УДК 656.13.658

А. П. Поляков, д. т. н., проф.; А. А. Галущак; Д. А. Галущак; М. Д. Грабенко

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, МАРШРУТА И ГРАФИКА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

В статье приведена усовершенствованная методика выбора маршрута движения транспортного средства для получения максимального экономического эффекта при доставке продукции от отправителя к получателю, а также описано применение этих методик на примере практической задачи.

Ключевые слова: *маршрут движения, маршрутизация, график перевозки, транспортное средство, транспортный состав.*

Введение

Развитие экономики, соответственно и развитие производства и увеличение объемов видов предоставляемых услуг привели к большой конкуренции среди производителей продукции. Для решения этой проблемы ученые проанализировали весь цикл услуг от производителя к потребителю и пришли к выводу: уменьшение расходов на транспортировку – это возможность сэкономить, не ухудшая качество продукции.

Особенное внимание следует уделять маршрутизации перевозок, потому что использование рациональных маршрутов является несомненным преимуществом централизированных перевозок над децентрализированными, что повышает их экономическую эффективность. Разработка маршрутов доставки товаров позволяет сократить простои автомобилей под загрузкой и разгрузкой, повысить их производительность, а следовательно, уменьшить количество средств перевозки, которые поступают на предприятия-грузоотправители при том же объеме перевозок. Когда разработанные маршруты определены и сроки снабжения выдержаны, производственные запасы потребителей могут сокращаться в 1,5 – 2 раза.

Целью этой **статьи** является усовершенствование методики выбора маршрута движения транспортного средства для развоза товара.

Выбор рационального маршрута движения в организации перевозок грузов автотранспортом

При организации процесса перевозки груза автотранспортом важную роль играет выбор маршрута движения. После того, как получили заявку на перевозку, выбор маршрута является таким же важным, как и выбор подвижного состава для перевозки. Доставка груза от грузоотправителя к грузополучателю возможна по нескольким вариантам маршрутов движения, оценка которых может отличаться по ряду критериев. Учет всех этих критериев и выбор рационального маршрута определяют время доставки грузов, её себестоимость.

К проблеме выбора рационального маршрута движения нужно подходить с разных позиций с учетом требований, налагаемых системой “Водитель – автомобиль – дорога – окружающая среда” (ВАДОС). Раньше выбор маршрутов проводился по количественным показателям с помощью математических задач определения кратчайшего расстояния. Принцип разностороннего подхода рассматривался в работах при выборе перевозчика и при выборе поставщика [6, 7]. С точки зрения логистики вопрос решался, учитывая качественные и количественные показатели, ведь эффективность функционирования пользователей транспортных услуг зависит как от величины тарифа на доставку, так и от таких аспектов качества доставки, как своевременность, обеспечение хранения груза на пути следования и др. Поэтому предлагается использовать этот метод для выбора рационального

маршрута движения автомобиля.

Для решения задачи выбора маршрута были разработаны 14 критериев, которые, по мнению специалистов, удовлетворяют всем требованиям системы ВАДОС к маршруту.

К критериям, которые характеризуют водителя, относят: соответствие квалификации водителя требованиям маршрута; эмоциональная нагрузка водителя в зависимости от условий движения в транспортном потоке.

К критериям, которые характеризуют автомобиль, относят: соответствие технических характеристик транспортного средства маршруту; отклонение фактической затраты топлива от нормативной; фактическая скорость движения.

К критериям, которые характеризуют дорожные условия, относят: категорию дороги; расстояние перевозки груза; тип и состояние дорожного покрытия; суммарную длину подъемов и спусков с наклоном больше 40%.

К критериям, которые характеризуют среду, относят: возможность перевозки груза с определенными характеристиками на маршруте; природно-климатические условия (время года, погодные условия); экологические ограничения при перевозке определенных видов груза (наличие населенных пунктов и санитарных зон на пути движения груза); ограничение по срокам доставки.

Критерий «обеспечения хранения груза на пути следования» одновременно является характеристикой всех составляющих системы «ВАДОС».

