

Спіс выкарыстаных крыніц

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг аэрокосмический. Номенклатура контролируемых параметров чрезвычайных ситуаций: СТБ 1408-2003 (ГОСТ Р 22.1.04-96): [введен впервые: дата введения 01.01.2004]. – Минск: Госстандарт, БелГИСС, печ. 2003. – III, 9 с.
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska № 1070 z dnia 13 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych zasad zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: <https://www.teraz-srodowisko.pl/prawo/rozporzadzenie-z-dnia-13-07-2015-dz.u.-2015-poz.-1070-820.html> – Дата доступу: 08.09.2021
3. Chowdhury E.H., Hassan Q.K. Development of a New Daily-Scale Forest Fire Danger Forecasting System Using Remote Sensing Data. *Remote Sens.* 2015, 7, 2431-2448.
4. Ahmed M.R., Hassan Q.K., Abdollahi M. Introducing a New Remote Sensing-Based Model for Forecasting Forest Fire Danger Conditions at a Four-Day Scale. *Remote Sens.* 2019, 11, 2101.
5. Global cloud cover | Eclipsophile [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: <https://eclipsophile.com/global-cloud-cover/> – Дата доступу: 12.11.2021
6. Copernicus Open Access Hub [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/> – Дата доступу: 15.11.2021

УДК 656.135

МОДИФИКАЦИЯ РАБОТЫ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ПАС- САЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Е.Е. Пролиско, В.Н. Шуть

Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь,
prolisko@mail.ru, lucking@mail.ru

An optimization model for organizing the work of the urban passenger public transport system is proposed, which consists in choosing a unique route for its movement. A necessary condition for the implementation of this optimization is the ability for passengers to register their final stops.

Существующий городской пассажирский транспорт условно можно разделить на две категории – общественный транспорт и такси.

Общественный (коммунальный) транспорт – разновидность пассажирского транспорта как отрасли, предоставляющей услуги по перевозке людей по маршрутам, которые перевозчик заранее устанавливает, доводя до общего сведения способ доставки, размер и форму оплаты, гарантируя регулярность (повторяемость движения), а также неизменяемость маршрута. [1]

К наиболее распространенными видами общественного транспорта относятся автобусы, троллейбусы, трамваи. Особенности данного вида транспорта являются [1]:

1. доступность услуги по перевозке широчайшим слоям населения, без каких-либо ограничений социального типа и с условиями оплаты этой услуги по установленным тарифам;

2. достаточная вместимость транспортного средства.

Такси – это, как правило, автомобиль, используемый для перевозки пассажиров в любую указанную точку с оплатой проезда по счётчику – таксометру.

Достоинствами такси, по сравнению с общественным транспортом являются:

1. отсутствие привязки к конкретному маршруту и, как следствие, наиболее быстрое перемещение конкретно по заданному адресу;
2. более комфортные условия поездки.

К недостаткам такси можно отнести:

1. сравнительно высокая цена поездки, зависящая от длины (времени) маршрута;
2. небольшая вместимость транспортного средства;
3. необходимость предварительного заказа этой услуги.

Предлагаемая модификация транспортной системы – это попытка объединения достоинств общественного транспорта и такси.

ОПИСАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК

Пусть пассажиры, заходя на остановку, имеют возможность указать, каким-либо образом, свою конечную (целевую) остановку среди всех возможных остановок в данном городе, например, так, как предложено в [2]. Информация со всех остановок поступает в центральный компьютер системы. Транспортное средство (назовем его – бус) связано с центральным компьютером и движется между остановками по маршруту, зависящему от целевых остановок пассажиров в бусе и на остановках. Эти маршруты движения бусов могут быть оптимизированы по какому-либо критерию. Например, из всех возможных маршрутов центральный компьютер системы указывает каждому бусу такой маршрут, при котором для заданного промежутка времени оптимизируется один из показателей: а) общее время перевозки всех пассажиров на их целевые остановки (минимизируется); б) суммарное время ожидания пассажиров (минимизируется); в) количество перевезенных пассажиров (максимизируется). При этом необходимо учитывать ограничение на количество пассажиров в бусе.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ

Пусть в городе имеется k остановок с номерами $i=1, \dots, k$. Номер является просто индексом и не определяет порядок прохождения. Полагаем, что у каждой остановки есть «близнец» на другой стороне улицы. Стартовые остановки-близнецы – это разные остановки со своим набором пассажиров. Целевые остановки-близнецы будем считать единой остановкой.

