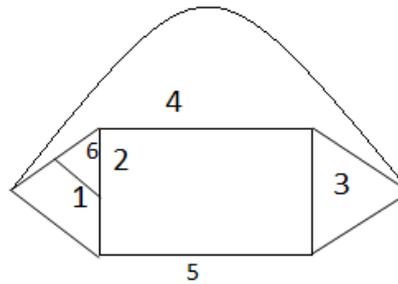


### Пример генерации:

1(4 2 5)	▶	1(4 6 2 5)
2(1 4 3 5)		6(1 4 2)
3(2 4 5)		2(1 6 4 3 5)
4(1 5 3 2)		4(1 6 5 3 2)
5(1 4 3 2)		



### Список цитированных источников

1. <https://sites.google.com/a/labore.ru/teoria-grafov/vvedenie-v-teoriyu/1>.
2. Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов.

УДК 656.025.2

**Христолюбова А.Д., Слинко Е.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Шуть В.Н.**

## АДАПТИВНЫЕ И ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ «ИНФОБУСОМ»

В наше время развитие беспилотного автотранспорта разделилось на 3 основных направления:

- потребительское (личное авто, такси, городская авто транспортная сеть);
- промышленное (специализированная техника);
- военное (боевые машины различного спектра задач).

В данный момент развитие беспилотного транспорта идет по всем перечисленным направлениям. Однако именно развитие потребительского беспилотного автотранспорта является основной задачей для общества. В статье будет идти речь об оптимизации перевозки людей при помощи беспилотного автотранспорта «Инфобус».

«Инфобус» — роботизированное автономное транспортное средство объемом V-пассажиров.

В отличие от таких известных транспортных средств, как автобус, троллейбус, метро, трамвай, инфобус может функционировать только в составе ИИС (интеллектуальной информационной системе). Данный вид является транспортом по вызову или по потребности.

Интеллектуальная информационная транспортная система массовой конвейерной перевозки пассажиров является комплексом разработок, предназначенных для оптимизации перевозки пассажиров в пределах города, снижения экономических затрат на общественный транспорт и улучшения экологической обстановки города.

Это транспортная система, удовлетворяющая следующим семи критериям, установленным The Advanced Transit Association (ATRA):

1. Полностью автоматические транспортные средства (без водителей).
2. Транспортные средства находятся только на специальных путях (guideway), которые предназначены для исключительного использования такими транспортными средствами.

3. Небольшие транспортные средства доступны для исключительного использования одним пассажиром или маленькой группой, которая едет вместе по своему выбору — без случайных попутчиков. Транспортные услуги доступны 24 часа в сутки.

4. Небольшие специальные пути могут быть надземными, на уровне земли или подземными.

5. Транспортные средства могут использовать все специальные пути и станции. Электрокары ездят по специально предназначенным путям, не пересекающимся с наземным транспортом.

6. Прямое сообщение из пункта отправления в пункт назначения, без необходимости в пересадке или остановке на промежуточных станциях.

7. Транспортные услуги доступны по требованию, а не по твёрдому графику.

Объектом исследования являются интеллектуальные транспортные системы. Целью данной работы является нахождения алгоритмов «эффективности» системы «Инфобус» в целом, т. е. предполагается решение следующих задач:

1. Минимальное время движения всех вагонов.

2. Нахождение минимального количества вагонов для перевозки всех пассажиров.

3. Поиск всех способов передвижения.

4. Нахождение оптимального способа движения всех вагонов.

Ниже представлены некоторые алгоритмы, для решения поставленных задач.

**Алгоритм построения и заполнения матрицы корреспонденции.** Пассажиропоток, поступая на каждую остановку, дифференцируется по месту назначения. Для наглядного рассмотрения монорельсового средства передвижения «Инфобус» представим его работу в виде матрицы корреспонденции, используя алгоритм её построения и заполнения:

1. Построим матрицу корреспонденций размером  $n \times n$ , каждый элемент  $a_{ij}$  — номер вагона, который содержит в себе число пассажиров, желающих отправиться с  $i$ -й на  $j$ -й станцию ( $i$ -строка,  $j$ -столбец):

— вычеркнем ячейки главной и под главной диагональю (т. к. пассажир не может выйти на остановке, на которой сел в вагон, и не может ехать «назад»);

— заполним матрицу элементами  $a_{ij}$ , начиная с правой стороны относительно главной диагонали.

2. Заполнение  $i$ -ой строки: ( $i, j=1, n$ ):

—  $i$ -ую строку заполняем с конца до  $i+1$  ячейки значениями промежутка  $\alpha_1(i, j) \in [1, \lfloor n \uparrow 2/4 \rfloor]$  где  $\lfloor \frac{n^2}{4} \rfloor$  — минимальное число вагонов;

— возьмём  $a_{i,j}$  значение первой ячейки справа от диагонали ( $(j - i)$  ячейка) и продублируем его в каждую  $(j-i)$  ячейку по диагонали при этом проверяем свободна ли данная ячейка;

— предыдущий пункт повторяется для всех ячеек данной строки, пока для них свободны ячейки.