Используя метод экспертных оценок, 25 экспертов определили ранг каждого из оцениваемых критериев. Наиболее значимый критерий имеет самое высокое значение ранга.

По полученным ранговым оценкам критериев получили значение коэффициента конкордации W=0,61 > 0,6 и критерий Пирсона =198,7 > 22,4, которые удовлетворяют условию согласованности мнений экспертов. Из определенных весовых коэффициентов γ_i по всем критериям выделили наиболее весомые, которые удовлетворяют условию $\gamma_i > 1/n$, где n = 14 – количество критериев оценки.

Для определения всех возможных альтернативных вариантов маршрута движения и их оценки был рассчитан итоговый интегральный показатель. Все критерии разделены на две группы: количественные и качественные. Качественные показатели получают на основе статистических, отчетных и справочных данных и оценивают по трехбалльной системе.

Для приведения качественных показателей к количественному выражению использована функция желательности. Для оценки альтернативных вариантов маршрутов по количественным и качественным показателям для каждого критерия избрано эталонное значение – максимальное или минимальное, в зависимости от его влияния на общую оценку, и рассчитано его относительное значение.

Итоговый интегральный показатель K_0 рассчитывается по формуле:

$$K_0 = \sum_{i=1}^{n} K_i \gamma_{io} \longrightarrow \max, \qquad (1)$$

где K_i – средняя арифметическая оценка в баллах i-го критерия, предоставленная экспертами; γ_{io} – коэффициент весомости i-го критерия.

По наибольшим значениям интегральных показателей избирается два альтернативных варианта маршрута, для которых рассчитывается себестоимость работы подвижного состава, и, сравнив их, избирается маршрут, имеющий минимальную себестоимость. Окончательный выбор маршрута движения осуществляется по самой низкой себестоимости перевозок.

В данной статье усовершенствована схема, позволяющая избрать из нескольких альтернативных вариантов оптимальный маршрут движения подвижного состава. Новизна результатов заключается в том, что при выборе критериев, влияющих на выбор маршрута, были учтены условия, которые налагаются системой ВАДОС.

