации наиболее сложного этапа планирования перевозок – распределения подвижного состава по заявкам - в диссертационной работе разработан алгоритм, позволяющий

получать значение потребного количества автомобилей с более высокой точностью по сравнению с существующими методиками, автоматизировать процесс распределения автомобилей по заявкам, получать оперативные данные о процессе перевозок в любой момент времени, повысить скорость обработки этих данных, а, следовательно, эффективность процесса планирования перевозок.

В основу алгоритма положена фиксация моментов начала и окончания выполнения работы идентифицированного автомобиля в операторе учета времени. При автоматизированном учете в алгоритме таких факторов, как объем груза, заявленного к перевозке, время заявки, время оборота подвижного состава на маршруте, занятость автомобилей на других заявках, производительность подвижного состава на заявке, распределение автомобилей по заявкам происходит с высокой оперативностью, точностью, эффективностью и с меньшими трудозатратами.

Также учитывается специфическая особенность междугородных перевозок: большая протяженность маршрутов приводит к необходимости отдавать предпочтение при выборе подвижного состава автомобилям большей грузоподъемности для выполнения заявки меньшим количеством оборотов.

Для осуществления оперативного планирования по приведенному алгоритму необходимо сформировать базы данных (БД) исходной информации « Z_j » (Поступающие заявки), « $A_{ik\text{ соб}}$ » (Собственный парк автомобилей), « $A_{ik\text{ привл}}$ » (Привлеченный парк автомобилей) и базы данных результирующей информации «ТЭП $_j$ » (ТЭП по заявке), «ТЭП $_{\text{ц расч}}$ » (ТЭП за «время цикла расчетное»), « $C_{\text{пер } j}$ » (Затраты на перевозку по заявке), « $C_{\text{пер } \text{ц расч}}$ » (Затраты за «время цикла расчетное»).

Планирование может выполняться автотранспортным или экспедиционным предприятием, эксплуатирующим собственный или привлеченный грузовой автомобильный транспорт. В автотранспортное или экспедиционное предприятие поступают заявки Z_j , j - порядковый номер заявки, $j=1, \dots, m$. Входящий поток требований состоит из: наименования и свойств груза; объема груза, заявленного к перевозке Q_j , т, $j=1, \dots, m$; даты поставки $t_{\text{жкон}}$ и срока заявки $T_{\text{здн}j}$, дн., $j=1, \dots, m$; пунктов погрузки и разгрузки и исходя из этого длины маршрута l_{mj} , км, $j=1, \dots, m$.

Распределение подвижного состава по заявкам производится в соответствии с алгоритмом, представленным на рис. 1.

Рассмотрим наиболее сложный случай применения данной методики. Автотранспортное предприятие имеет собственные автомобили A_{ik} (i – типы автомобилей, $i=1, \dots, n$, k – номер автомобиля, $k=1, \dots, p$) с номинальной грузоподъемностью q_{ni} .

Идентифицируем подвижной состав, используя дополнительный индекс « k » (k – номер автомобиля, позволяющий его идентифицировать, $k=1, \dots, p$) для того чтобы с большей точностью и оперативностью производить выбор подвижного состава среди свободных автомобилей для работы на j -ой заявке.

