

УДК 656.135

Эдуард Райнгольдович Домке, кандидат технических наук, профессор кафедры организации и безопасности движения, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
e-mail: obd@pguas.ru

Светлана Анатольевна Жесткова, кандидат технических наук, доцент кафедры организации и безопасности движения, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
e-mail: s.zhestkova@yandex

Валентина Юрьевна Акимова, доцент кафедры организации и безопасности движения, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
e-mail: obd@pguas.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВОЗКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Цель. В данной работе приведены исследования по разработке оптимальных маршрутных схем развозки нефтепродуктов одновременно с нескольких нефтебаз на АЗС строительных организаций по их заявке. **Актуальность.** Стоимость транспортной работы по доставке нефтепродуктов с нефтебаз на АЗС, включаемая в рыночную стоимость самого нефтепродукта, весьма велика, учитывая особенности перевозки и обработки такого груза. В этой связи осуществление таких перевозок по оптимальным транспортным схемам является весьма актуальным. **Методы.** Для решения поставленной задачи использован метод линейного программирования. На основе этого разработан усовершенствованный алгоритм решения задачи маршрутизации транспорта при развозке партийных грузов. В качестве критериев оптимизации приняты: минимальная длина маршрута и (или) стоимость перевозки при удовлетворении потребностей заказчика в своевременной доставке груза в полном объеме и номенклатуре. **Результаты и их обсуждение.** Планирование и осуществление доставки нефтепродуктов с нефтебаз на АЗС строительных организаций в различные периоды года, квартала и т.п. не может быть жестким. Их планирование операторами нефтебаз вручную по интуиции от «достигнутого» неэффективно. Выполнение этой работы по разработанной программе позволяет очень быстро получить оптимальную схему доставки нефтепродуктов на любую АЗС в необходимых объемах и сроках. **Выводы.** С целью повышения эффективности развозки нефтепродуктов с нефтебаз на АЗС строительных организаций рекомендуется выбор оптимальной транспортной схемы таких перевозок производить с использованием компьютерной программы, функциональная схема которой приведена в работе.

Ключевые слова: нефтепродукты, доставка, бензовозы, транспортная схема, оптимизация, АЗС строительных организаций.

Введение

Задачи определения маршрута и планирования пути представляют важную часть любой распределительной системы, обслуживающей группу клиентов при известных потребностях. Цель заключается в создании маршрутов минимальной длины (стоимости) при удовлетворении потребностей клиентов в срок.

Решение задачи маршрутизации предусматривает использование методики определения оптимальных схем движения. Однако до настоящего времени точное решение задачи, в общем случае, не найдено. Одной из причин этого является наличие различных ограничений при определении целевой функции, учитывающих специфику рассматриваемого вида перевозок.

Проведенные экспериментальные исследования в компании «Роснефть-Пенза» показали, что при развозке нефтепродуктов необходимо учитывать следующие особенности:

– маршрут осуществляется по специально разработанной схеме, учитывающей особенности перемещения нефтепродуктов, которое не всегда совпадает с кратчайшим расстоянием между строительным объектом и нефтебазой;

– для перевозки нефтепродуктов часто используются автомобили большой грузоподъемности, например 20–30 т. В результате реализации нефтепродуктов нередко оказывается недостаточно для организации маятникового маршрута, и нефтепродукты развозятся на две АЗС строительных объектов;

– развозка нефтепродуктов может происходить с нескольких нефтебаз;

– запас нефтепродуктов на одной из нефтебаз иногда является ограниченным.

В соответствии с этими требованиями различают два типа задач маршрутизации транспорта: открытую и закрытую. При открытой задаче запас

нефтепродуктов и количество ездов на нефтебазу не ограничивается. В закрытой – количество посещений нефтебазы устанавливается диспетчером.

Рассмотрим открытый тип задачи перевозки нефтепродуктов, когда запасов сырья на нефтебазе достаточно. Это задача планирования оптимальных маршрутов, где общий холостой пробег должен быть минимальным. Для ее решения в работах [1-10] используется методика «Ветвей и границ» (ВиГ), которая нуждается в корректировке, так как не обеспечивает повторное посещение на маршруте нефтебазы.

Усовершенствованный алгоритм решения задачи маршрутизации транспорта

Для устранения указанных недостатков предлагается использовать усовершенствованный алгоритм, включающий 9 этапов:

1. Формирование массива нефтебаз. На данном шаге устанавливается расположение нефтебаз и вводится их обозначение на транспортной схеме.
2. Создание массива АЗС при помашинной отправке нефтепродуктов. По указанию диспетчера определяются и обозначаются пункты транспортной сети, в которых производится полная разгрузка груза.

