

УДК 332.1:330.322

Павлов В.П. – кандидат философских наук, доцент

E-mail: dodon47@mail.ru

Камалетдинов М.И. – аспирант

E-mail: marsellinova@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Современные проблемы оптимизации услуг городского транспорта на примере г. Казани

Аннотация

В связи с нестабильностью сферы услуг городского транспорта проблема создания эффективной системы поиска причин несостоятельности пропускной способности дорожных сетей обслуживать возрастающий поток автомобилей приобретает все большую актуальность. По результатам многочисленных исследований в области анализа движения транспортных средств и с учетом географических особенностей г. Казани приводятся результаты прикладного использования математической модели анализа для ранней диагностики появления дорожных заторов.

Ключевые слова: анализ движения транспортных средств, сфера услуг городского транспорта, географические особенности, математическая модель, дорожные заторы.

Бурный рост экономики регионов и отдельных городов приводит к возрастающим проблемам в вопросах пассажирских и грузовых перевозок. Города «задыхаются» от потока машин, и усилия мэров крупных городов пока не способствуют решению транспортных проблем. Транспортная проблема крупных городов подробно проанализирована в работе Лебедева В.А. [1].

Поскольку проблема достаточно сложная, а также тесно взаимосвязана с ключевыми вопросами городского развития, то для её решения необходимо разработать комплексный подход.

В предложенной нами методике решения проблемы можно выделить следующие этапы:

- 1) Анализ текущего состояния транспортной инфраструктуры;
- 2) Определение основных причин появления «пробок»;
- 3) Разработка возможных рекомендаций и выбор наиболее эффективных способов оптимизации услуг городского транспорта.

Рассмотрим вариант реализации данной методики на примере г. Казани.

На I этапе определим текущее состояние городского транспорта.

Во-первых, выделим основные факторы, влияющие на его формирование:

- географические особенности;
- густонаселенность города по районам.

Применительно к Казани выделим основные его характеристики:

- 1) Территория города занимает площадь 412 квадратных километров, состоит из более, чем 1500 улиц и переулков. Общая их протяженность составляет почти 1000 километров.
- 2) Население распределено равномерно, но из-за небольшого количества многоквартирных домов густонаселенность центра невелика. Данная часть используется, как деловая и административная область города. В связи с этим здесь расположены многочисленные офисные помещения, административные и культурные здания. Данный факт способствует формированию больших потоков машин через центр.

3) Устье реки Казанка проходит между центральными и северными районами, поэтому связь между ними обеспечивается благодаря 4 мостам, а именно:

- Кировская дамба;
- Ленинская дамба;
- мост Миллениум;
- мост рядом с компрессорным заводом.

Казань является одним из крупнейших логистических узлов России. Через столицу Татарстана проходит федеральная автомагистраль М7 (Е22), федеральные трассы Р239, Р175, Р241 и Р242.

Таким образом, при построении схемы дорожной инфраструктуры необходимо учесть наличие путей, при помощи которых жители смогут добираться от мест проживания до работы. Напряженность центральной части не должна увеличиваться из-за транспортных сетей федерального назначения, поэтому город должен быть обеспечен объездными путями.

На II этапе определим основные причины появления «пробок».

Изучив географические особенности и его основные потребности, стало возможным выявление ключевых магистралей, где зачастую образуются дорожные заторы. На нижеследующем рисунке представлена карта основных дорог г. Казани.