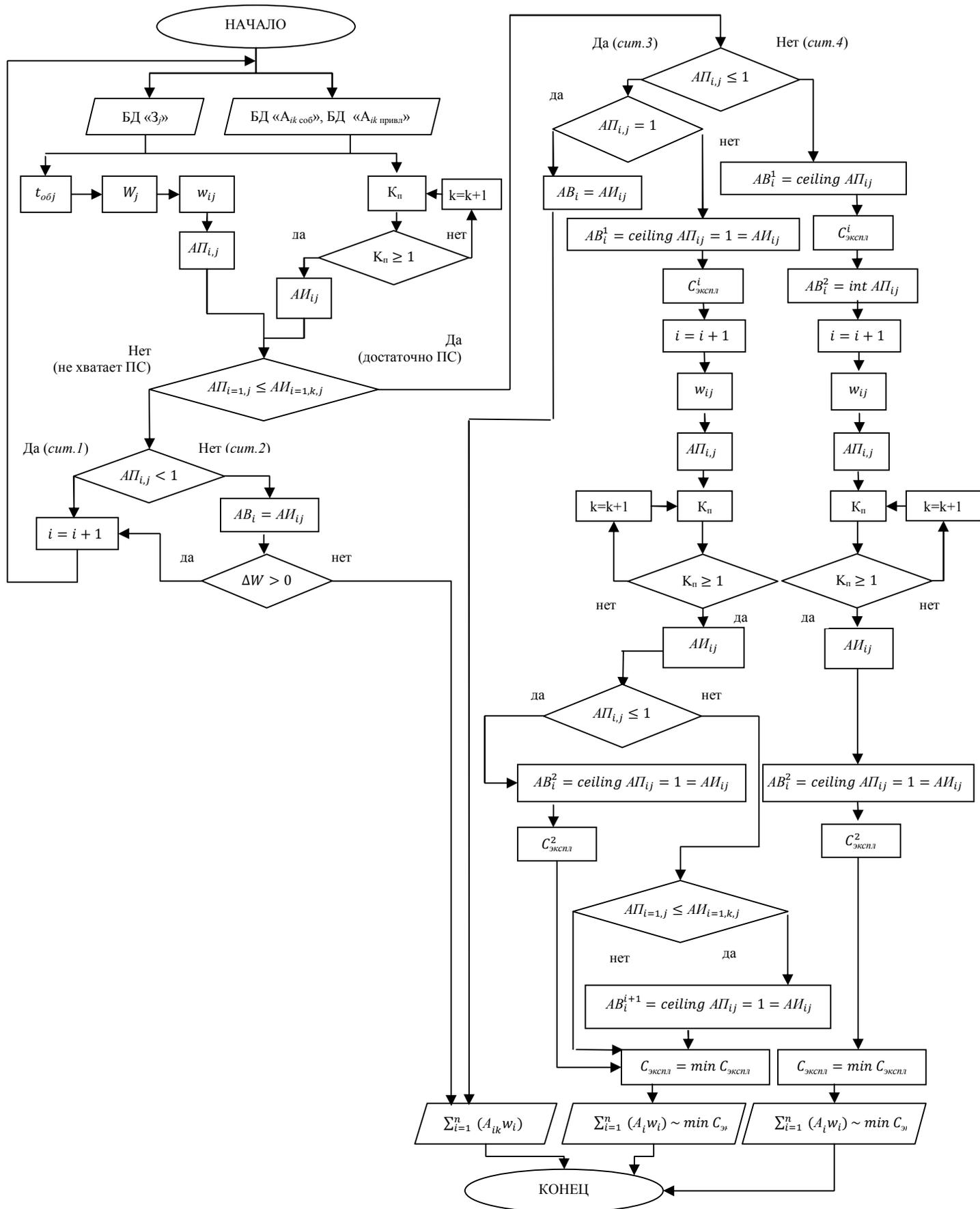


Рис. 1. Алгоритм автоматизированного распределения автомобилей по заявкам на междугородных маршрутах

Оператор учета времени (ОУВ) фиксирует:

- временной интервал «время выполнения j -ой заявки»;
- моменты начала и окончания выполнения работы идентифицированного транспортного средства;
- временной интервал «занятость автомобиля i -го типа k -го номера на j -ой заявке». Это позволяет учесть и упорядочить во времени поступающие на автотранспортное или экспедиционное предприятие заявки и избежать в дальнейшем трудоемкого построения графика выпуска автомобилей вручную.

При поступлении заявок на предприятие производится выбор подвижного состава в соответствии с требованиями к нему, предъявляемыми свойствами груза.

При поступлении очередной заявки рассчитывается:

- срок выполнения заявки в часах $T_{з\ ч\ j}, j=1, \dots, m$;
- время оборота автомобиля на j -ой заявке $t_{об\ j}, \text{ ч}$;
- количество оборотов автомобиля $Z_{об\ j}$ за срок выполнения заявки в часах $T_{з\ ч\ j}$;
- потребная производительность подвижного состава по заявке:

$$W_j = \frac{Q_j}{t_{об\ j}}, \quad (1)$$

где W_j – потребная производительность подвижного состава по заявке, т/ч; Q_j – объем груза, заявленного к перевозке, т; $t_{об\ j}$ – время оборота автомобиля на j -ой заявке, ч;

- коэффициент использования грузоподъемности и грузовместимости (с помощью оператора «ОР» определяется оптимальное расположение груза в кузове автомобиля);

- производительность i -го типа автомобиля на j -ой заявке:

$$w_{ij} = \frac{q_{ни}\gamma}{t_{об\ j}}, \quad (2)$$

где w_{ij} – производительность i -го типа автомобиля на j -ой заявке, т/ч; $q_{ни}$ – номинальная грузоподъемность автомобиля i -го типа, т; γ – коэффициент использования грузоподъемности; $t_{об\ j}$ – время оборота автомобиля на j -ой заявке, ч.

Выбор подвижного состава на заявку оптимальной производительности осуществляется среди имеющихся в наличии свободных автомобилей, учитывая условие:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} = W_j .$$

При выборе автомобиля учитываются свойства груза и специализация подвижного состава. Для расчета используется подраздел базы данных « $A_{ik\ \text{соб}}$ » или « $A_{ik\ \text{привл}}$ » по искомой группе подвижного состава (бортовые, рефрижераторы, самосвалы, цистерны).

Рассчитывается потребное количество автомобилей максимальной производительности $w_{i=1,j}$ ($w_{i=1,j} = \max w_{i,j}$):

$$\text{АП}_{i,j} = \frac{W_j - \sum_{i=1}^{n-1} \text{AB}_i w_{ij}}{w_{i,j}}, \quad (3)$$

где $AP_{i,j}$ – потребное количество автомобилей i -го типа на j -ой заявке, с максимальной производительностью, ед.; AB_i – автомобили i -го типа, выбранные для работы на j -ой заявке, ед.; $w_{i,j}$ – максимальная производительность подвижного состава на j -ой заявке из имеющегося на предприятии, т/ч.

