

*Е.И. Барташевич,
студент 2 курса
спец. «Лесная инженерия и логистическая
инфраструктура лесного комплекса»,
Р.О. Короленя,
канд. техн. наук., доц.,
Белорусский государственный
технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ВЫБОРА МАРШРУТОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ДРЕВЕСИНЫ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Аннотация: данная статья посвящена анализу основных существующих способов выбора маршрутов перевозок древесины. В общем случае, заготовка, перевозка и переработка древесины представляет собой динамичную и достаточно сложную систему. Важнейшей подсистемой здесь является «перевозка». Она связывает территориально разбросанные лесосеки с потребителями и переработчиками. В условиях Республики Беларусь, одним из ключевых аспектов эффективного управления данной подсистемой является решение задачи выбора оптимальных маршрутов перевозки.

Ключевые слова: маршрут перевозки древесины, алгоритм решения задачи маршрутизации, маятниковые маршруты, кольцевые маршруты.

В настоящее время можно выделить целый ряд способов и методов решения задачи выбора маршрутов для перевозок различных грузов автомобильным транспортом, в том числе и древесины [1]. Однако, разнообразие самих задач не позволяет вывести универсальный алгоритм, который мог бы обеспечить получение набора оптимальных маршрутов независимо от количества транспортных средств в автопарке, числа потребителей и сырьевых баз, и в тоже время быть свободным от множества ограничений.

Анализ литературных источников [1–9] позволяет выделить следующие классификации методов и алгоритмов решения задачи маршрутизации.

По критерию точности получаемого решения могут быть:

1. Точные алгоритмы. Такие алгоритмы обеспечивают нахождение лучшего маршрута путем вычисления всех возможных решений.

При выборе маршрутов перевозки точные методы решения применяют исключительно для задач с небольшим количеством входных данных. На практике, основную массу составляют задачи с множеством пунктов объезда, парком транспортных средств, расположенных не в одном депо, и множеством критериев и ограничений. Для таких задач поиск оптимальных маршрутов точными методами нецелесообразен ввиду непредсказуемо больших затрат по

времени.

Среди точных алгоритмов рассматривают:

- метод ветвей и границ,
- метод ветвей с отсечением,
- динамическое программирование,
- целочисленное линейное программирование,
- метод сил.

2 Эвристические алгоритмы. Данные алгоритмы позволяют получить приближенные решения (близкие к точным), поскольку основаны на правилах эвристики и не всегда подчиняются математическим принципам.

Эвристические алгоритмы в свою очередь подразделяются на следующие.

Двухфазные алгоритмы (алгоритм лепестков, алгоритм заметания, алгоритм Фишера-Джекумера). При выборе маршрута перевозки груза используя эвристические двухфазные алгоритмы, решение задачи делится на 2 этапа: сбор вершин в группы и построение маршрута для каждой группы.

Конструктивные алгоритмы (алгоритм Кларка-Райта). Данные алгоритмы основаны на поэтапном решении задачи, и учёте общей суммы затрат.

Улучшающие алгоритмы. В процессе решения задач таким методом формируется любое допустимое решение, которое потом преобразуется с целью улучшения. Улучшения бывают как внутри маршрута (2-опт, 3-опт, Ор-опт), так и между маршрутами (пересекающий, обмен, перемещение). Для задач маршрутизации предложено достичь улучшений путём уменьшения пробега, т.е. сокращением длины маршрутов.

Применение эвристических методов оправдано для задач маршрутизации транспорта с наложением определенных ограничений. Таким образом, такие методы можно использовать для задач с такими ограничениями, как временные окна, погрузка и доставка, обратная сеть, разделение доставки и прочее.

3. Метаэвристические алгоритмы. Такие алгоритмы основаны исключительно на эвристических принципах, в связи с чем уступают другим методам по точности. Однако они являются хорошим компромиссом между качеством решения и временем, затраченным на вычисления. Ещё одним достоинством является их гибкость ввиду отсутствия требований к задаче.

Среди часто используемых метаэвристических алгоритмов выделяют следующие.

Эволюционные методы: генетические алгоритмы, имитация иммунной системы человека, метод дифференциальной эволюции. Огромным преимуществом применения данных алгоритмов является то, что они могут быть легко распараллелены и даже совмещены с использованием нейронных сетей.

Поведенческие алгоритмы: муравьиный алгоритм, метод пчелиных колоний. Данные методы основаны на природных способах оптимизации: естественном отборе и генетическом наследовании.

Методы, имитирующие физические процессы: имитация отжига, метод поиска гармонии.

Жадные методы: алгоритм ближайшего соседа и рекурсивного перебора.

Данные алгоритмы эффективно использовать при небольшом количестве факторов, иначе время на обработку данных будет достаточно большим.