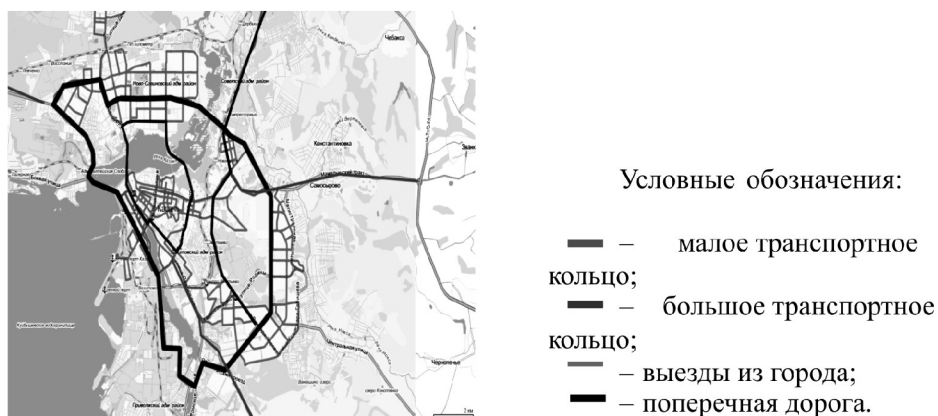


Рис. Карта основных дорог г. Казани

По основным магистралям проводился мониторинг средней скорости движения в различное время суток. В целях комплексного анализа данные по основным сетям Казани были сгруппированы по местоположению и направлению. Таким образом, были получены группы:

1) Малое транспортное кольцо состоит из: улицы Чистопольская, Амирхана, мост Миллениум, Вишневского, Эсперанто, Островского, Правобулачная, Ленинская дамба. Находится в самом центре, служит для проездов из периферии в центр г. Казани. Вследствие своей значимости данная сеть насыщена транспортными потоками.

Основные характеристики:

- многополосность, которая позволяет имеет высокую пропускную способность. Однако на улице Островского, Правобулачная и Левобулачная наблюдается сужение, вследствие чего именно на этом участке возникают «пробки»;

- наличие объездных путей позволяет уменьшить напряженность на узких участках дорог. Отсутствие альтернативного для моста Миллениум маршрута приводит к появлению заторов;

- насыщенность перекрестками, что препятствует появлению безостановочного движения;

- наличие станций метро позволяет отказаться от личного транспортного средства в пользу общественного.

2) Большое транспортное кольцо состоит из: пр. Ямашева, Победы, улицы Тульская, Техническая, Тукая, Саид-Галиева, Несмелова, Краснококшайская, Фрунзе, Восстания, Кировская дамба. Находится на периферии, соединяет спальные районы между собой. Позволяет объезжать город, не используя центр.

Основные характеристики:

- высокая пропускная способность;

- относительно небольшое количество перекрестков, наличие пешеходных мостов и эстакад способствует безостановочному движению;

- имеют большую протяженность;

- обслуживает большие транспортные потоки, вследствие чего имеет высокую значимость.

3) Из города можно выехать благодаря четырем основным путям: Горьковское шоссе, Мамадышский тракт, Сибирский тракт и Оренбургский тракт. Однако Казань активно развивается в восточном направлении, здесь присутствует пос. Дербышки, поэтому выезд со стороны Сибирского тракта был включен в отдельную группу.

Основные характеристики:

- многополосность путей;
- неравномерность транспортного потока в течение недели. В период с пятницы по воскресенье данная группа используется максимальным способом, однако в будни (кроме пятницы) дорожные заторы встречаются крайне редко.

4) В состав поперечной дороги включены: улицы Зорге, Гвардейская, Ершова, Сибирский тракт. Данный путь разделяет большое транспортное кольцо на две части, а также соединяет между собой выезды из Казани.

Основные характеристики:

- многополосность;
- пересекает крупные транспортные магистрали;
- позволяет разгрузить часть большого кольца.

Скорости движения транспортных потоков на каждой улице тесно взаимосвязаны между собой. Если не достигнута максимальная пропускная способность на одной из них, то движение на каждой из этих улиц, в составе данной группы, не будет максимально эффективным. В приведенной ниже таблице представлено изменение средней скорости движения в сформированных группах в зависимости от дня недели.