Определяется возможность использования автомобиля $i=1$ типа k -го номера для работы на j -ой заявке (свободен ли данный автомобиль на временном интервале «время выполнения j -ой заявки») с использованием ОУВ и БД « A_{ik} соб». При этом рассчитывается коэффициент перекрытия $K_{п}$:

$$K_{п} = \frac{t_{A_{ik} m \text{ нач}}}{t_{A_{ik} (m-1) \text{ кон}}}, \quad (4)$$

где $K_{п}$ – коэффициент перекрытия временных интервалов «время выполнения j -ой заявки» и «занятость автомобиля i -го типа k -го номера на j -ой заявке»; $t_{A_{ik} m \text{ нач}}$ – точка начала работы автомобиля i -го типа k -го номера A_{ik} на планируемой j -ой заявке, ч; $t_{A_{ik} (m-1) \text{ кон}}$ – точка окончания работы автомобиля i -го типа k -го номера A_{ik} на предыдущей заявке, ч.

Используем оператор « $K_{п} \geq 1$ ». Если $K_{п} \geq 1$, то этот автомобиль A_{ik} может быть задействован на планируемой заявке и присваиваем ему «1» – допущен. Определяем количество автомобилей $i=1$ типа свободных для выполнения данной заявки и обозначаем его AI_i . В дальнейшем учтем, что приоритет на выполнение j -ой заявки имеют автомобили с наибольшим значением $K_{п}$. Это обеспечит равномерное использование автомобилей. Если $K_{п} < 1$, то этот автомобиль не может быть задействован на планируемой заявке, поэтому блокируем его, присваивая ему «0» – не допущен.

В том случае, если за «время выполнения j -ой заявки» может быть выполнено несколько оборотов на маршруте, то разбиваем этот временной интервал на отрезки «время одного оборота на j -ой заявке» и определяем возможность использования автомобилей на каждом из этих отрезков по формуле (4).

Приведенный выше оператор в программной оболочке представлен как оператор сравнения временного интервала «время выполнения j -ой заявки» и временных интервалов «занятость автомобиля i -го типа k -го номера на j -ой заявке».

Сравниваем полученное ранее значение потребного количества автомобилей $i=1$ типа $AP_{i=1,j}$ с имеющимся в наличии количеством собственных свободных для выполнения данной заявки автомобилей AI_i . Используем оператор « $AP_{ij} \leq AI_{ij}$ » и дополнительный оператор « $AP_{ij} < 1$ ».

Если автомобилей требуется меньше единицы, а свободных автомобилей $i=1$ типа нет (*ситуация №1*), то произведем расчет потребного количества автомобилей с наибольшим следующим значением $w_{i,j}$, а именно $w_{i=2,j}$ по формуле (3) и будем следовать изложенному ранее алгоритму.

Если автомобилей требуется больше единицы, а свободных автомобилей недостаточно (*ситуация №2*), то принимаем для работы на j -ой заявке количество автомобилей i -го типа равное имеющимся в наличии AI_{ij} :

$$AB_i = AI_{ij}, \quad (5)$$

при этом:

– учитывается приоритет на выполнение j -ой заявки, его имеют автомобили с наибольшим значением K_n ;

– присваивается выбранным для работы на данной j -ой заявке автомобилям i -го типа и k -го номера «занятость автомобиля i -го типа k -го номера на j -ой заявке» в БД « $A_{ik\text{ соб}}$ » для того чтобы использовать эту информацию при обработке следующих заявок. Уточняем, нужны ли еще автомобили:

$$\Delta W = W_j - \sum_{i=1}^{n-1} AB_i w_{ij} \quad (6)$$

Может сложиться ситуация, когда собственных автомобилей недостаточно для выполнения объема перевозок по заявке, тогда задействуем БД « $A_{ik\text{ привл}}$ ».

Если $AP_{ij} \leq AI_{ij}$ и $AP_{ij} \leq 1$, это означает, что потребных автомобилей требуется меньше единицы и свободных автомобилей $i=1$ типа достаточно (*ситуация №3*). Если требуется один автомобиль, то именно он и будет направлен на заявку. Если $AP_{ij} < 1$ или имеет место *ситуация №4* ($AP_{ij} > 1$ и свободных автомобилей $i=1$ типа достаточно), то в этом случае производится сравнение нескольких альтернативных вариантов по затратам на перевозку и выбирается тот подвижной состав, которому соответствует наименьшее значение затрат.

2. Адаптирована методологическая база расчета технико-эксплуатационных показателей к условиям автоматизированного планирования работы подвижного состава на междугородных маршрутах.

В общем виде система оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах – это система с элементом обратной связи (рис. 2), в качестве которой используются технико-эксплуатационные показатели.

Отметим, что для распределения подвижного состава по заявкам применяется ОУВ, а расчет технико-эксплуатационных показателей (см. табл.1) и затрат на перевозку производится по каждой заявке, а затем за «время цикла расчетное». «*Время цикла расчетное*» – *ограниченный временной период для анализа работы подвижного состава*. Этот временной интервал должен быть:

- большим, чем сутки, что позволит учесть особенность перевозок на междугородных маршрутах, когда оборот подвижного состава составляет несколько дней. В качестве «времени цикла расчетного» можно принять время выполнения заявки, неделю, декаду, месяц, квартал, несколько месяцев (при сезонных перевозках), полугодие, год;

- «гибким». Учитывая особенности портфеля заказов предприятия, можно принять наиболее удобный для планирования период времени.

Методологическая база расчета технико-эксплуатационных показателей представлена в диссертационной работе.

