

3. Управление рисками цепей поставок // LAMACON URL: <https://lamacon.ru/blog/riski-upravlenii-tsepyami-postavok>
  4. Актуальные вопросы управления логистическими рисками // Логистика и управление цепями поставок URL: <http://lscm.ru/index.php/ru/po-godam/item/419>
  5. Актуальные вопросы управления логистическими рисками // Publications URL: <https://publications.hse.ru/en/>
- Предоставлено 03.11.2023

УДК 004.026:656.025.4

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ  
МАРШРУТИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ  
MODERN METHODS OF SOLVING PROBLEMS OF CARGO  
TRANSPORTATION ROUTING

Бакун Т. О.

Научный руководитель - Хартовский В.Е., кандидат физико-математический наук, доцент.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, г.

Гродно, Беларусь

[Tbakun49@gmail.com](mailto:Tbakun49@gmail.com)

Bakun T. O.

Supervisor - V.E. Khartovsky, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor.

Yanka Kupala Grodno State University, Grodno, Belarus

*Аннотация. В статье дается обзор классическим и анализ современных методов построения оптимальных маршрутов при проектировании систем доставки грузов.*

*Abstract. The article provides an overview of classical and analysis of modern methods of constructing optimal routes in the design of cargo delivery systems.*

*Ключевые слова: логистика, подходы, методы, груз, транспорт, перевозка.*

*Keywords: logistics, approaches, methods, cargo, transport, transportation.*

**Введение.**

В данной статье рассматриваются современные методы и технологии, позволяющие оптимизировать маршруты перевозки грузов. Сюда можно отнести: вычислительные и аналитические инструменты, а также современные технологии, такие как машинное обучение, искусственный интеллект, и облачные технологии.

Современные подходы к маршрутизации грузов позволяют компаниям и логистическим провайдерам улучшить эффективность доставок, снизить затраты на топливо и ресурсы, соблюдать жесткие сроки, а также снижать экологическое воздействие благодаря оптимизации маршрутов. Обсудим различные аспекты современных подходов, их преимущества и вызовы, а также примеры успешных реализаций в различных отраслях.

Маршрутизация перевозок - это составление маршрутов движения подвижного состава или его порядок следования между пунктами производства и потребления. Маршрутизацию перевозок выполняют для однородных грузов, требующих для перевозки однотипный подвижной состав. При маршрутизации перевозок учитывается множество ограничений, вызываемых конкретными условиями работы транспорта: объемы перевозок поставщиков и потребителей, характер грузов, время их доставки, структура парка подвижного состава и его наличие, режим работы автотранспортных предприятий и погрузочно-разгрузочных пунктов, режим работы водителей, пропускная возможность погрузочно-разгрузочных пунктов и дорожной сети, значение целевой функции и др. [1]

### **Основная часть.**

В логистике разработка маршрутов перевозки грузов является одним из важнейших задач, так как правильное составление маршрута способствует быстрой доставке с минимальным риском повреждения груза. В этом процессе ключевую роль выполняет транспорт, связывая между собой отдельные экономические районы, компании, предприятия и фирмы. Перемещая материальные ресурсы и готовую продукцию из сферы производства в сферу производственного или личного потребления, транспорт участвует в процессе воспроизводства материальных благ. [3]

Разработка маршрута перевозки груза – это сложный процесс, в ходе которого необходимо принимать во внимание такие параметры:

-пути движения транспорта должны проходить по направлениям общих грузовых потоков;

-повторные и встречные перевозки должны быть сведены к минимуму;

-каждая следующая перевозка в идеале происходит без предварительной подготовки транспорта.

-маршрут прокладывается исходя из наименьшего расстояния, выбирают наименее загруженные дороги, имеющие твердое покрытие;

-стоимость грузоперевозок должна быть наименьшей, а производительность – наибольшей. [3]

Задачи маршрутизации транспорта (Vehicle Routing Problems, VRP) — задачи комбинаторной оптимизации, в которых для парка транспортных средств, расположенных в одном или нескольких депо, должен быть определен набор маршрутов до нескольких отдаленных точек-потребителей. [2]

Традиционные методы маршрутизации перевозок грузов были разработаны до внедрения современных технологий и инструментов. Они все еще используются и представляют собой базовую основу для более современных подходов. Вот некоторые наиболее распространенные:

1. **Задача коммивояжера (TSP):** Это одна из самых известных задач, которая заключается в том, что автомобиль должен посетить набор мест (городов) и вернуться в исходное место с минимальной общей длиной пути. TSP имеет различные вариации, такие как симметричный TSP и асимметричный TSP.

2. **Задача коммивояжера с ограничениями на вместимость (CVRP):** CVRP объединяет концепции TSP и VRP, где не только необходимо оптимизировать маршрут, но также учитывать ограничения на вместимость транспортных средств. Это часто встречается в сфере доставки товаров, где разные клиенты имеют разные объемы и вес груза.

3. **Задача коммивояжера с временными ограничениями (TSP with Time Windows):** В этой задаче коммивояжера добавляются временные ограничения, которые указывают интервал времени, в течение которого необходимо посетить каждого клиента. Это важно в сферах, где важно соблюдать сроки доставки.

4. **Задача многокритериальной оптимизации (MCO):** MCO учитывает несколько критериев при оптимизации маршрутов, таких как минимизация времени, затрат, выбросов углекислого газа и другие факторы. Этот метод позволяет компании балансировать разные аспекты маршрутов.