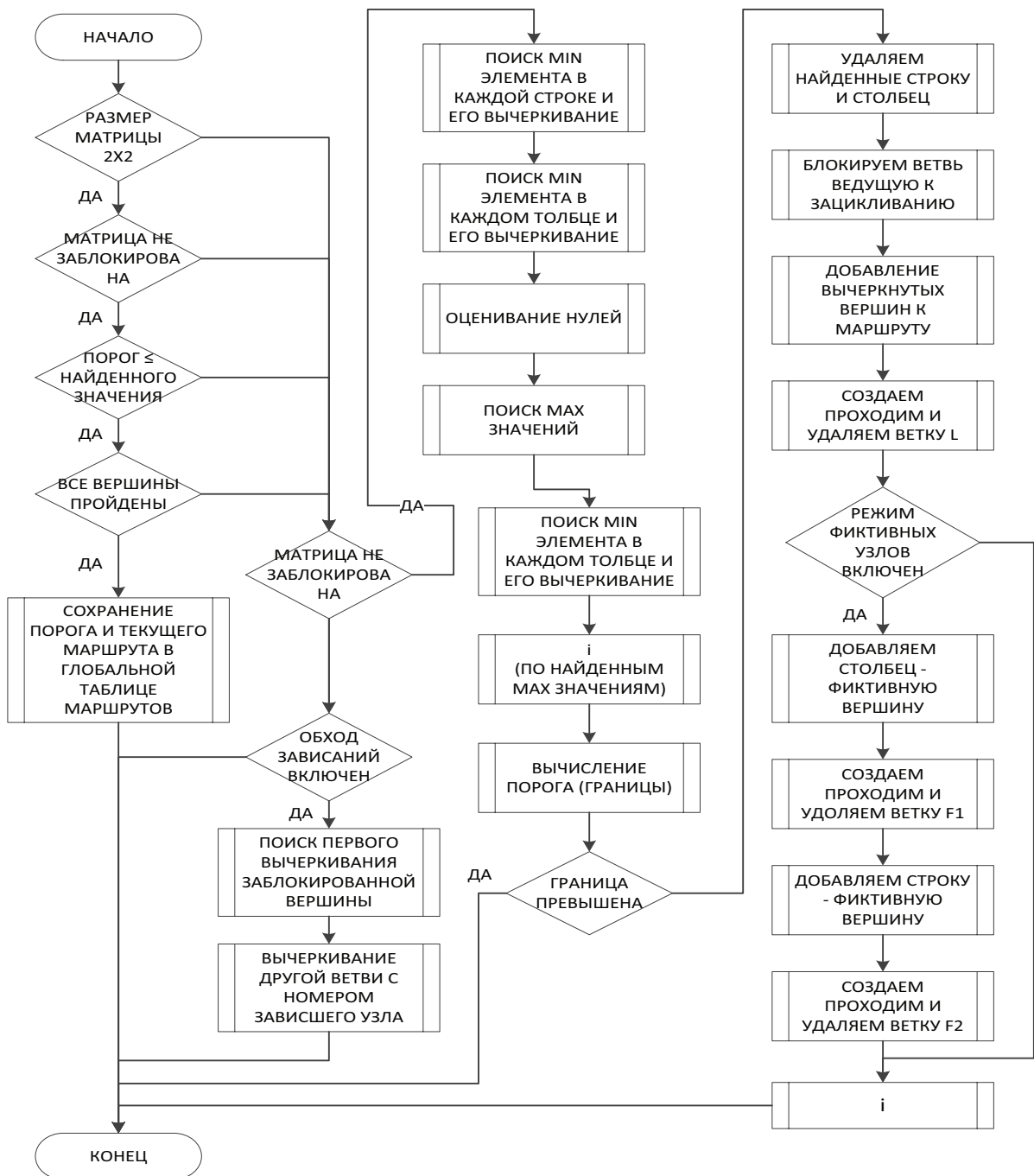


Рисунок 1. Функциональная схема программы

3. Формирование массива кластеров из АЗС на строительных объектах. Находятся все возможные сочетания пар пунктов, образующих кластер со статическим коэффициентом грузоподъемности, близким к единице.

4. Создание массива сочетаний кластерных пар. Формируются все возможные сочетания кластеров для создания заданного количества маршрутов.

5. Формирование массива кластерных графов. Устанавливаются наименьшие расстояния между выбранной парой АЗС строительных объектов на каждом маршруте и от них до нефтебазы.