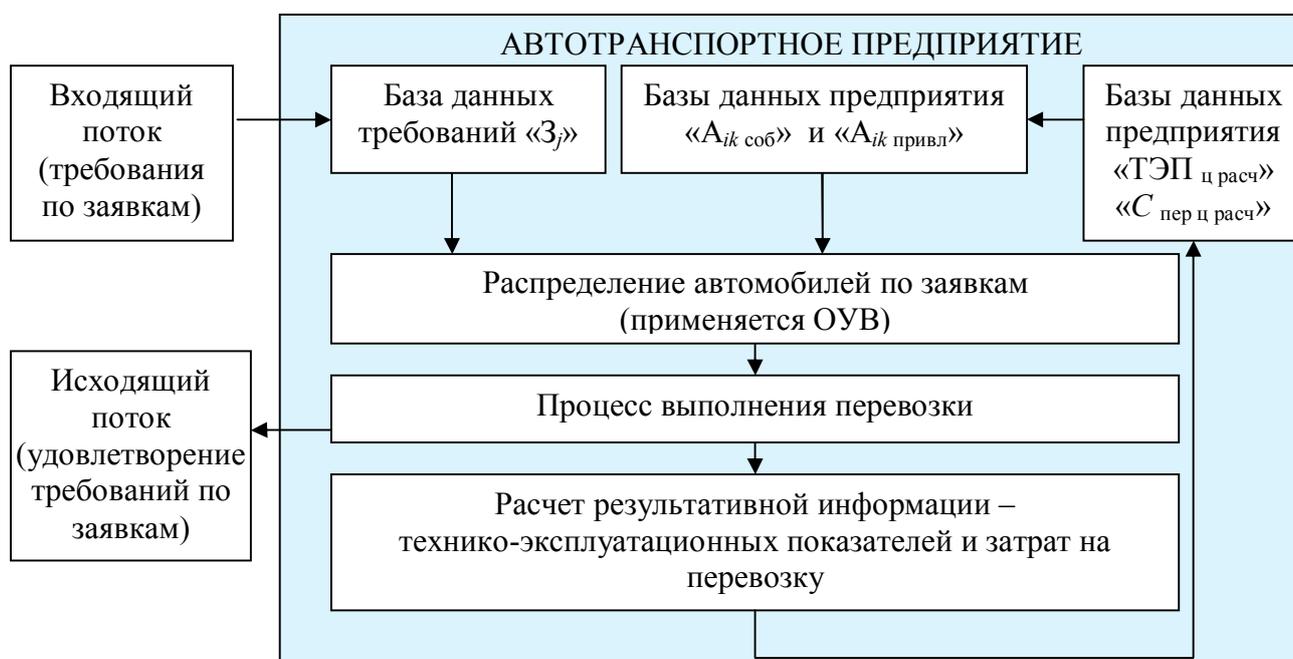


Рис. 2. Система оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах с элементом обратной связи

Таблица 1

Расчет технико-эксплуатационных показателей

Показатель	Формула расчета
ТЭП по j-ой заявке	
Время, затрачиваемое на оборот на j -ой заявке, ч	$t_{об j} = \frac{l_{mj}}{V_T} + t_{п-р j} + t_{отд j}$
Количество возможных оборотов за время заявки, об.	$Z_{об j} = T_{з ч j} / t_{об j}$
Производительность i -го типа автомобиля на j -ой заявке, т/ч	$w_{ij} = \frac{q_{ni} \gamma}{t_{об j}}$
Производительность подвижного состава на j -ой заявке, т/ч	$w_j = \sum_{i=1}^n w_{ij}$
Пробег автомобилей за время заявки, км	$L_j = \sum_{p=1}^k l_{kj}$
Гружёный пробег автомобилей за время заявки, км	$L_{гр j} = \sum_{p=1}^k l_{грkj}$
Количество автомобилей, занятых на j -ой заявке, ед.	АВ _{j} - определяется по алгоритму (рис.3)
Время использования автомобилей на j -ой заявке, ч	$АЧ_{иа j} = \sum_{p=1}^k t_{об kj}$
ТЭП за «время цикла расчетное»	
Время использования автомобилей, а-ч	$АЧ_{иа} = \sum_{j=1}^m АЧ_{иа j}$
Общий пробег автомобилей, км	$L = \sum_{j=1}^m L_j$
Гружёный пробег автомобилей, км	$L_{гр} = \sum_{j=1}^m L_{гр j}$
Объём перевозок, т	$Q = \sum_{j=1}^m Q_j$
Грузооборот, т·км	$P = \sum_{j=1}^m P_j$
Количество автомобилей, используемых за период, ед.	АВ – определяется по БД « $A_{ik} \text{ соб}$ » и « $A_{ik} \text{ привл}$ »
Часовой коэффициент использования автомобилей	$\alpha_{и}^ч = АЧ_{иа} / АЧ_{ц}$

3. Разработана методика оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах, позволяющая одновременно выполнять комплекс операций по планированию работы автомобилей с минимальными трудовыми затратами. Блок-схема МОП работы автомобилей на междугородных маршрутах представлена на рис. 3.