Рис. 1. Структурно-логическая схема выбора рационального маршрута движения

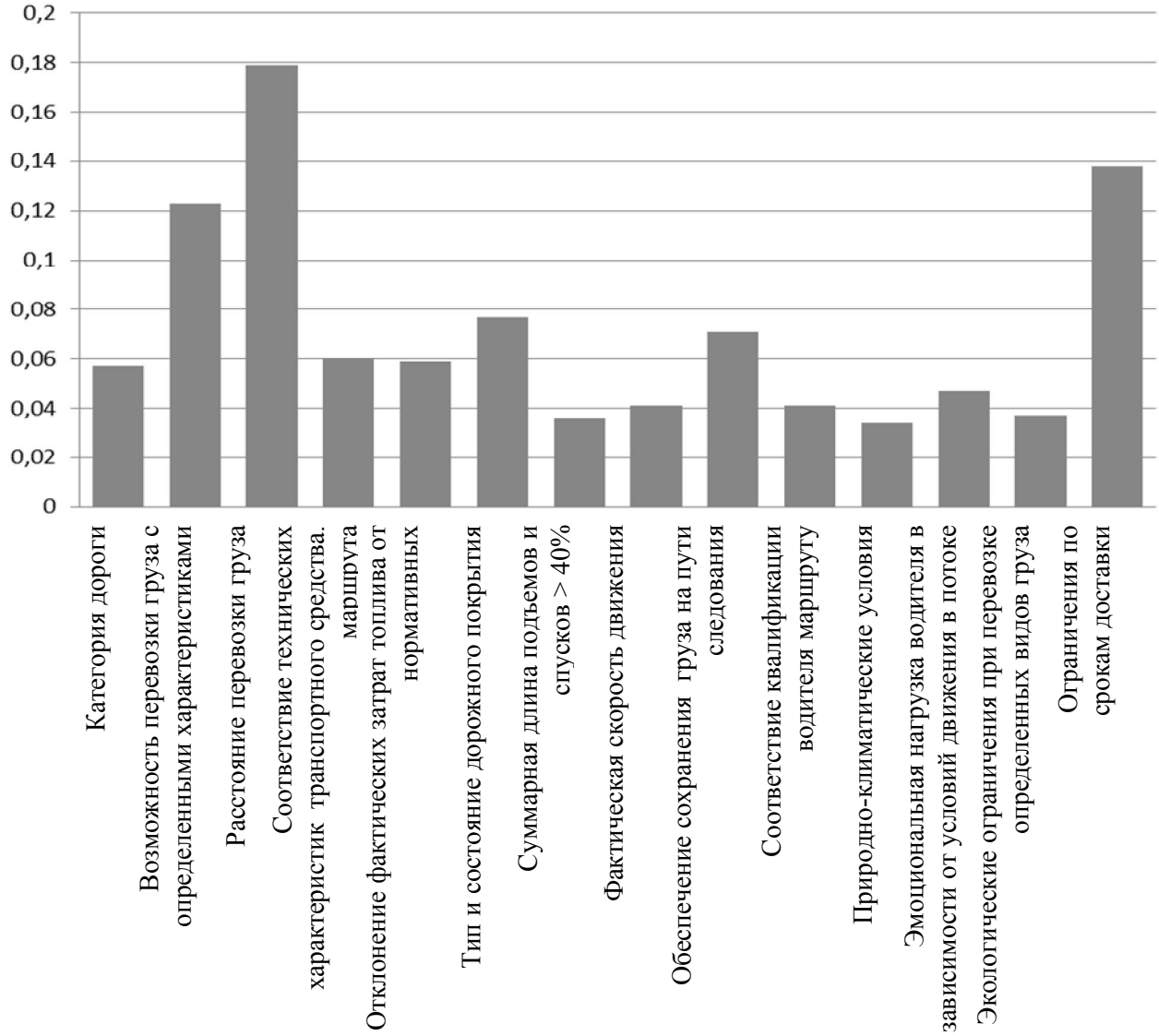

Рис. 2. Диаграмма значений коэффициентов веса критериев, влияющих на выбор маршрута движения

Построение графиков движения транспортных средств

График движения транспортных средств разрабатывается с целью повышения эффективности руководства и контроля за работой транспортных средств на линии как по всему маршруту, так и на отдельных его участках.

График отображает все элементы транспортного процесса во времени и пространстве. Построению графика движения должны предшествовать расчет технико-эксплуатационных показателей по маршруту перевозок:

1) время пребывания транспортных средств на линии;
2) продолжительность обеда и отдыха водителей в дороге;
3) время простоя под загрузкой и разгрузкой;
4) нормируемая скорость движения по маршруту;
5) количество транспортных средств на маршруте.

Графики движения транспортных средств строят для постоянных маршрутов с учетом конкретных условий перевозок. Скорость движения транспортных средств по маршруту должна соответствовать характеру дорожного покрытия и профилю дороги, время простоя в пунктах загрузки и разгрузки устанавливают в зависимости от пропускной способности

погрузочно-разгрузочных постов с учетом дополнительного времени, затрачиваемого на маневрирование транспортных средств и оформление товарно-транспортной документации.

При определении места и времени приема пищи и отдыха водителей учтена продолжительность времени их работы и наличие в данном пункте предприятий общественного питания и мест отдыха.

На графике движения по маршруту техническая скорость показана дробью: числитель обозначает скорость движения в прямом направлении, знаменатель – в обратном.

Правильность построения графика движения проверена суммированием времени всех элементов транспортного процесса и сопоставлена с расчетным временем работы на линии.

Наиболее целесообразным является применение графика движения при перевозках грузов на значительное расстояние, особенно при организации централизированных перевозок.

Правильно построенные графики движения:

1) способствуют более рациональной организации перевозок;

2) обеспечивают ритмичную работу транспортных средств, нагрузочно-разгрузочных постов и складов, согласованную работу диспетчерских пунктов;

3) повышают дисциплину труда водителей.