6. Создание массива из кластерных фиктивных графов.

7. Составление массива матриц весов. Для каждого фиктивного кластерного графа разрабатывается весов.

8. Определение рациональных маршрутов. Производится расчет матрицы весов каждого кластерного фиктивного графа, и находится рациональный

маршрут передвижения в нем.

9. Нахождение оптимального маршрута. Путем всех рациональных маршрутов по длине определяется оптимальный. При равенстве длин критерием оптимальности служит наименьшая транспортная работа.

На основе разработанного алгоритма была написана компьютерная программа, позволяющая находить оптимальные маршруты движения заданной сети. Функциональная схема такой программы представлена на рисунке 1.

Определение оптимальных маршрутов на основе разработанного алгоритма.

Рассмотрим пример открытой задачи, чтобы показать эффективность применения разработанной методики. Задана схема дислокации АЗС строительных объектов и нефтебазы на транспортной сети (рисунок 2). Даны кратчайшие расстояния между АЗС строительных объектов и нефтебазой. Матрица расстояний приведена в таблице 1.

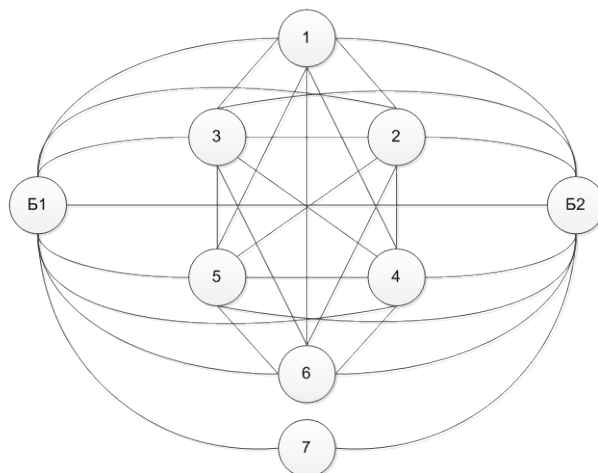


Рисунок 2. Схема дислокации АЗС строительных объектов и нефтебазой на транспортной сети

Таблица 1. Матрица исходных расстояний

	Б1	Б2	1	2	3	4	5	6	7
Б1	0	100	8	11	6	10	13	8	11
Б2	100	0	10	8	7	9	2	15	8
1	8	10	0	18	14	18	12	16	7
2	11	8	18	0	15	17	9	7	13
3	6	7	14	15	0	14	9	13	14
4	10	9	18	17	14	0	11	14	7
5	13	2	12	9	9	11	0	28	14
6	8	15	16	7	13	14	28	0	13
7	11	8	7	13	14	7	14	13	0

Расчет начинаем с формирования массива кластеров по два строительных объекта. В таблице 2 дан массив сочетания кластерных пар. Здесь представлены все возможные их сочетания, которые

были рассмотрены при решении задачи. Будем считать, что во всех случаях суммарный статический коэффициент грузоподъемности равен единице.

Таблица 2. Массив сочетания кластерных пар

№	Сочетание кластеров														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
пары	1-2	1-2	1-2	1-3	1-3	1-3	1-4	1-4	1-4	1-5	1-5	1-5	1-6	1-6	1-6
	3-4	3-6	4-6	5-6	4-5	2-5	5-6	3-5	2-5	2-3	2-6	2-4	4-5	3-4	2-4
	5-6	4-5	3-5	2-4	2-6	4-6	2-3	2-6	3-6	4-6	3-4	3-6	2-3	2-5	3-5
Длина, км	118	100	99	117	90	95	119	92	92	99	91	100	101	99	106