Многие российские и зарубежные ученые занимались вопросами планирования деятельности предприятий автомобильного транспорта, ими разработаны методики, описывающие отдельные элементы системы как годового, так и оперативного планирования работы подвижного состава, созданы компьютерные продукты, позволяющие автоматизировать некоторые из этих элементов. Однако, анализируя существующее методологическое обеспечение оперативного планирования грузовых автомобильных перевозок, можно отметить следующие недостатки:

1. Методики которые работают сегодня посвящены отдельным задачам, таким как определение оптимальной грузоподъемности парка подвижного состава, расчет технико-эксплуатационных показателей, в том числе потребного количества автомобилей, распределение подвижного состава по заявкам с применением методов линейного программирования, составление графика работы автомобилей, расчет затрат на перевозки и другие. Выполнение такого многообразия разрозненных операций и задач в современных условиях без комплексного подхода их решению, а также без автоматизации переработки значительных объёмов информации неэффективно.

2. Многие методики расчета технико-эксплуатационных показателей и в том числе потребного количества автомобилей для выполнения заданного объема перевозок базируются на фиксированном значении грузоподъемности автомобиля, в то время как определение оптимальной грузоподъемности должно предшествовать определению потребного количества автомобилей. В том случае, если диспетчер производит «вручную» подбор транспортных средств различной грузоподъемности на заявку, временные и трудовые затраты значительны.

3. Большинство существующих методик разработаны для планирования городских перевозок с незначительными затратами времени на оборот подвижного состава, что неприменимо в условиях междугородных перевозок.

4. При использовании существующих методик возникает погрешность при расчете потребного количества автомобилей, эксплуатирующихся на междугородных маршрутах при условии регламентации времени отправки и доставки груза.

5. Для составления графика работы автомобилей на линии, служащим для уточнения и проверки возможности выполнения перевозок рассчитанным количеством автомобилей, применяются, как правило, не автоматизированные трудоёмкие графоаналитические методы.

6. Распределение автомобилей по заявкам с учётом их грузоподъёмности производится с помощью методов линейного программирования, однако привнесение критерия времени в решение транспортной задачи нарушает линейность задачи.

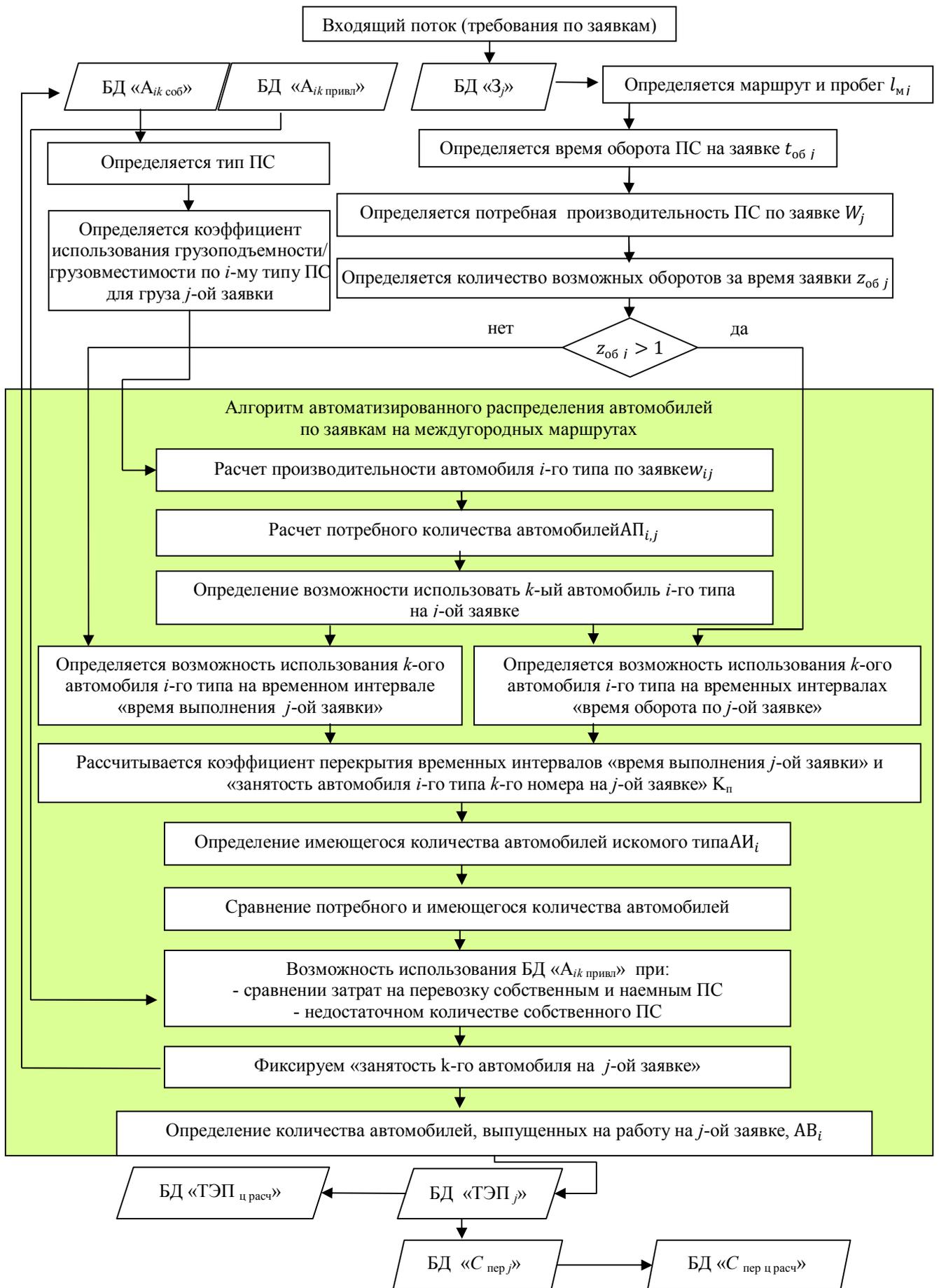


Рис. 3. Методика оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах

С учётом проведённого анализа по теме исследования разработана МОП, которая позволяет комплексно и точно планировать работу автомобилей, автоматизировать процесс распределения автомобилей по заявкам, а также оперативно производить анализ работы подвижного состава на междугородных маршрутах.