При разработке графика доставки были учтены такие условия:

1) наличие необходимой продукции на складских комплексах посредников;

2) наличие транспортных средств для обслуживания складского комплекса посредников с учетом поставляемой продукции и средней загрузки автомобиля.

Расчет необходимо выполнять не только на количество подвижного состава, но и на запас в случае поломок и других обстоятельств. Потребители должны обеспечить своевременное принятие продукции и разгрузочные работы.

Для выполнения согласованных графиков доставки продукции потребителю со складов посредников необходимо выполнить определённые виды работ. Согласно сеточному графику все эти работы нужно выполнять последовательно и своевременно, поэтому время их выполнения заблаговременно обсуждают. Сеточный график отображает технологическую связь и последовательность работ, благодаря ему можно рассчитать протяжность цикла разработки графика перевозок.

При анализе использования транспортных средств, обслуживающих посреднические организации, была определена динамика изменения объемов перевозок и их удельный вес, проанализированы технико-эксплуатационные показатели работы автотранспорта при перевозке продукции, определена неравномерность ввоза и вывоза продукции на складской комплекс за определенный период (год, квартал), а также определены возможности погрузочно-разгрузочных работ на складе и у потребителей.

Суточное снабжение продукции было определено делением годовой потребности потребителей в необходимой продукции на количество рабочих дней в году. После этого суточное снабжение продукции нужно согласовывать с потребителем.

Выбор подвижного состава

Выбор подвижного состава формулируем таким образом: в заданных конкретных условиях эксплуатации транспортного предприятия с известными ограничениями относительно дорожных и климатических факторов необходимо осуществить выбор наиболее рациональных типов грузовых транспортных средств и рассчитать их потребность на планируемый период с учетом полного обеспечения и выполнения всех требований обслуживаемой клиентуры при минимальных расходах.

Важным заданием организации перевозок является выбор эффективных транспортных средств, наиболее соответствующих конкретным условиям перевозок.

Многомарочность парка транспортных средств предприятия повышает эффективность перевозочного процесса, но одновременно приводит к осложнению и подорожанию

содержания, технического обслуживания и текущего ремонта транспортных средств.

При выборе транспортных средств решаются два взаимозависимых задания (рис. 3):

1) определяется специализация;

2) подбирается грузоподъемность.

Для осуществления правильного выбора транспортных средств были учтены следующие "конечные" элементы (факторы):

1) транспортные (формирующие систему): вид груза и его характеристика; партионность перевозок; объем и стабильность перевозок; расстояние перевозок; способы загрузки-разгрузки и складское обустройство; режим работы; вид маршрутов и организация перевозок;

