

$$A = 150 \cdot 30 + 170 \cdot 20 + 110 \cdot 30 + 186 \cdot 10 + 514 \cdot 10 + 211 \cdot 25 = 23475 \text{ т} \times \text{км.}$$

Таблица 5

Оптимальный план перевозок

Складской комплекс ЧТПЗ на Урале	Грузопотребители								Итого	Потенциалы строк
	B <sub>1</sub>		B <sub>2</sub>		B <sub>3</sub>		B <sub>4</sub>			
Екатеринбург (A <sub>1</sub> )	+	300	0	150	+	390	0	170	50	0
Пермь (A <sub>2</sub> )	+	110	+	220	0	186	0	198	40	28
Челябинск (A <sub>3</sub> )	0	111	+	514	0	211	+	613	35	53
Итого	30				5				125	
Потенциалы столбцов	30	40	35	20						
	58	150	158	170						

$$A = 150 \cdot 40 + 170 \cdot 10 + 186 \cdot 30 + 198 \cdot 10 + 111 \cdot 30 + 211 \cdot 5 = 19645 \text{ т} \times \text{км.}$$

Повторяем итерацию до тех пор, пока не будет соблюден ряд следующих условий:

- 1) Потенциалы загруженных клеток равны 0.
- 2) Потенциалы незагруженных клеток имеют положительное значение.
- 3) Транспортная работа минимальна.

Для достижения оптимального плана перевозок с наименьшей транспортной работой потребовалось совершить 5 итераций (5 планов перевозок).

При таком плане перевозок все ГОП и грузополучатели будут удовлетворены, при этом будет затрачена минимальная транспортная работа.

### 5. Заключение

Каждое предприятие ставит своей целью сокращение транспортных расходов, а одним из путей сокращения расходов на перевозки является сокращение транспортной работы. Использование метода потенциалов в решении классической транспортной задачи помогает определить оптимальную работу для заданного плана перевозок.

В практике планирования ГАП также встречаются особые виды транспортных задач – модели с несбалансированным спросом и предложением, модели с запрещенными корреспонденциями, модели с обязательными корреспонденциями, которые так же решаются с помощью этого метода, но с некоторыми особенностями.

Для упрощения и автоматизации вычислений в Excel существует надстройка Поиск решения (Solver), которая, в частности, помогает решать транспортные задачи.

### Список литературы

1. Попов, А.Г. Автомобильные грузовые перевозки / А.И. Афанасьев, Ю.Г. Закаменных. – Е., 2012. – 195 с.
2. Грузовые автомобильные перевозки / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов. – М., 2007. – 559 с.
3. Электронный ресурс [http://www.ati.su/].

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА ЦИКЛ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДЕ ЯКУТСКЕ

Макаров Н.М., Макаров В.С.

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, e-mail: mr05vma@gmail.com

Транспортные пересечения делятся на пересечения в разных уровнях и пересечения в одном уровне. Пересечения в одном уровне называются перекрестками. «Перекресток» – место пересечения, примыкания или разветвления дорог на одном уровне, ограниченное воображаемыми линиями, соединяющими соответственно противоположные, наиболее удаленные от центра перекрестка начала закруглений проезжих частей [1]. Перекрестки делятся на регулируемые, нерегулируемые и временно регулируемые. Регулирование перекрестка становится необходимым если интенсивность движения транспортных средств по дороге составляет не менее 600 ед./ч (для дорог с разделительной полосой – 1000 ед./ч) в обоих направлениях в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели. При этом, интенсивность движения пешеходов, пересекающих проезжую часть этой дороги в одном, наиболее загруженном, направлении в то же время должно составлять не менее 150 пеш./ч. [2]

Большинство перекрестков нашего города являются регулируемыми. Рассматриваемый перекресток расположен в городе Якутске, на пересечении улиц магистрального и общегородского значения: Лермонтова, Красильникова и Сергеляхского шоссе. Движение по Сергеляхскому шоссе осуществляется в сторону центра, ориентир Якутская государственная сельскохозяйственная академия (ЯГСХА) и в сторону дачного района Сергелях. По улице Лермонтова и Красильникова осуществляется движение транзитного грузового транспорта между автодорогой республиканского значения Р-004 «Умнас» и автодорогой федерального значения А-331 «Виллой» От перекрестка по Сергеляхскому шоссе, в сторону центра города запрещено грузовое движение.