Основные положения МОП обеспечиваются критериальной функцией с учетом ограничений

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^m W_{ij}x_{ij} = Q_j, j = 1, 2, \dots, n, \\ x_{ij} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, \end{cases}$$

где x_{ij} – потребное количество автомобилей, ед.

Методика позволяет сочетать в себе и выполнять одновременно операции по определению рациональной грузоподъемности автомобилей относительно требований заявки, расчету потребного количества автомобилей с учетом оптимальной производительности подвижного состава и затрат на перевозку, учету затрат на перевозку и расчету технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава, определению занятости парка автомобилей в любой момент времени.

Произведена апробация результатов исследования на транспортно-экспедиционном предприятии ООО «Центрус».

В качестве базы для сравнения приняты 12 междугородных маршрутов предприятия. Произведен расчет потребного количества автомобилей по существующей методике расчета технико-эксплуатационных показателей (ТЭП) и построен график выпуска автомобилей (График выпуска) по каждому маршруту. Результаты расчетов говорят о значительной погрешности, возникающей при использовании методики расчета технико-эксплуатационных показателей в рамках каждой заявки (погрешность 24%), причем погрешность возрастает при увеличении частоты возникновения заявок. Это видно по несовпадению точек кривых «ТЭП» и «МОП и график выпуска» на рис.4 и 5.

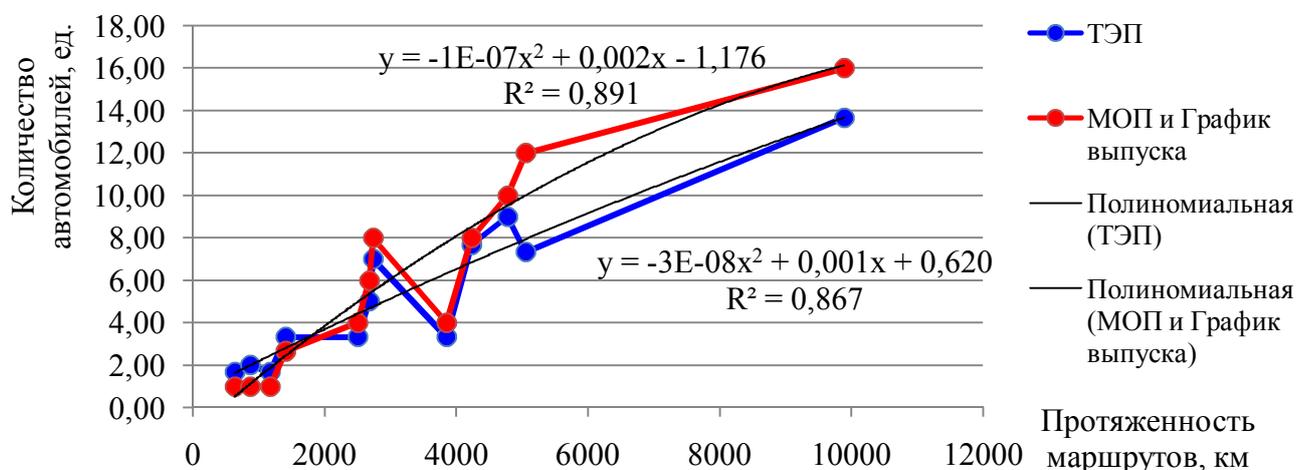


Рис. 4. Потребное количество автомобилей на маршрутах протяженностью от 600 до 9000 км

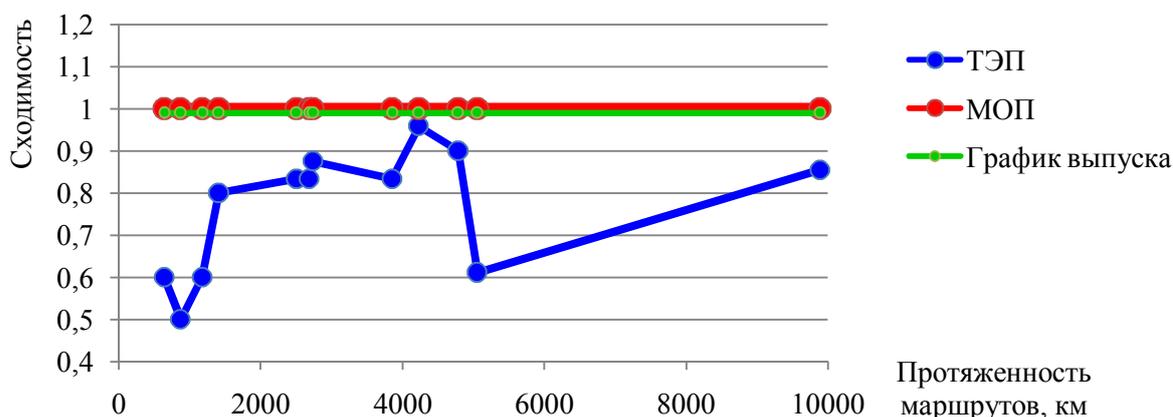


Рис.5. Сходимость результатов расчета необходимого количества автомобилей на маршрутах протяженностью от 600 до 9000 км по различным методикам

Аппроксимация результатов апробации позволяет применять полученные графические и аналитические зависимости для прогнозирования необходимого количества автомобилей для работы на данном типе заявки.