Таблица 1

Группа	Пн.-Чт.		Пт.		Сб.		Вс.		Итого среднее	
	8:00	18:00	8:00	18:00	8:00	18:00	8:00	18:00	8:00	18:00
Малое кольцо										
Чистопольская	15	30	15	15	20	20	25	25		
Амирхана	15	25	15	15	20	20	25	25		
Миллениум	45	45	45	45	45	45	45	45		
Вишневского	40	40	40	20	40	40	45	40		
Эсперанго	15	20	15	10	10	20	20	15		
Островского	15	15	15	10	20	20	25	25		
Право-Булачная	10	15	15	10	20	15	25	20		
Ленинская дамба	30	25	30	30	40	20	40	40		
Среднее	23,1	26,88	23,75	19,38	26,88	25	31,25	29,38	26,26	25,16
Большое кольцо										
пр. Ямаш.	15	20	15	15	20	20	30	25		
пр. Победы	20	30	30	20	30	30	40	30		
Тульская	15	20	20	20	30	30	30	25		
Технич.	20	25	25	30	30	25	30	30		
Тукая	15	10	10	10	15	15	20	15		
Саид-Галиева	10	20	15	15	20	20	20	20		
Кировская дамба	30	30	30	30	35	35	40	40		
Неемелова	30	30	30	30	30	30	40	40		
Краснокок.	30	30	30	25	30	30	40	30		
Фрунзе	15	15	20	10	20	20	20	20		
Восстания	15	15	20	15	15	15	20	20		
Среднее	19,5	22,27	22,27	20,9	25	24,55	30	26,82	24,2	23,64
Выезды										
Горьковское шоссе	20	40	35	10	25	20	25	20		
Оренбургский тракт	40	40	40	40	40	40	40	30		
Мамадышский тракт	40	40	40	20	40	40	40	30		
Среднее	33,3	40	38,33	23,33	35	33,33	35	26,67	35,42	30,8
Поперечная										
Зорге	20	20	30	20	20	20	30	20		
Гвардейская	20	20	25	25	20	20	30	25		
Ершова	20	20	15	15	15	20	20	25		
Сибир. тр.	15	15	20	20	25	25	30	20		
Среднее	18,7	18,75	22,5	20	20	21,25	27,5	22,5	22,19	20,63

Исходя из данной таблицы, можно сделать следующие выводы:

1) Наиболее напряженная обстановка на дорогах складывается в будние дни. Причина – увеличение числа машин, вследствие необходимости добираться от дома до места работы и обратно.

2) Самая низкая средняя скорость движения практически во всех группах зафиксирована в пятницу вечером. Причина – многие жители города имеют дачи или родные деревни, куда уезжают на выходные. Большая нагрузка ложится на 3-ю группу, которая не успевает обслуживать весь поток автомобилей, вследствие чего появляются заторы и на других участках.

3) Средняя скорость движения в группах 1, 2 и 4 ниже показателей 3-ей. Причина – отсутствие безостановочного движения из-за большого количества пересечений в центральной части города.

Обладая информацией о средней скорости движения, можно рассчитать текущую пропускную способность магистралей. Данный показатель свидетельствует о том, какое количество машин способно проезжать данный участок пути за определенный период времени.

Рассмотрим пример движения транспортного потока. Допустим, что его плотность максимальна, т.е. автомобили движутся максимально близко друг другу. Тогда расстояние между ними L будет равно длине транспортного средства и дистанции.

$$L = b + d \quad (1)$$

где b – длина транспортного средства, км, d – дистанция, км.

Допустим, что средняя длина автомобиля равна 4,5 м, а безопасная дистанция равна 10,5 м. Тогда величина L равна 15 м. Именно такое расстояние необходимо преодолеть транспортному средству, чтобы оказаться на месте впереди едущего автомобиля.

Располагая данными о средней скорости движения (U) и длиной пути (L), узнаем время (t):

$$t = L / U. \quad (2)$$

Теперь узнаем часовую пропускную способность дороги:

$$P = 1 / t, \quad (3)$$

$$P = 1 / L / U, \quad (4)$$

$$P = U / L. \quad (5)$$

Каждая дорога содержит n полос, тогда:

$$P = n * U / L. \quad (6)$$

Таким образом, используя формулу (6), мы узнали, какое количество машин способно проехать определенный путь за 1 час. Результаты расчетов приведены в следующей таблице.

