

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛОГИСТИКИ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Боброва Н. Л., Богомаз К. С.

Кафедра информатики,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: kiril6701@gmail.com

Данная работа посвящена анализу современных методов решения задач логистики с помощью систем поддержки принятия решений (СППР). Современные системы общественного транспорта функционируют в условиях высокой сложности, неопределенности и динамичности, что требует применения передовых инструментов для планирования и управления. СППР используют математическое моделирование, оптимизацию и интеллектуальный анализ данных для повышения эффективности.

ВВЕДЕНИЕ

Современные системы общественного транспорта сталкиваются с проблемами высокой сложности и неопределенности, что требует применения передовых инструментов для планирования и управления. Ключевым решением в этой области является разработка и внедрение систем поддержки принятия решений (СППР), которые используют математическое моделирование и выявление закономерностей в данных для повышения эффективности. Целью данной работы является анализ современных методов решения задач оптимизации маршрутов и расписаний общественного транспорта, планирование, изменение и оптимизация графиков работы персонала и стратегическое планирование направлений и маршрутов в логистике с помощью систем поддержки принятия решений.

I. ТРАНСПОРТ ПО ТРЕБОВАНИЮ (DRT)

Для оптимизации расходов при низком спросе хорошо зарекомендовал себя транспорт по требованию (Demand Responsive Transportation, DRT) который представляет собой гибридный подход между такси и автобусом. Данная модель хорошо показывает себя при низком, переменном или непредсказуемом спросе, например, в сельской местности [1]. Характеристиками задачи являются ограниченная вместимость транспортных средств, обслуживание запросов в определенных временных окнах, количество остановок и время в пути, минимизация эксплуатационных расходов и максимизация качества обслуживания. Поскольку DRT-системы призваны решать многокритериальные задачи, они не могут быть эффективно решены традиционными методами оптимизации. Эти проблемы сложны, особенно для решения в реальном времени.

II. РОСТЕРИНГ

Планирование графиков работы персонала является критически важной задачей после составления расписания движения. При планиро-

вании графиков необходимо распределить конкретные смены между отдельными водителями с учетом их квалификации, личных предпочтений, а также сложных правил и нормативных актов. Составление ростеров - это процесс, который следует за этапом составления расписания экипажей. На этапе расписания экипажей генерируются анонимные смены, тогда как ростеринг занимается фактическим назначением этих смен водителям. Ростер представляет собой итоговое расписание для каждого водителя или группы водителей. Для поиска решений используются оптимизационные решатели (например, коммерческие MIP-решатели) или колоночная генерация (Column Generation, CG) для большого объема параметров и данных [2].

Циклический ростеринг помогает в планировании графиков для водителей с одинаковой квалификацией. Метод работает быстро и обеспечивает простоту генерации и справедливое распределение обязанностей, непопулярных смен и выходных в группе. Недостатками метода является отсутствие гибкости, метод не учитывает желания водителей и праздничные дни.

Нециклический ростеринг решает проблему циклического ростеринга, но алгоритм становится сложнее т.к. появляется необходимость учитывать потребности всех водителей.

Предыдущие 2 метода решали задачу генерации графиков. Для поиска оптимальных расстановок используются другие алгоритмы, например, коммерческие MIP-решатели или колоночная генерация для большого объема параметров и данных [2]. MIP-решатели подходят для задач, не требующих большого вычислительного времени. Минусом данного решателя является не возможность его масштабирования на объемы данных больше 200 тысяч столбцов и 150 тысяч строк.

Генерация столбцов (Column Generation, CG) решает задачи, которые не могут быть решены MIP-решателями из-за ограничений по времени или объема данных. Недостаток данного алгорит-

ма, что он в процессе выполнения может исчерпать лимит доступной памяти.

Метаэвристики решают проблемы всех предыдущих решений. Они работают достаточно быстро, используют мало памяти и подходят для большого объема данных. Недостатком является то, что качество полученных ростеров уступает CG и MIP-решателям.

III. СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ

Эффективное стратегическое планирование, такое как открытие новых маршрутов, требует точного понимания спроса. Однако одной из главных проблем является определение точных начальных и конечных точек пассажиров или матрицы корреспонденции. Статистика перевозок между пунктами не отражает, какая часть пассажиров едет транзитом. Метод нечетких матриц корреспонденций, помогает в планировании и принятии обоснованных и взвешенных решений путем восстановления нечетких матриц [3]. С помощью данного метода и нечетких чисел можно получить интервальные и вероятностные оценки по направлениям. С помощью этих оценок маршрутный менеджер сможет принимать взвешенные решения об открытии новых или закрытии старых направлений.

IV. ОПЕРАТИВНОЕ ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Диспетчерское управление общественным транспортом в режиме реального времени - это сложная задача, характеризующаяся неполнотой информации, быстро меняющейся дорожной обстановкой и необходимостью учета множества факторов. Для поддержки диспетчеров разрабатываются интеллектуальные системы поддержки принятия решений. Типовые дорожные ситуации, например, небольшая задержка из-за ДТП или значительное скопление пассажиров на остановке описываются как нечеткие ситуации с помощью лингвистических переменных и функций принадлежности и записываются в базу знаний [4]. При возникновении чрезвычайной ситуации на маршруте система сравнивает ситуацию с ситуациями, находящимися в базе знаний, и на основе самой подходящей ситуации/ситуаций подсказывает оператору варианты её решения. Данный подход значительно повышает оперативность, обос-

нованность и правильность принятия решений в реальном времени.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ представленных источников демонстрирует как системы поддержки принятия решений повышают эффективность и надежность общественного транспорта. Эти системы решают широкий спектр задач: от стратегического планирования маршрутной сети до управления движением и реагированием на чрезвычайные ситуации в реальном времени. Практика показывает, что оптимизация, имитационное моделирование, методы нечеткой логики позволяют управлять общественным транспортом при скачках спроса и неполных данных. Развитие таких СППР является необходимым условием для создания устойчивого и качественного общественного транспорта.

VI. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gomes, R. Pinho de Sousa, J. Teresa Galvão Dias Design and operation of Demand Responsive Transportation systems / R. Gomes, J. Pinho de Sousa // Compendium of Papers of the XV Euro Working Group on Transportation Meeting. – Paris, France – 2012. – Режим доступа: https://www.academia.edu/10242158/Design_and_operation_of_Demand_Responsive_Transportation_systems_Compndium_of_Papers_of_the_XV_Euro_Working_Group_on_Transportation_Meeting_Paris_France_September_2012. – Дата доступа: 19.10.2025.
2. Xie, L. Kliewer, N. Suhl, L A web-based Decision Support System for Crew Rostering in Public Transport. / L. Xie [и др.]. // University of Paderborn Faculty of Business and Economics Department of Information Systems Decision Support & Operations Research Lab. – Paderborn, Germany – 2013. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/profile/Lin-Xie-3/publication/326776795_A_web-based_Decision_Support_System_for_Crew_Rostering_in_Public_Transport/links/5b62fa77a6fdccf0b207adb4/A-web-based-Decision-Support-System-for-Crew-Rostering-in-Public-Transport.pdf. – Дата доступа: 19.10.2025.
3. Несторов, В. А. Судаков, В. А. Сыпало, К. И. Титов, Ю. П. Матрица нечетких корреспонденций модели авиационных перевозок / В. А. Несторов [и др.]. // ИЗВЕСТИЯ РАН. ТЕОРИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ. – 2022. – № 6. – С. 95–102.
4. В. А. Лахно, В. М. Собченко Модель автоматизированной системы поддержки принятия решений диспетчерского управления городским пассажирским автотранспортом / В. А. Лахно, В. М. Собченко. // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – 2016. – № 2. – С. 61–69.