3. Заполнение всей матрицы (всех строк) (рис. 1):

Повторение пункта 2 для всех строк до того момента, пока  $a_{i,j}$  не станет равным  $\lfloor \frac{n^2}{4} \rfloor$  или пока все ячейки не будут заполнены.

**Вывод:** матрица корреспонденции наглядно отображает работу движения электрокара «Инфобус». При данном заполнении матрицы мы можем видеть эффективность движения вагонов, которая отображает передвижение без препятствий и помех.

	1	2	3	4	5
1		$\alpha_4$	$\alpha_3$	$\alpha_2$	$\alpha_1$
2			$\alpha_4$	$\alpha_6$	$\alpha_5$
3				$\alpha_4$	$\alpha_3$
4					$\alpha_4$
5					

Рисунок 1 – Матрица корреспонденции

**Вывод формулы для нахождения минимального числа вагонов.** Для нахождения минимального числа вагонов воспользуемся матрицами корреспонденции и алгоритмом их заполнения (пункт 1.1.).

Общая формула нахождения минимального числа вагонов выглядит следующим образом:

$$S_m = \left\lceil \frac{n^2}{4} \right\rceil \quad (1)$$

**Алгоритм способов проезда (по матрице корреспонденции).** Для описания алгоритма способов проезда воспользуемся матрицей корреспонденции, описанной в предыдущем пункте, так как она позволяет рассчитать количество станций, проходящих вагоном для определённого способа проезда.

1. С помощью матрицы корреспонденции выписываем, сколько станций проезжает каждый вагон, включая ту, с которой он отправляется.

2. Выписываем все получившиеся значения в строку в порядке убывания.

3. Берём наибольшее число и по 1 раскидываем (переносим) его на минимальные числа до 2 (так как 2-минимальное количество станций, проезжающих одним вагоном), пока оно не станет равным 3.

4. Пункт 3 повторяем для всех чисел, пока строка не будет состоять только из 3 и 2.

Число получившихся строк — количество способов проезда. Последняя строка и является минимизацией, в которой  $t \approx$  равны у всех вагонов, где  $t$ -время движения вагона.

**Вывод:** Данный алгоритм иллюстрирует все возможные способы проезда вагонов, используя которые, можно перевести число пассажиров, желающих отправиться с  $i$ -й на  $j$ -й станцию

*Все получившиеся значения:*

95433332222222222222	65433333332222222222
85433333222222222222	...
75433333322222222222	3333333333333332222 — min

**Правильный способ проезда.** Для улучшения проезда необходимо учитывать порядок отправления вагонов. При отправке всех вагонов необходимо начинать с тех, которые едут на самую последнюю станцию, и каждый следующий надо отправлять по максимальному расстоянию + отправлять те вагоны, кото-

рые только будут брать пассажиров для перевозки на другую станцию. Все группы вагонов, которые будут отправляться, необходимо тоже отсортировать: отправляются по наибольшему расстоянию, начиная с тех, которые будут лишь наполняться пассажирами, а потом те, что перевозят уже пассажиров и высаживают на данной станции.

#### **Список цитированных источников**

1. Пролиско Е.Е., Шуть В.Н. Высокопроизводительный транспорт городской перевозки пассажиров на база мобильных работ.

**УДК 656.13.05**

**Черкасов А.А.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Шуть В.Н.**

### **МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ**

Последние достижения в области искусственного интеллекта позволяют предположить, что в скором времени автомобили будут оснащены приборами автономного управления. Уже сейчас в автомобилях присутствуют средства автономии, такие как круиз-контроль, GPS-база планирования маршрута или автономное рулевое управление. В скором времени неизбежно оснащение всех автомобилей приборами автономного управления, открывая тем самым возможность взаимодействия автомобилей между собой или с другими агентами, что приведёт к созданию мультиагентной сети.

Современный автомобиль является «высокоэлектроннофицированным» (авт.) объектом. Немалую его часть составляют различные электронные датчики, средства связи и программные приложения. Через интернет авто-мобили могут общаться друг с другом и с объектами дорожной инфра-структуры, ориентироваться в окружающей среде, адекватно реагировать на её изменения. Автомобиль по реактивности на окружающую среду становится похож на представителя некоторого биологического вида. Со временем ещё будет оценена степень этой схожести. Такое резкое качественное изменение автомобиля, его свойств, требует разработки новых методов управления им в улично-дорожной среде (УДС) города.

Современные автомобили могут быть оснащены всем необходимым оборудованием для автономного движения и планирования пути на основе систем глобального позиционирования. При помощи беспроводного взаимодействия и систем позиционирования современные АТС способны образовывать мультиагентную систему, что приводит к более эффективному дорожному движению.

Для решения задачи управления транспортным движением используются методы мультиагентных систем. Для нашей задачи управления транспортным движением автономное транспортное средство-агент может изменить свое решение в любой момент независимо от других. Таким образом, например, поведение водителя, который сначала двигался к одному объекту, передумал и решил поехать к другому, не отразится на эффективности работы всей системы. Автомобиль-агент построит такой маршрут, который будет справедливо эффективен как для самого агента, так и для МАС в целом. Заметим также, что здесь можно ввести приоритет агента. Например, у скорой помощи или пожарной машины должен быть максимальный приоритет.