Таблица 2

Группа	№	Пн.-Чт.		Пт.		Сб.		Вс.		Среднее
		8:00	18:00	8:00	18:00	8:00	18:00	8:00	18:00	
Малое кольцо										
Чистопольская	3	3000	6000	3000	3000	4000	4000	5000	5000	
Амирхана	3	3000	5000	3000	3000	4000	4000	5000	5000	
Миллениум	3	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	
Вишневого	3	8000	8000	8000	4000	8000	8000	9000	8000	
Эсперанто	3	3000	4000	3000	2000	2000	4000	4000	3000	
Островского	2	3000	3000	3000	2000	4000	4000	5000	5000	
Пр. Булачная	2	2000	3000	3000	2000	4000	3000	5000	4000	
Ленинская дамба	3	6000	5000	6000	6000	8000	4000	8000	8000	
Среднее	2,4	4626	5376	4750	3876	5376	5000	6250	5876	5142
Большое кольцо										
пр. Ямашева	3	3000	4000	3000	3000	4000	4000	6000	5000	
пр. Победы	3	4000	6000	6000	4000	6000	6000	8000	6000	
Тульская	2	3000	4000	4000	4000	6000	6000	6000	5000	
Техническая	3	4000	5000	5000	6000	6000	5000	6000	6000	
Тукая	2	3000	2000	2000	2000	3000	3000	4000	3000	
Саид-Галиева	2	2000	4000	3000	3000	4000	4000	4000	4000	
Кировская дамба	3	6000	6000	6000	6000	7000	7000	8000	8000	
Несмелова	3	6000	6000	6000	6000	6000	6000	8000	8000	
Краснококшайская	3	6000	6000	6000	5000	6000	6000	8000	6000	
Фрунзе	3	3000	3000	4000	2000	4000	4000	4000	4000	
Восстания	3	3000	3000	4000	3000	3000	3000	4000	4000	
Среднее	2,7	3910	4454	4454	4180	5000	4910	6000	5364	4784
Выезды из города										
Горьковское шоссе	3	4000	8000	7000	2000	5000	4000	5000	4000	
Оренбургский тракт	3	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	6000	
Мамадышский тракт	3	8000	8000	8000	4000	8000	8000	8000	6000	
Среднее	3	6666	8000	7666	4666	7000	6666	7000	5334	6622
Поперечная										
Зорге	3	4000	4000	6000	4000	4000	4000	6000	4000	
Гвардейская	3	4000	4000	5000	5000	4000	4000	6000	5000	
Ершова	3	4000	4000	3000	3000	3000	4000	4000	5000	
Сибирский тракт	3	3000	3000	4000	4000	5000	5000	6000	4000	
Среднее	3	3750	3750	4500	4000	4000	4250	5500	4500	4282
Итого										20830

Из табл. 2 видно, что пропускная способность дороги зависит от числа рядов и средней скорости движения транспорта.

Именно по этим причинам в данной таблице наибольшая пропускная способность зафиксирована на выездах из города, а наименьшая – в центральной части.

Обладая информацией о пропускной способности, определим, какая часть столичного автопарка способна преодолеть изучаемые участки.

На сегодняшний день в Казани насчитывается 321 тыс. 776 транспортных средств. По итогам нескольких лет в Казани отмечен значительный прирост машин. Например, в

2011 году в столице республики появилось 24 тыс. новых автомобилей, а по сравнению с 2004 годом прирост составил 102 процента [2].

Поделив общую численность автопарка на показатель средней по всем группам часовой пропускной способности, получим, что вечером за 1 час способно проехать лишь 6,3 % от общего числа автомобилей, а днем – 6,7 %. В данной ситуации возникновение дорожных заторов неизбежно.

На III этапе в целях оптимизации услуг городского транспорта нами были разработаны рекомендации по повышению пропускной способности. Основными условиями выбора способов являются:

- минимизация бюджетных расходов;
- сохранение исторического облика г. Казани.

На следующей схеме представлено, какие именно, применительно к изучаемым нами сетям, были выбраны рекомендации.