Наблюдения интенсивности велись в 2014 и в 2015 году в осенний период. Средняя интенсивность на данном перекрестке за 29.09.2014 составила  $N_a=1586$  авт./ч. Максимальное значение интенсивности в этот день наблюдалось

утром и составило  $N_a=1661$  авт./ч. За 21.10.2015 средняя интенсивность составила  $N_a=2431$  авт./ч. Максимальное значение интенсивности в этот день наблюдалось днем и составило  $N_a=2792$  авт./ч.



Рис. 1. Вид перекрестка со спутника

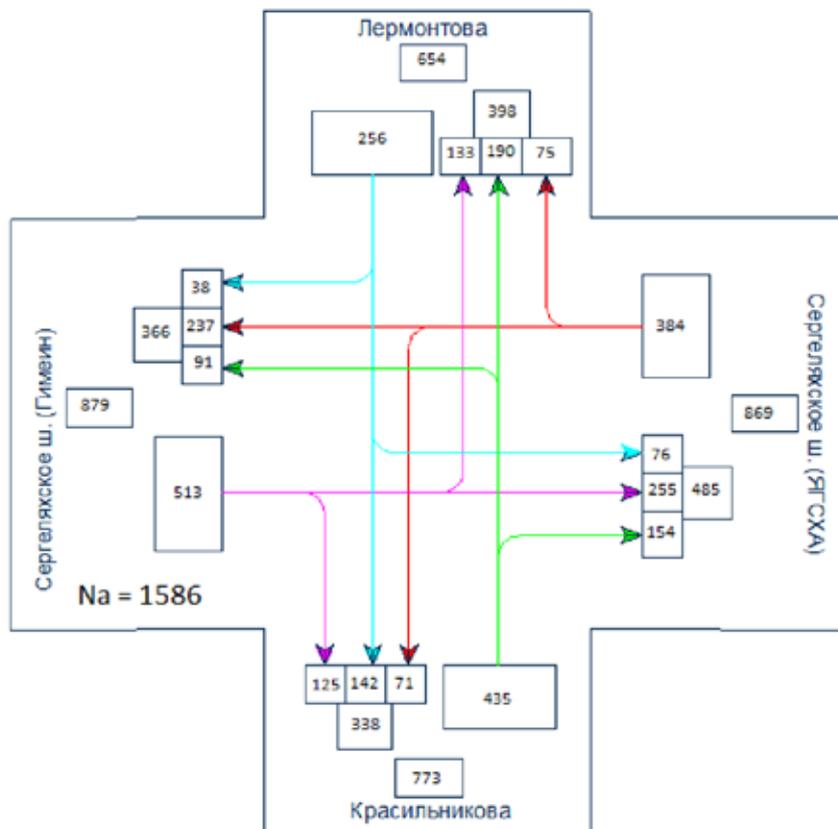


Рис. 2. Картограмма интенсивности (среднее) за 29.09.2014

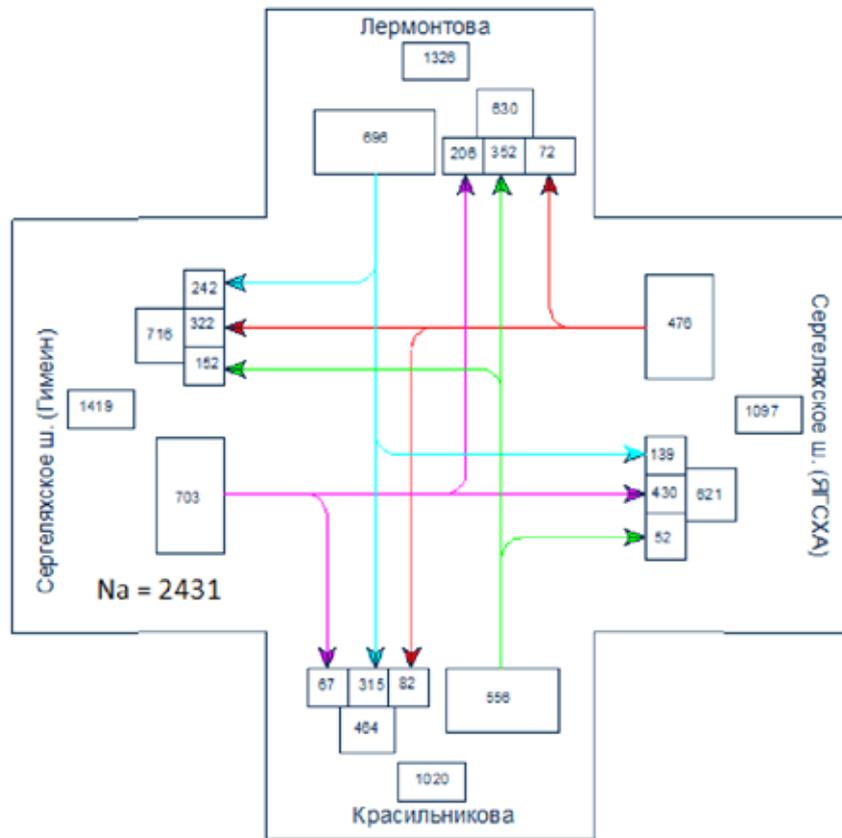


Рис. 3. Картограмма интенсивности (среднее) за 21.10.2015

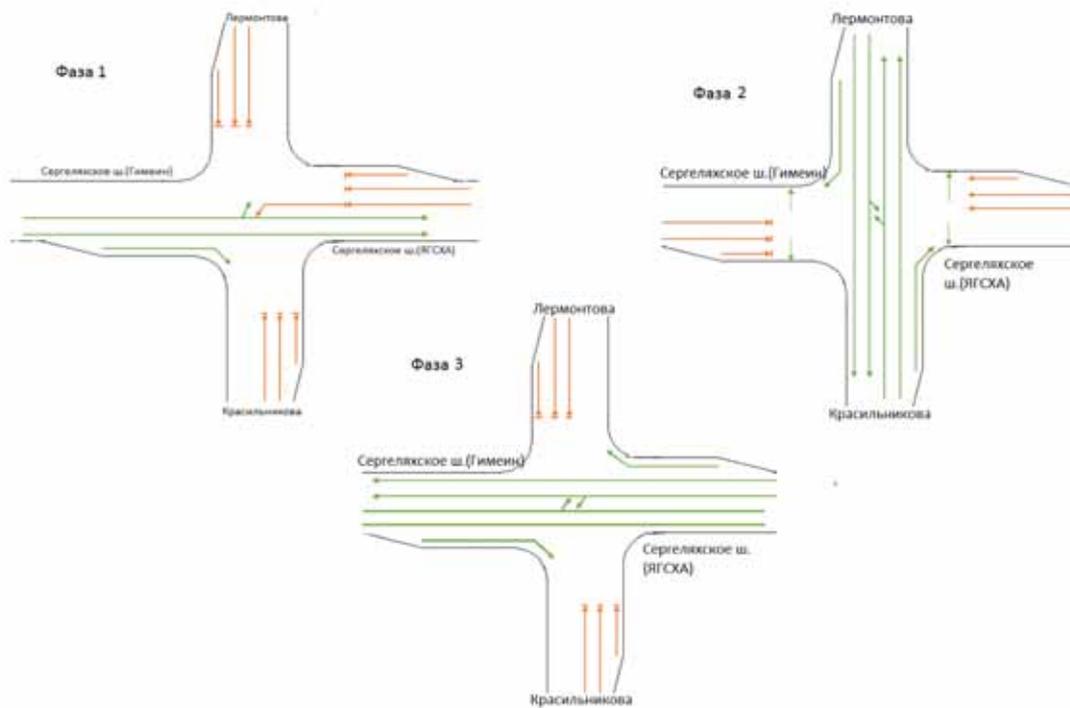


Рис. 4. Схемы пофазного разезда ТС и пешеходов

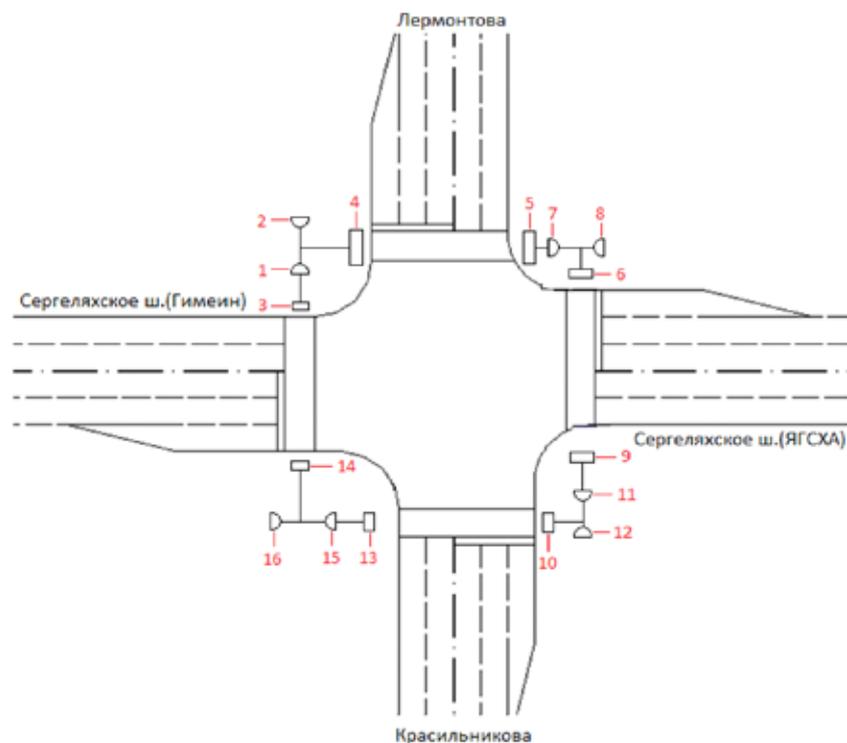


Рис. 5. Схема расположения светофоров на перекрестке

Таблица 1

График включения сигналов светофора

Номера светофоров	График включения сигналов светофора	Длительность цикла 72 с			
		tз	tж	tк	tкж
1,2,11,12		34	2	34	2
8,15		26	2	42	2
7,16		34	2	34	2
3,6,9,14		34	-	38	-
4,5,10,13		26	-	46	-