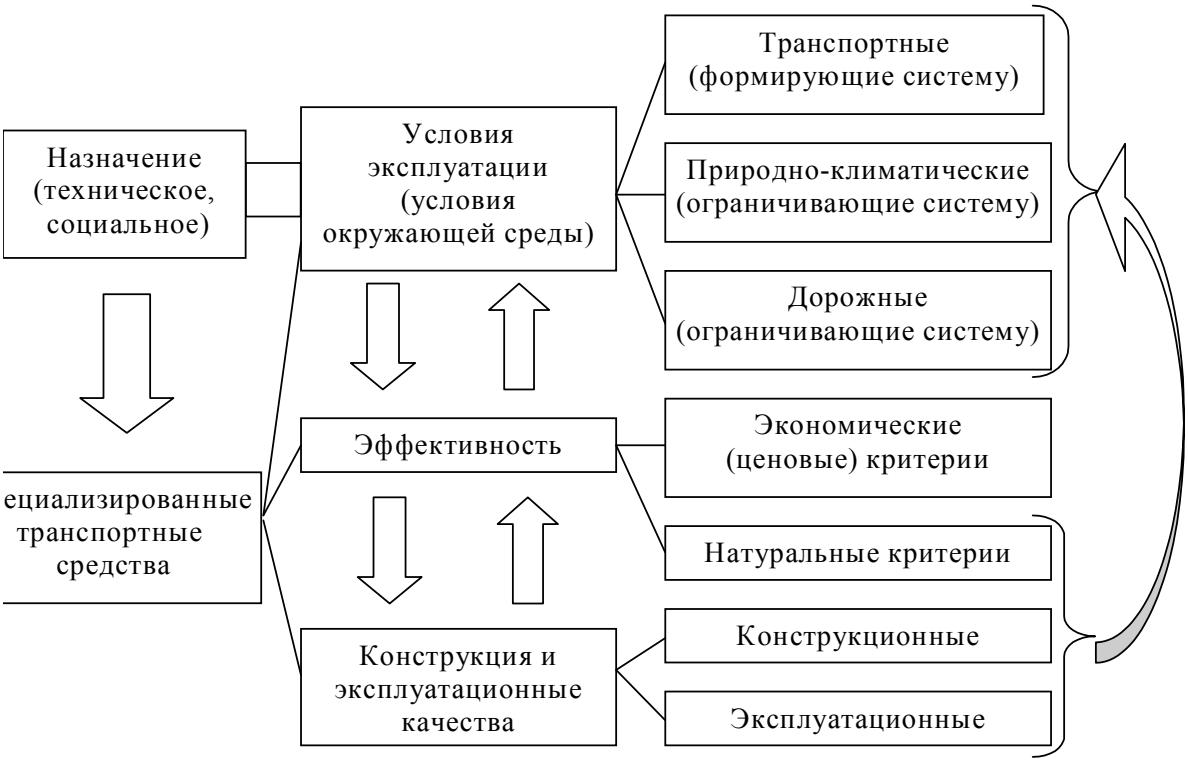

Рис. 3. Комплекс взаимодействия групп факторов, которые обусловливают выбор грузовых транспортных средств

2) дорожные (ограничивающие систему): прочность дорожного покрытия (допустимая осевая загрузка); элементы профиля и плана дорог; интенсивность движения; проходимость дороги;

3) природно-климатические (ограничивающие систему): зона умеренного климата; зона холодного климата; зона жаркого климата; высокогорные районы;

4) конструкционные: кузов; использование массы;

5) эксплуатационные качества: адаптация кузова; грузовместимость; удобство использования; проходимость;

6) экономические и натуральные критерии: производительность; себестоимость; приведенные расходы; трудоемкость перевозок; внетранспортный эффект.

Функциональное назначение транспортного средства (самосвал, фургон, цистерна, контейнеровоз и т. п.) определяется на основании классификации грузов и соответствующих им разновидностей транспортных средств по принципу "груз-кузов".

Грузоподъемность является одним из главных параметров транспортного средства.

Однако она не всегда выражает действительное количество груза, который может быть перевезен на определённом транспортном средстве. Грузоподъемность транспортных средств должна определяться как функция партионности перевозок.

Решение практической задачи

Для оценки методик была решена практическая транспортная задача по обслуживанию сети розничной торговли автотранспортным предприятием. Необходимо было доставить товар от трех производителей к группе продовольственных магазинов. На доставку товара были наложены четкие временные границы. При решении задачи был избран такой способ перевозки: ПРОИЗВОДИТЕЛЬ – ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ СКЛАД – ПОТРЕБИТЕЛЬ. На последнем этапе формирования маршрутов доставки товара от промежуточного склада к потребителю были избраны два варианта:

1) три автомобиля малой грузоподъемности (три маршрута);

2) один автомобиль малой грузоподъемности и один автомобиль средней грузоподъемности (два маршрута).

Вариант доставки товаров к потребителю одним автомобилем средней грузоподъемности не рассматривается, поскольку такая доставка выходит за временные пределы.

Автомобили двигаются по разным маршрутам от промежуточного склада к потребителю и развозят комбинированный груз. Для доставки от производителя на склад был избран один автомобиль средней грузоподъемности, который доставляет одну группу товаров раз в три дня, то есть за три дня он доставляет все группы товаров. Для определения расстояний пользуемся программным обеспечением Googlemaps.