График выпуска позволяет скорректировать значение необходимого количества автомобилей по каждому маршруту, но, во-первых, данный вид работ производится вручную, что связано со значительными трудозатратами, и в рамках целого предприятия и при большом количестве заявок неэффективен, во-вторых, график позволяет скорректировать значение необходимого количества автомобилей в рамках каждой заявки, но дает погрешность (11%) при рассмотрении совокупности заказов предприятия за период (рис.6).

По графику выпуска определено, что для выполнения заявок необходимо 39 автомобилей, а при использовании МОП – 35 ед.

Применение МОП позволяет получить годовой экономический эффект в размере 3 600 000 руб./год при эксплуатации однотипного собственного подвижного состава при рассмотрении 12 маршрутов предприятия (рис. 7, «1»), 13 726 223 руб./год при переходе на эксплуатацию привлеченного ПС различной грузоподъемности (рис. 7, «2»).

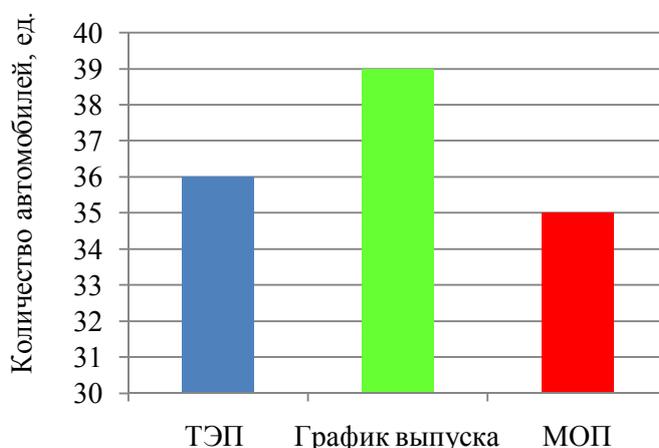


Рис.6. Потребное количество автомобилей для выполнения заявок, определенное по различным методикам

Методика оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах также позволяет обрабатывать заявки с меньшими трудозатратами, о чем говорит полученный годовой экономический эффект при рассмотрении 12 маршрутов предприятия 608 400 руб./год (рис.7, «3») и при рассмотрении всех заявок предприятия 7 098 000 руб./год (рис.7, «4»).

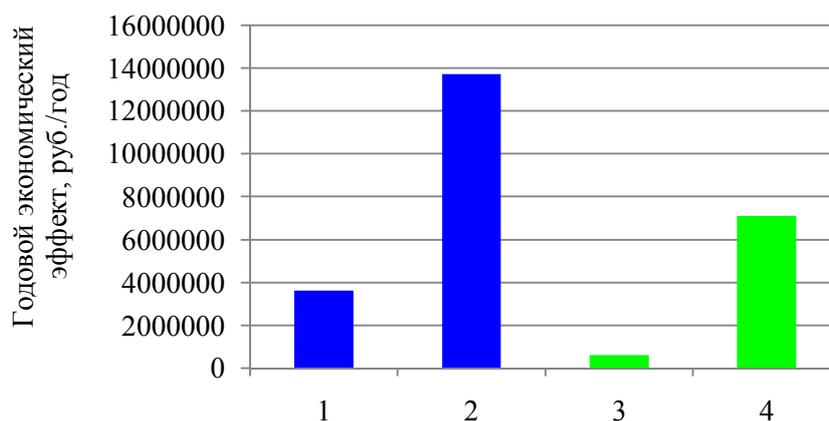


Рис.7. Гистограмма значений годового экономического эффекта при использовании МОП: 1 - при работе с однотипным собственным ПС; 2 – при переходе на эксплуатацию привлеченного ПС различной грузоподъемности; 3 и 4 – за счет сокращения трудозатрат на планирование работы автомобилей только по рассмотренным в работе заявкам и по всем заявкам предприятия, соответственно.

Общие выводы

1. Произведен анализ существующего методологического обеспечения оперативного планирования междугородных грузовых автомобильных перевозок.

2. Выявлены недостатки существующего методологического аппарата планирования работы автомобилей.

3. Обосновано применение оператора учета времени для фиксирования временных интервалов «время выполнения j -ой заявки» и «занятость автомобиля i -го типа k -го номера на j -ой заявке».

4. Использован показатель коэффициент перекрытия временных интервалов «время выполнения j -ой заявки» и «занятость автомобиля i -го типа k -го номера на j -ой заявке» для определения возможности использования автомобиля $i=1$ типа k -го номера для работы на j -ой заявке.