На рассматриваемом перекрестке был проведен замер длительности включения фаз регулирования, результаты приведены в табл. 1, рис. 5. Отдельно было подсчитано время мигания зеленого сигнала светофора, предупреждающего водителя о скорой смене сигнала на запрещающий, оно составило 3 секунды что соответствует требованиям ГОСТ 52289-2004.

По методике приведенной в [3] был выполнен расчет длины остановочного пути для расчетной скорости 40 км/ч (равна ограничению на данном участке):

$$S_n = l_1 + S_T + l_{кб} = \frac{V}{3,6254} + \frac{kV^2}{(\varphi \pm i)} + l_{кб} \quad (1)$$

где  $l_1$  – расстояние, которое проходит автомобиль за время реакции водителя, м;  $S_T$  – тормозной путь автомобиля, м;  $L_{кб}$  – расстояние безопасности, м;  $V$  – скорость автомобиля, м/с;  $k$  – коэффициент эксплуатационных условий торможения, в трудных условиях  $k=1,2$ ;  $\varphi$  – коэффициент продольного сцепления шины с дорогой;  $i$  – продольный уклон рассматриваемого участка. При расчете примем за ноль.

Расчет

$$S_T = 40/3,6 + (1,2 \cdot 40^2) / (254 \cdot 0,1) = 86,7 \text{ м.} \quad (2)$$

Полученная длина остановочного пути равна 86,7 метров, при расчете состояние покрытие было

принято обделенным согласно [4] коэффициент сцепления принят 0,1.

Из проведенных расчетов, можно сделать вывод о том что водитель при движении должен быть предупрежден о переключении сигнала светофора за 7,8 секунд. т.к. при более позднем оповещении автомобиль остановится на перекрестке или проедет его на запрещающий сигнал. Для этого необходимо удлинить фазу мигающего зеленого сигнала светофора до 8 секунд.

Однако большинство автомобилей останавливается за меньшее расстояние чем мы получили по расчету. Это может быть вызвано тем, что методика расчета остановочного пути является устаревшей, т.к. многие современные автомобили оборудованы АБС и различными системами стабилизации. Что требует отдельного дополнительного изучения.

**Список литературы**

1. Правила дорожного движения РФ 2015г.
2. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств, п. 7.2.14.
3. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч.1ю Транспорт, 1987.
4. Евтюков С.А. Влияние факторов на сцепные качества покрытий автомобильных дорог // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3.

**ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
«АВТОБУСОВ БЕЗ ВОДИТЕЛЯ» НА  
ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ**

Моисеев А.С.

*Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, Великий Новгород,  
e-mail: alex90079@gmail.com*

Автобус – механическое транспортное средство, предназначенное для перевозки пассажиров, и приводимое в движение энергией сжигаемого топлива в двигателе внутреннего сгорания. Без него большее число жителей городов не имели бы возможности быстрого перемещения из начального пункта в конечный [1].

Представим транспортную сеть нашей страны через лет тридцать, Вам наверняка придут на ум такие мысли, как бесконечные пробки, отвратительное качество воздуха в атмосфере, замена существующих источников энергии альтернативными, но вы точно не сможете представить, что общественный транспорт превратится в роботизированную систему, напичканную микроэлектроникой[2].

Уже в некоторых европейских странах данный проект запущен и успешно реализуется. Автобусы курсируют по заданному маршруту, ориентируясь на GPS навигацию и использование лазерных сенсоров, т.е. в диспетчерском центре заранее создали и проложили маршрут по определённым точкам с учётом всех возможных ситуаций. Если разобрать «чудо технологий будущего» в подробностях, то, пожалуй, можно начать с силового привода.

Основой силового агрегата является асинхронный электродвигатель, связанный с ЭБУ (электронный блок управления) посредством датчиков, расположенных в различных узлах автобуса. В дальнейшем возможно использование двигателя внутреннего сгорания, как основного силового привода, работающего на газе или водороде. Ведь, необходимо, чтобы техника будущего была не только выгодна в экономических показателях, но также соответствовала нормам экологичности высшего класса[3]. Следующими важными элементами в автобусе являются камеры видеонаблюдения, смонтированные в разных углах, обеспечивающих максимальный обзор. Все камеры синхронизируются через головной сервер, расположенный в диспетчерском центре, где на огромном экране вы-

водится их изображение. На рис. 1 показан пример камеры видеонаблюдения, применимой в автобусе.



*Рис. 1. Камера видеонаблюдения Zorko IP C1W1*

Данная камера работает от беспроводных сетей, к тому же она адаптирована для Российских электросетей. У неё осуществляется передача цветного изображения со звуком с большим углом обзора.

Бортовой компьютер, вмонтированный в панель приборов, имеет заранее заложенную в него программу с картой маршрутов. Сигнал на компьютер подаётся со спутника, далее считывается информация, обрабатывается и индуцируется в блок управления.

Теперь о главном – преимуществах данного вида транспорта. Во-первых, отсутствие водителя экономит до 60% расходов авто пассажирского предприятия, за счёт того, что не надо платить зарплату, отпускные, больничные. Для самих водителей это, конечно, будет серьёзный удар, но зато экономленные средства можно будет вкладывать в развитие «автобусов без водителя». Ещё раз стоит напомнить о том, что данный общественный транспорт будет экологичным, поскольку основными элементами движущей силы будут электродвигатели и ДВС на сжиженном газе или на водороде. Во-вторых, автоматизированные автобусы будут проходить по маршруту с заданным интервалом, без каких-либо опозданий. В Великом Новгороде это очень актуально, потому что общественный транспорт ходит далеко не по расписанию. Да, несомненно необходима слаженная работа городских служб, потому что, например, зимой, по засыпанным снегом дорогам, будут постоянно пробки. Важно реорганизовать транспортную сеть и обновить её полностью, ну или по крайней мере, где это возможно. Насчёт безопасности данного «чуда техники» спорят до сих пор. В тех странах, где они уже эксплуатируются, жители города с опаской относятся к ним, но постепенно привыкают. Автобус имеет не очень большую скорость и вместимость на данный момент, зато имеет выдвижную платформу для пассажиров с колясками. Сомневаюсь, что в наших нынешних автобусах такое есть.

В заключение статьи хотелось бы сказать, что в дальнейшем планируется составить функциональную схему электрооборудования «автобуса без водителя» в программе Fritzing, набросать основные элементы и собрать такую схему для практических опытов системы. Также смоделировать основные силовые узлы двигателя и трансмиссии в T-Flex 3D CAD и проверить их на основные прочностные характеристики. Надеюсь, что в будущем такой вид транспорта заменит существующий и страна продвинется на одну ступень прогресса выше.