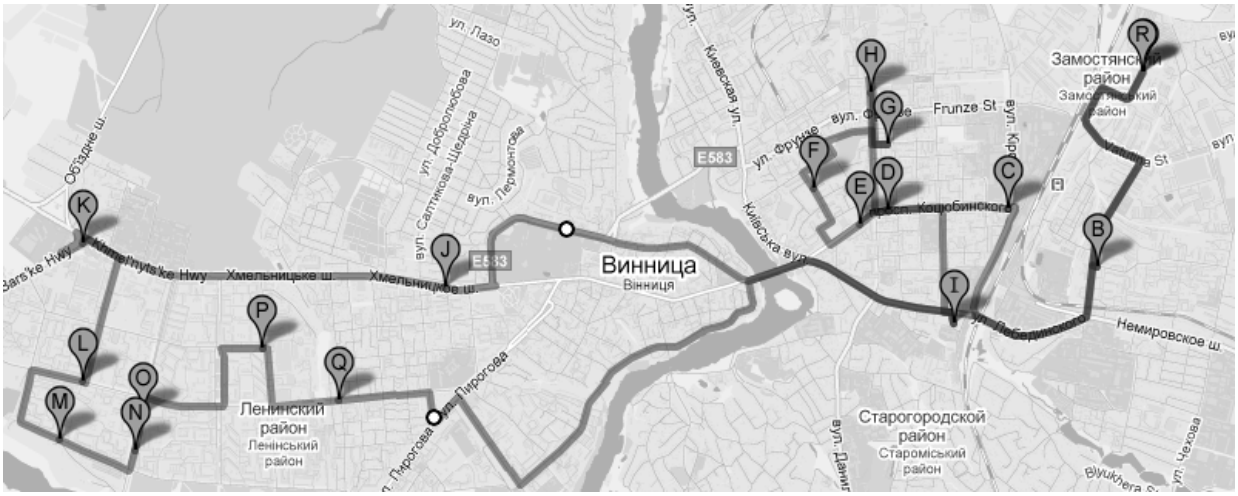

Рис. 4. Маршрут доставки товара от промежуточного склада до потребителя автомобилем средней грузоподъемности

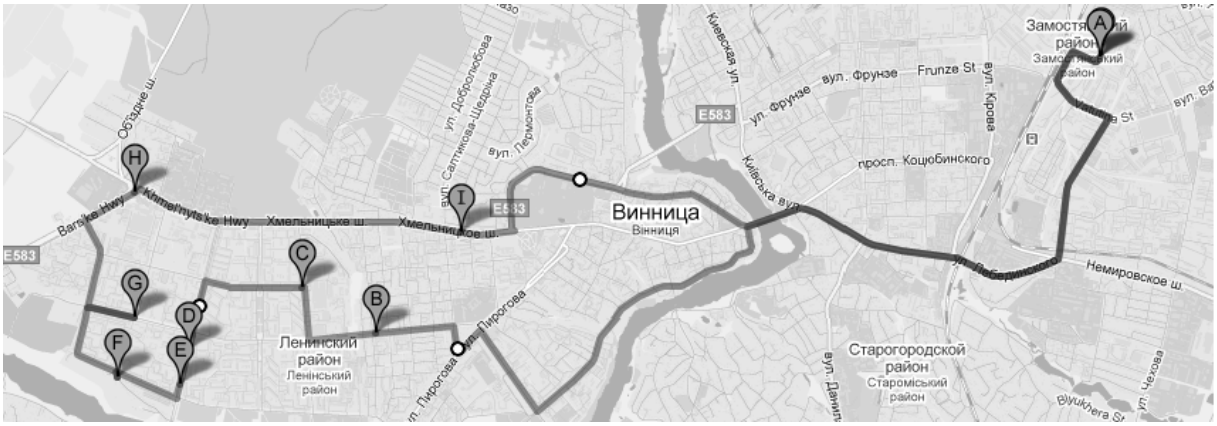

Рис. 5. Маршрут 1 доставки товару с промежуточного склада до потребителя автомобилем малой грузоподъемности

На рис. 4 приведен маршрут движения автомобиля средней грузоподъемности, на рис. 5 и рис. 6 приведены маршруты движения автомобилей малой грузоподъемности для обслуживания тех же потребителей.