В системе также имеется r бусов с номерами $j=1, \dots, r$. Каждый бус в любой момент характеризуется как координатами, так и определенной стороной улицы.

Предлагается для заданного интервала времени Δt выбирать такие маршруты бусов, чтобы минимизировать целевую функцию

$$F(\Delta t) = \alpha \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{n_i} \Delta t_{i,j}^n + \beta \sum_{l=1}^k \sum_{p=1}^{m_l} \Delta t_{l,p}^o - \gamma \sum_{i=1}^r s_i, \quad (1)$$

где n_i – количество пассажиров в i -ом бусе; $\Delta t_{i,j}^n$ – время перевозки j -го пассажира в i -ом бусе; m_l – количество пассажиров на l -ой остановке; $\Delta t_{l,p}^o$ – время ожидания p -го пассажира на l -ой остановке; s_i – количество перевезенных пассажиров i -ым бусом. Сомножители α , β и γ – выбираются исследователем. Их величина определяет «значимость» соответствующей характеристики системы.

Считаем известными величины $L(i_1, s_1, i_2, s_2)$ – расстояния между остановками. Здесь i_1 – номер стартовой остановки, s_1 – ее сторона улицы, i_2 и s_2 – соответственно номер и сторона конечной остановки ($i_1, i_2 = 1, \dots, k$; $s_1, s_2 = 1, 2$). Для случая $i_1 = i_2$ это расстояние считается неопределенным независимо от сторон, т.к. такой маршрут в данной модели запрещен.

Также считаем известными величины $L'(j, i, s)$ – расстояния от начального положения буса с номером j до остановки с номером i на стороне s .

Для облегчения поиска оптимальных маршрутов на основе значений $L(i_1, s_1, i_2, s_2)$ построим списки $\lambda(i, s, z)$, где $i = 1, \dots, k$ – номер исходной остановки, $s = 1, 2$ – ее сторона, $z = 1, \dots, 2k - 2$. Каждый элемент списка – это структура, содержащая номер, сторону конечной остановки и расстояние до нее от i -й остановки. Списки $\lambda(i, s, z)$ отсортированы по убыванию этих расстояний. Т.е. остановка, определяемая структурой $\lambda(i, s, z_1)$ находится относительно i -й остановки на стороне s не дальше, чем остановка, определяемая структурой $\lambda(i, s, z_2)$ если $z_1 < z_2$.

Используя $L'(j, i, s)$, построим также списки структур $\lambda'(j, z)$, $z = 1, \dots, 2k$, задающие отсортированные по убыванию расстояний до остановки относительно начального положения j -го буса.

Поиск оптимальных маршрутов может производиться различными методами. Например, в работе [3] данную задачу предлагается решать, используя математический аппарат комбинаторных аукционов. Авторами для поиска оптимальных маршрутов предлагается использовать перебор с возвратом всех возможных маршрутов, используя списки $\lambda'(j, z)$ и $\lambda(i, s, z)$. Оптимальное перемещение между начальным положением буса и остановкой или между остановками, почти наверняка, находятся среди начальных элементов этих списков. Поэтому время поиска значительно сокращается. Из рассматриваемых маршрутов исключаются переезды на пустые остановки если в бусе отсутствуют пассажиры, для которых эти остановки – целевые.

Заключение

Предлагаемая математическая модель системы перевозки пассажиров была протестирована методами имитационного моделирования. Получены достаточно хорошие результаты.

Список использованных источников

1. Общественный транспорт [Электронный ресурс] Материал из Википедии – свободной энциклопедии. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Общественный_транспорт
2. Пролиско, Е.Е. Возможности и перспективы беспилотного городского общественного транспорта [Текст] / Е.Е. Пролиско, В.Н. Шуть // Математические методы в технике и технологиях : сб. тр. междунар. науч. конф. Т. 9. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – С. 16-23.
3. Сатунин, С.В. Применение комбинаторных аукционов для планирования маршрутов в моделировании задачи «транспорт по запросу» [Текст] / С.В. Сатунин // Бизнес-Информатика. – 2009. – № 4 (10). – С. 3-9.