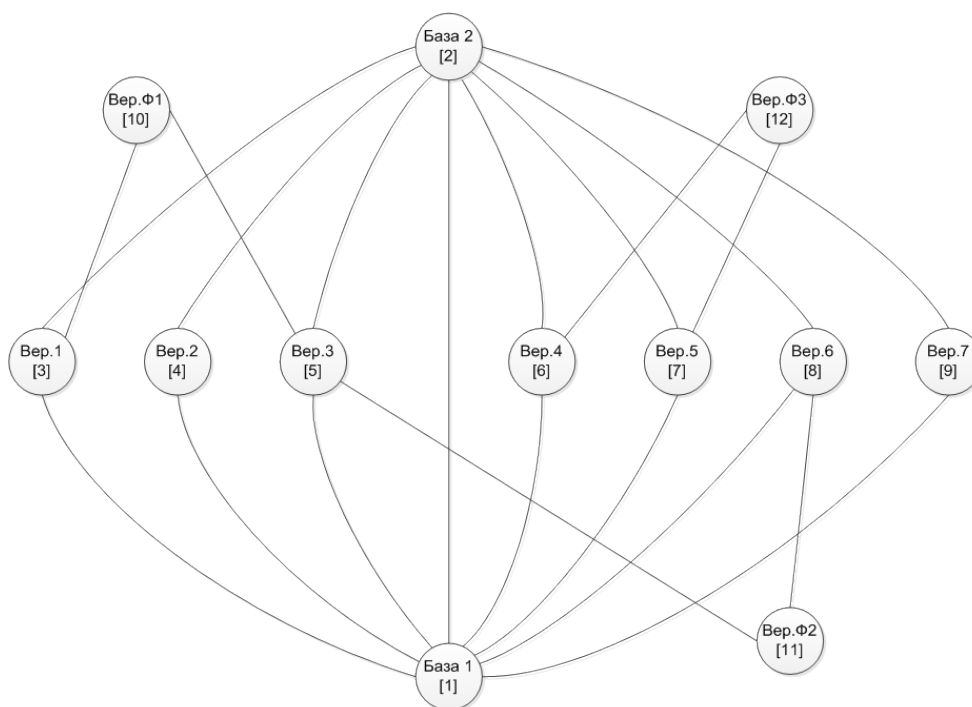


Рисунок 3. Фиктивный кластерный граф оптимального маршрута

Далее выполняем с 5 по 8 этапы алгоритма для каждого номера сочетаний кластерных пар, приведенных в таблице 2.

Были разработаны кластерные фиктивные графы, а также построено пятнадцать расчетных таблиц матриц расстояний. С помощью программы ПК, расчеты всех пятнадцати таблиц на восьмом этапе позволили найти оптимальный маршрут передвижения между АЗС строительных объектов, усовершенствованным методом ВиГ. Им оказался вариант № 5 в таблице 2 с длиной пробега 90 км.

На рисунке 3 в качестве примера представлен фиктивный кластерный граф для оптимального маршрута (здесь в квадратных скобках указаны вершины по компьютерной программе).

В процессе решения матрицы весов были вычеркнуты следующие ветви: 6-12; 12-7; 7-2; 11-4; 8-11; 1-8; 4-2001; 2-9; 2001-6; 2002-5. Вершины с четырехзначным номером означают, что в базу № 2

программой было введено два фиктивных внутренних узла.

Схема передвижения согласно ПК показана на рисунке 4. В квадратных скобках показан порядок вычеркивания ветвей по номерам ПК: [1-8-11-4-2-6-12-7-2-9-2-5-10-3-1].

Отбросив фиктивные узлы, получим оптимальный кратчайший путь длиной 90 км, который изображен на 5.

Таким образом, при открытой задаче маршрутизации нефтебаза № 1 посещается один раз, а на нефтебазу № 2 необходимо совершить три ездки.

Заключение

В статье представлен путь повышения эффективности развозки нефтепродуктов с нефтебазы на АЗС строительных объектов на основе использования усовершенствованного метода линейного программирования при решении задачи маршрутизации транспорта, что позволяет более точно описать процесс перевозок грузов.