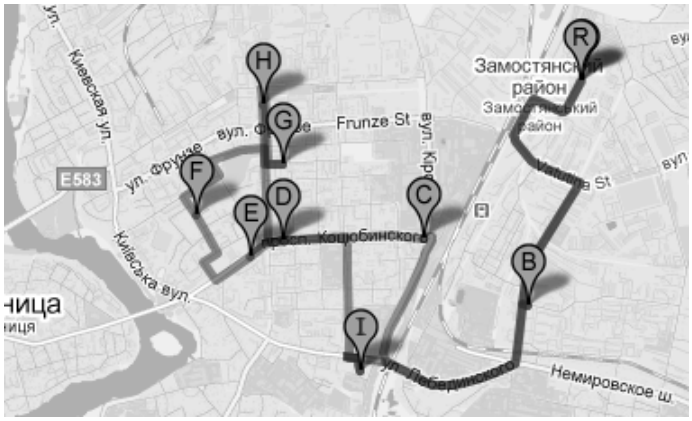

Рис. 6. Маршрут 2 доставки товара с промежуточного склада до потребителя автомобилем малой грузоподъемности

После выбора маршрутов было проверено выполнение временных условий развоза товара и рассчитана их протяжённость. Для выбора окончательного маршрута сравним затраты на перевозку (рис. 8, рис. 7).

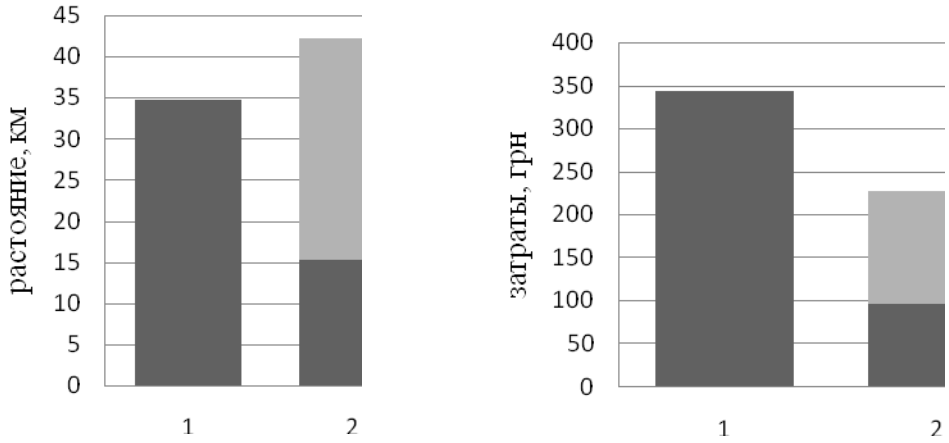

Рис. 7. Диаграммы, которые показывают параметры:
1 – автомобиль средней грузоподъемности;
2 – автомобили малой грузоподъемности