5. **Методы динамического программирования:** Эти методы основаны на принципах оптимизации, которые рассматривают все возможные комбинации маршрутов и выбирают оптимальный в соответствии с определенными критериями. Основаны на принципе оптимальности Белмана.

6. **Эвристические методы и жадные алгоритмы:** Эвристические методы и жадные алгоритмы представляют собой более простые и быстрые способы решения задач маршрутизации, которые, впрочем, не всегда гарантируют нахождение оптимального решения, но обычно приближаются к нему. Они дают лишь приближенное к оптимальному решение (точность составляет порядка 75%- 90%). Как правило, этого достаточно для практического использования решений и такие методы отличаются простотой реализации.

Эти традиционные методы служат основой для более современных подходов и иногда могут быть дополнены современными технологиями и методами для повышения точности и эффективности.

Современные подходы к решению задач маршрутизации перевозок грузов включают в себя разнообразные методы и технологии, направленные на оптимизацию маршрутов и повышение эффективности логистических операций. Вот несколько современных подходов:

1. **Методы машинного обучения и искусственного интеллекта:** С использованием алгоритмов машинного обучения, таких как нейронные сети и алгоритмы усиления обучения, можно разрабатывать модели, которые учитывают множество факторов, таких как дорожные условия, пробки, погода, история доставок, и предсказывать оптимальные маршруты.

2. **Оптимизация маршрутов в реальном времени:** Технологии GPS и системы мониторинга в реальном времени позволяют постоянно отслеживать расположение и движение транспортных средств, а также корректировать маршруты на лету, чтобы избежать задержек и улучшить эффективность доставок.

3. **Системы географической информации (ГИС):** ГИС предоставляют детальные картографические данные и инструменты для анализа пространственной информации, что может быть использовано для оптимизации маршрутов и учета географических ограничений.

4. **Облачные и мобильные решения:** Облачные платформы и мобильные приложения позволяют логистическим компаниям и водителям взаимодействовать в режиме реального времени,

обмениваться информацией о маршрутах и заказах, что способствует оптимизации доставок.

5. **Интернет вещей:** Датчики и устройства на транспортных средствах позволяют собирать данные о состоянии груза, температуре, влажности и других параметрах, что может быть полезно для обеспечения безопасности и качества перевозок.

6. **Мультиагентные системы:** Эти системы моделируют взаимодействие различных агентов, таких как водители и менеджеры, и позволяют им совместно принимать решения о маршрутизации.

7. **Оптимизация с учетом экологических аспектов:** В современных условиях с увеличением интереса к экологически устойчивой логистике, многие компании учитывают аспекты снижения выбросов CO<sub>2</sub> при планировании маршрутов, что может включать в себя использование электрических транспортных средств или оптимизацию маршрутов для снижения расхода топлива.

8. **Платформы для маршрутизации, основанные на методах динамического программирования:** Существует множество специализированных программных продуктов и платформ, предназначенных для оптимизации маршрутов, которые интегрируют в себя различные современные технологии и методы.

### **Заключение.**

Современные подходы к решению задач маршрутизации перевозок грузов представляют собой незаменимый элемент современной логистики и транспортных операций. С развитием технологий и доступом к большим объемам данных, компании и организации имеют возможность оптимизировать свои логистические процессы, снижать затраты и обеспечивать более высокое качество обслуживания клиентов.

Однако современные подходы к маршрутизации также сопряжены с вызовами, такими как необходимость внедрения новых технологий, обучения персонала и обеспечения безопасности данных.

В итоге, современные методы маршрутизации перевозок грузов помогают компаниям сокращать расходы, оптимизировать операции и повышать уровень обслуживания, что является важным фактором конкурентоспособности в современном бизнесе и логистике. С учетом постоянного развития технологий и новых методов, будущее маршрутизации перевозок грузов остается более перспективным и динамичным, и будет продолжать эволюционировать в ответ на изменяющиеся потребности и требования рынка.

## Литература

1. Маршрутизация перевозок // studFiles URL: <https://studfile.net/preview/5877367/page:77/>
2. ЗАДАЧА МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТА. ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА: АЛГОРИТМЫ // Lobanov logist URL: <https://www.lobanov-logist.ru/library/352/55059/>
3. РАЗРАБОТКА МАРШРУТОВ ПЕРЕВОЗКИ И ИХ МЕТОДЫ В ЛОГИСТИКЕ // Студенческий научный форум - 2018 URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018007041>
4. Маршрутизация перевозок грузов // studFiles URL: <https://studfile.net/preview/8887152/page:5/>
5. Пелешок, И. А. Методы и алгоритмы эффективного решения задачи маршрутизации транспорта на сетях больших размерностей / И. А. Пелешок, Е. В. Василевская, А. С. Кулаков. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 16 (306). — С. 3-7.

Предоставлено 03.11.2023

УДК 504.064

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАНСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ И УСТОЙЧИВАЯ МОБИЛЬНОСТЬ ENVIRONMENTAL ASPECTS OF TRANSPORT ACTIVITIES: EMISSION REDUCTION AND SUSTAINABLE MOBILITY

Бакун Т.О.

Научный руководитель – Протасеня С.И., доцент, к.э.н. Гродненский  
государственный университет имени Янки Купалы,

г. Гродно, Беларусь  
Tbakun49@gmail.com

Bakun T.O.

Supervisor – Pratasenia, S., Candidate of Economic Sciences, Associate  
Professor of the of the Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno,  
Belarus