5. Разработана методика оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах.

6. Разработан алгоритм автоматизированного распределения автомобилей по заявкам на междугородных маршрутах.

7. Адаптирована методологическая база расчета технико-эксплуатационных показателей к условиям автоматизированного планирования работы подвижного состава на междугородных маршрутах.

8. Произведена апробация методики оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах на предприятии, эксплуатирующем подвижной состав на маршрутах протяженностью от 500 до 9000 км. Проанализирована сходимость результатов расчета потребного количества автомобилей по различным методикам, выявлены погрешности при использовании методики расчета технико-эксплуатационных показателей и графика выпуска, в то время как, методика оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах позволяет определять потребное количество автомобилей с высокой точностью и оперативностью как по каждой заявке в отдельности, так и по совокупности заявок.

9. Обоснована необходимость идентифицировать автомобили при осуществлении оперативного планирования.

10. Произведено экономическое обоснование целесообразности использования предложенной в работе методики оперативного планирования работы автомобилей на междугородных маршрутах, подтвержденное полученным годовым экономическим эффектом.

III. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ:

публикации в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Менухова, Т.А. Унификация понятий «коэффициент технической готовности», «коэффициент выпуска» и «коэффициент использования автомобилей» с учетом применения новых временных показателей / Т.А. Менухова// Транспортное дело России. – 2013. – №1 (104). – С.89-94. – 0,63 п.л.

2. Менухова, Т.А. «Время цикла расчетное» – универсальный временной интервал для расчета технико-эксплуатационных показателей работы автомобилей при междугородных и международных перевозках / Т.А. Менухова// Вестник гражданских инженеров. – 2013. – №5 (40). – С.184-188. – 0,5 п.л.

3. Менухова, Т.А. Применение «гибкого» временного интервала для расчета технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава на междугородных и международных маршрутах /Т.А. Менухова// Бюллетень транспортной информации. – 2013. – №10 (220). – С.30-34. – 0,5 п.л.

публикации в других изданиях:

4. Менухова, Т.А. Адаптация методики расчета производственной программы по эксплуатации подвижного состава для предприятий, осуществляющих междугородные грузовые автомобильные перевозки/ Т.А. Менухова, А.В. Терентьев// Проблемы теории и практики автомобильного транспорта: Сборник научно-практических статей/ под науч. ред. проф. С.Е. Иванова. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2011. – С.43-47. – 0,31 п.л./0,2 п.л.

5. Менухова, Т.А. Годовое и оперативное планирование грузовых автомобильных перевозок по различным критериям эффективности / Т.А. Менухова, Б.Д. Прудовский// Инновационные системы планирования и управления на транспорте и в машиностроении: материалы I Региональной межвузовской научно-практической конференции. – СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2013. – С.40-44. – 0,25 п.л./0,12 п.л.

6. Менухова, Т.А. Математические модели оптимального распределения автомобилей по заявкам клиентов при годовом и оперативном планировании/ Т.А. Менухова, Б.Д. Прудовский// Закономерности и тенденции развития науки в современном обществе: сборник статей Международной научно-практической конференции. 29-30 марта 2013г.: Ч.1 / отв. ред. Л.Х. Курбанаева. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. – С.187-190. – 0,25 п.л./0,12 п.л.

7. Менухова, Т.А. Методические указания для определения технико-эксплуатационных показателей работы автомобилей на междугородних и международных маршрутах в рамках любого временного интервала/ Т.А. Менухова// Инновационные системы планирования и управления на транспорте и в машиностроении: материалы I Региональной межвузовской научно-практической конференции. – СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2013. – С.44-51. – 0,44 п.л.

8. Менухова, Т.А. Планирование провозных возможностей автотранспортного предприятия в условиях нестабильного спроса/ Т.А. Менухова// Закономерности и тенденции развития науки в современном обществе: сборник статей Международной научно-практической конференции. 29-30 марта 2013г.: Ч.1 / отв. ред. Л.Х. Курбанаева. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. – С.184-187. – 0,25 п.л.

9. Менухова, Т.А. Совершенствование методов планирования междугородних и международных автомобильных перевозок в условиях ограниченного интервала времени доставки груза/ Т.А. Менухова// Актуальные проблемы современной науки в 21 веке: сборник материалов 1-й международной научно-практической конференции. 31 марта 2013 г. – М.: Издательство Перо, 2013. – С. 22-28. – 0,4 п.л.

10. Менухова, Т.А. Совершенствование системы планирования автотранспортного предприятия в целях повышения его конкурентоспособности / Т.А. Менухова// Социально-гуманитарный вестник Юга России. Научный журнал. – 2013. – №2 (33). – С.186-189. – 0,28 п.л.

11. Menukhova, T. The annual and operational planning of optimal freight capacity for vehicles and forwarding companies // 2ndInternational Scientific Conference «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches»: Papers of the International Scientific Conference (Volume 4). February 18-19, 2013, Stuttgart, Germany. – С.112-114. – 0,31 п.л.

Менухова, Т. Годовое и оперативное планирование оптимальных провозных возможностей автотранспортных и экспедиционных компаний // 2^{ая} Международная научная конференция «Европейские прикладные науки: современные подходы в научных исследованиях»: материалы международной научной конференции. 18-19 февраля 2013 г., Штуттгард, Германия.– 0,31 п.л.