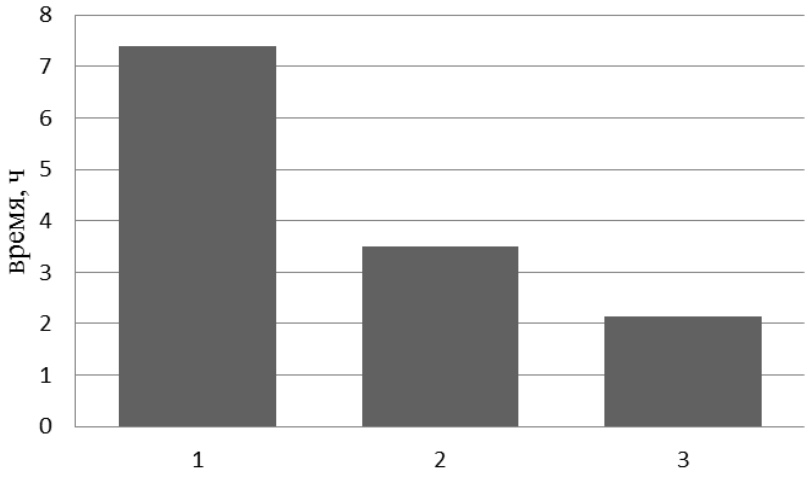

Рис. 8. Диаграмма, которая показывает затраты времени на перевозку:
1 – автомобиль средней грузоподъемности;
2, 3 – автомобили малой грузоподъемности

Выводы

На сегодняшний день цены на транспортные услуги растут из-за увеличения стоимости топлива. Следствием этого является рост себестоимости всей продукции и услуг, выполнение которых зависит от транспортировки. Следовательно, при рациональном выборе параметров перевозки можно существенно уменьшить расходы на транспортные услуги. Решив конкретную задачу, мы на практике убедились насколько существенным является выбор правильного маршрута и транспортного средства. Нами было построено несколько вариантов маршрутов для разных транспортных средств. Для полученных маршрутов были рассчитаны и сравнены их параметры. При использовании автомобиля средней грузоподъемности пробег на 21,3% меньше по сравнению с суммарным пробегом двух автомобилей малой грузоподъемности (рис. 7), но время на доставку товара к конечному потребителю на 111% больше (рис. 8). Следовательно, время доставки является существенным преимуществом автомобилей малой грузоподъемности. Они могут быстро доставлять скоропортящиеся продукты, при этом обеспечивать высокую точность по времени. Основным параметром для выбора маршрута были затраты на доставку. При доставке двумя автомобилями малой грузоподъемности экономия составила 29,5% по сравнению с автомобилем средней грузоподъемности.

При формировании развозной сети нужно учитывать особенности груза и сроки его доставки. При большом расстоянии от производителя к потребителю, который потребляет незначительные объемы продукции, целесообразно создавать промежуточные склады, позволяющие использовать схему: доставка товара от производителя на склад автомобилем большой грузоподъемности, а развоз товара со склада к потребителям осуществлять автомобилями меньшей грузоподъемности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимова А. П., Экономика, организация и планирование автомобильного транспорта : Учеб. пособие / А. П. Анисимова, В. К. Юфин. – К. : Транспорт, 1986. – 248 с.

2. Беленький А. С. Исследование операций в транспортных системах: идеи и схемы методов оптимизации планирования. / А. С. Беленький. – М.: Мир, 1992. – 582 с.

3. Сологуб Д. М. Грузовые автомобильные перевозки. Часть I. Основы теории транспортного процесса: Учеб. пособие. / Д. М. Сологуб. – М. : Транспорт, 1997. – 256 с.

4. Кальченко А. Г. Логістика: навч. посіб. / А. Г. Кальченко. – К.: КНЕУ, 2006. – 472 с.

5. Неруш Ю. М. Коммерческая логистика / Ю. М. Неруш. – М.: «Банки и биржи» ЮНИТИ, 1997. – 272 с.
6. Лукинский В. С. Логистика в примерах и задачах: учеб. пособие / В. С. Лукинский, В. И. Бережной, Е. И. Бережная. – М.: Финансы и статистика, 2009. – 228 с.
7. Гаджинский А. М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений. – 2-е изд. / А. М. Гаджинский. – М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 1999. – 228 с.

Поляков Андрей Павлович – д. т. н., профессор, декан факультета автомобилей их ремонта и восстановления.

Галущак Александр Александрович – студент гр. 2АТ-07.

Галущак Дмитрий Александрович – студент гр. 2АТ-07.

Грабенко Михаил Дмитриевич – студент гр. 1АТ-07.
Винницкий национальный технический университет.