На данный момент существуют различные комбинации скрещивания эвристических методов решения задачи маршрутизации. Такие попытки интегрированного подхода при правильном подборе методов для скрещивания и учете их особенностей дают результаты лучше, чем каждый из алгоритмов по отдельности. Это объясняется тем, что недостатки одного метода перекрываются преимуществами другого.

Помимо перечисленных алгоритмов, для получения приближенных результатов используют такие методы, как:

- имитационное моделирование. Сущность метода заключается в создании имитационной модели, которая позволяет исследовать структуру транспортной системы, и посредством аналогов выполнить ее оптимизацию.

- методы теории расписаний. Методы основываются на составлении почасовых графиков поставок с минимизацией простоев и пробегов.

- методы случайного поиска. В основе методов лежит статистическая обработка входных данных, на основе которой выявляют закономерности, основываясь на которых занимаются дальнейшим планированием. Основным принципом такого планирования (ситуационного) является выделение базовых маршрутов, чередование которых дает возможность воспроизвести всё множество маршрутов.

- методы локальной оптимизации.

Для оптимизации кольцевых маршрутов наиболее часто применяют следующие методы:

- математическое моделирование.

- графический метод.

- комбинированный метод.

В реальных условиях задача выбора оптимального маршрута сводится к определению первоначального допустимого маршрута – базового, который в последующем будет подвержен различным способам оптимизации. При выборе метода решения задачи коммивояжера выделяют целый ряд методов для преобразования базового маршрута: метод перестановок, разворота петель, комбинированный и другие. Выбор того или иного метода будет напрямую зависеть от типа маршрута, количества входных данных, ограниченности ресурсов, количества точек, которые необходимо пройти при прохождении маршрута. Продолжительность улучшений различными способами будет производиться до тех пор, пока это не станет невозможным.

Таким образом, при выборе маршрута перевозок древесины необходимо учитывать множество факторов, важность каждого из которых определить достаточно сложно. Следовательно, в организациях, занимающихся перевозками древесины, зачастую, решения принимаются в условиях неопределенности [10]. Одним из способов выбора оптимального маршрута перевозки в таких условиях является метод «дерева решений». После нахождения всех возможных маршрутов и выбора наиболее подходящего

критерия оценивания для конкретной задачи, строится схема принятия решений, которая будет иметь вид дерева, с указанием для каждой комбинации вероятностей и выигрышей.

В ходе процедуры выбора оптимального маршрута могут быть использованы и совершенно иные методы. Например, поиск оптимального маршрута осуществляется по грузообороту транспортного средства (суммарные затраты перевозки в тонно-километрах) и показателю минимизации риска или издержек на маршруте (степень непредвиденных расходов). Для решения задачи формируется граф, и для нахождения оптимального маршрута задается целевая функция. Методом перебора всех возможных маршрутов или с помощью алгоритма Дейкстры определяют минимальный из них.

Список использованных источников и литературы:

[1] Короленя Р.О., Барташевич Е.И., Гриневиц К.А. Классификация способов решения задачи маршрутизации // Тезисы докладов 74-ой научно-технической конференции учащихся, студентов и магистрантов: в 4-х ч. – Минск, 17–22 апреля 2023 г. [Электронный ресурс] – Минск: БГТУ, 2023. – Ч. 1. С. 74–75.

[2] Ванчукевич В.Ф., Седюкевич В.Н., Холупов В.С. Автомобильные перевозки. Минск: ДизайнПро, 1999. 224 с.

[3] Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. Киев: Вища школа. 1986. 447 с.

[4] Ковалев Р.Н., Демидов Д.В., Боярский С.Н. Логистическое управление транспортными системами. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 166 с.

[5] Васюткин А.В. Задача маршрутизации транспортных средств // Инновационная наука. 2017. №5. С. 9–11.

[6] Камбаров Ч.У. Алгоритм расчета работы перевозок грузов автомобилями на маятниковом маршруте // Инженер. 2015. №10. С. 135–138.

[7] Кабикенов С.Ж., Шалаев В.В., Сунгатоллакызы А. Планирование перевозок однородных грузов с компьютерной оптимизацией маятниковых и кольцевых маршрутов // Труды университета. 2021. №2 (83). С. 124-131. DOI: 10.52209/1609-1825_2021_2_124.

[8] Козулин Н.А. Поиск оптимального маршрута транспортировки древесины // Технологии 2022: основные проблемы и направления развития: сб.ст. II Междунар. науч. – практ. конф., Пенза, 30 июня 2022 г. Пенза, 2022. С. 150–152.

[9] Vlasov A.V., Stanovskih A.A. Additional constraints in the vehicle routing problem // Universum: технические науки. 2022. №4-12 (97). P. 49–55. DOI: 10.32743/UniTech.2022.97.4.13513.

[10] Волкова М.В., Флигиль М.М. Принятие решения о выборе маршрута перевозки в условиях неопределенности // Гуманитарный научный вестник. – 2022. – №6. – С. 185-189. – DOI 10.5281/zenodo.6758062. – EDN IISBAU.