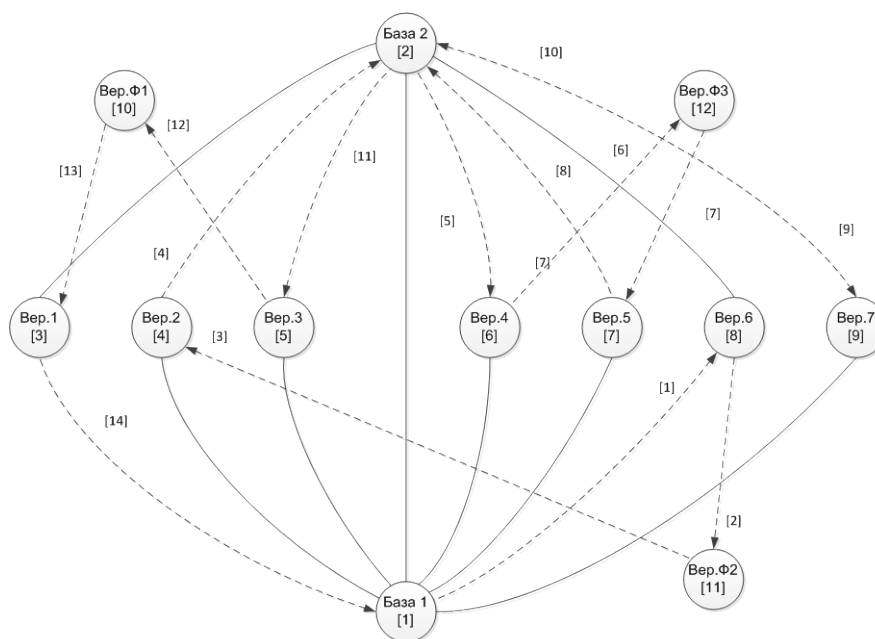


Рисунок 4. Оптимальная схема передвижения в фиктивном графе открытой задачи

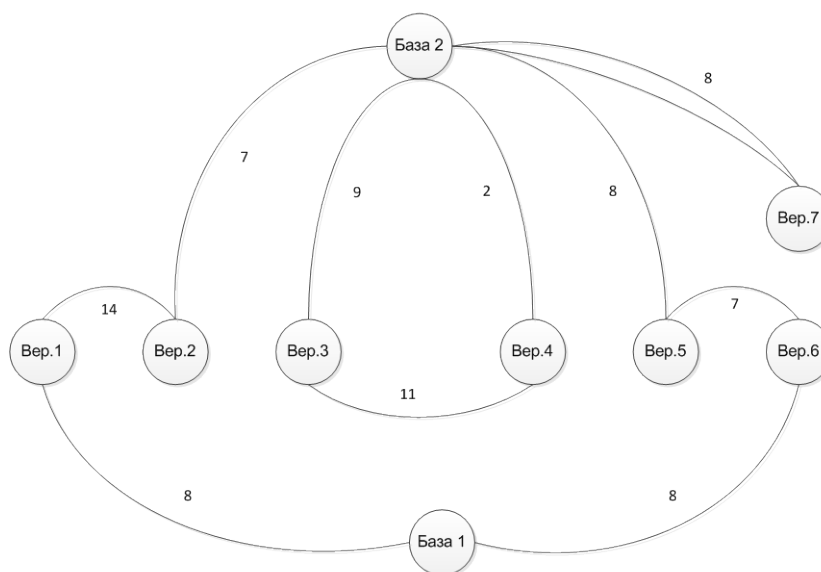


Рисунок 5. Оптимальный маршрут открытой задачи

Литература

1. Агуреев, И.. Нелинейная динамика в теории автомобильных транспортных систем / И.Е. Агуреев // Автомобильный транспорт. – 2006. – № 9. – С. 3-13.
2. Вельможин, А.В., Гудков, В.А., Миротин, Л.Б. Теория организации и управления автомобильными перевозками: логистический аспект формирования перевозочных процессов: монография / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. – Волгоград. ГТУ, 2001. – 172 с.
3. Домке, Э.Р., Жесткова, С.А. Совершенствование организации перевозочного процесса грузов автомобилями: монография / Э.Р. Домке, С.А. Жесткова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 120 с.
4. Корчагин, В.А. Кластерный анализ на автомобильном транспорте / В.А. Корчагин // Вестник МАНЭБ. – 1997. – № 6. – С. 4-12.
5. Криницкий, Е. Транспорт и логистические технологии XXI века / Е. Криницкий // Автомобильный транспорт – 2001. – № 5. – С. 10-12.

6. Меламед, И.И. Задача коммивояжера. Приближенные алгоритмы / И.И. Меламед, С.И. Сергеев, С.И. Сигал, И.Х. Сигал // Автоматика и телемеханика. – 1989. – № 11. – С. 3-26.
7. Николин, В.И. Научные основы совершенствования теории грузовых автомобильных перевозок: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 / Николин Илья Владимирович. – Москва, 2000. – 37 с.
8. Николин, В.И. Грузовые автомобильные перевозки: монография / В.И. Николин, Е.Е. Витвицкий, С.М. Мочалин. – Омск: Изд-во «Вариант-Сибирь», 2004. – С. 8-27.
9. Подшивалов, С.Ф. Задача маршрутизации интегрированной системы развозки грузов / С.Ф. Подшивалов // Проблема качества и эксплуатации автотранспортных средств: материалы VII Международной научно-технической 07-09 апреля 2012 г., Пенза / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. Образоват.учереждение высш. Образования « Пензенский гос.ун-т арх.и стр.». – Пенза, 2012. – С. 112-115.
10. Пожидаев, М.С. Сбалансированная эвристика для решения задачи маршрутизации транспорта с учетом грузоподъемности / М.С. Пожидаев, Ю.Л. Костюк // Вестник ТГУ. – 2010. – № 3. – С. 56-60.