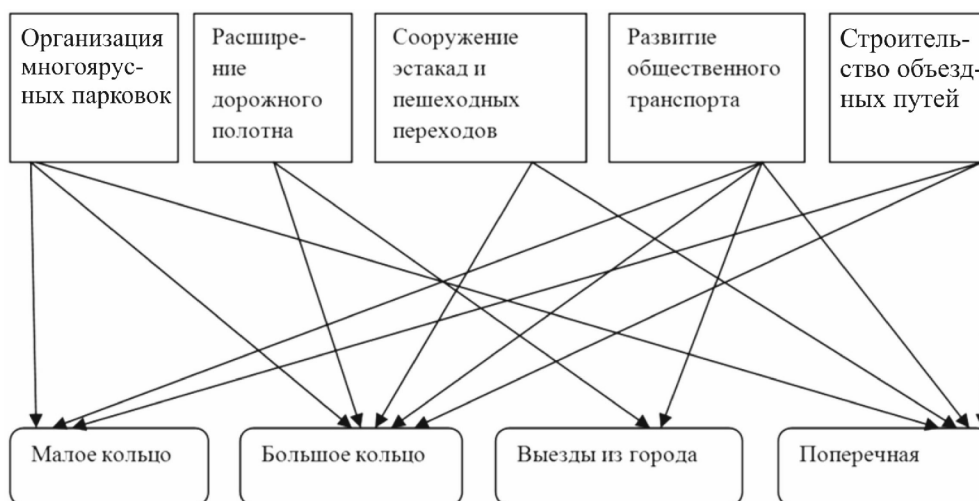


Рис. 2. Основные мероприятия

Из рис. 2 видно, что не все способы предотвращения «пробок» применимы к каждому участку пути.

Вследствие близкого расположения к памятникам архитектуры, на малом транспортном кольце нет возможности расширения дорог и строительства эстакад. Для этой группы наиболее эффективным решением будут развитие подземного общественного транспорта и строительство объездных путей. Уменьшение численности автотранспорта не только уменьшит напряженность, но и сделает г. Казань более привлекательной для туристов.

Отличительной особенностью большого транспортного кольца является возможность применения всех рекомендаций. В данном случае основным критерием должна стать экономичность. Как отмечалось выше, данный путь соединяет спальные районы, в связи с этим наблюдается повышенная концентрация многоквартирных жилых домов, поэтому расширение дорог затруднительно. Сооружение эстакад и пешеходных переходов позволит создать безостановочное движение, более того, при данном методе отсутствует необходимость в сносе жилых строений.

Благодаря отсутствию крупных строений на выездах из города, стоимость расширения сети этой группы минимальна. Особое значение имеет развитие общественного транспорта. Благодаря переносу автовокзалов на окраину Казани, междугородним крупногабаритным автобусам не надо будет проезжать через центр города.

На некоторых пересечениях потоков возможно сооружение эстакад. Строящаяся к Универсиаде эстакада на пересечении пр. Победы и ул. Зорге должна способствовать уменьшению напряженности. Благодаря прохождению по этому пути первой ветви метрополитена, многие жители Казани оставляют свои машины на близлежащих станциях

и пользуются услугами метро. Таким образом, для размещения личных автомобилей необходимо строительство многоярусных парковок. В связи с подготовкой к всемирным студенческим играм было принято решение о строительстве дороги от Танкового кольца до ул. Пушкина. Данный путь соединит все группы, и позволит им стать взаимозаменяемыми.

Все представленные рекомендации направлены на повышение параметров пропускной способности, основными рычагами которого являются повышение скорости, расширение дорожного полотна и увеличение роли общественного транспорта.

Список литературы

1. Панацея от пробок есть // www.alebedev.nichost.ru: ежедн. интернет-изд., 2007, 27 дек. URL: <http://www.alebedev.nichost.ru/daytheme/index.php?daytheme=5994> (дата обращения: 19.09.2012).
2. Татар-информ // tatar-inform.ru: ежедн. интернет-изд. «За 8 лет на 50 процентов увеличилось количество автомобилей в РТ» 2002. 7 авг. URL: <http://www.tatar-inform.ru/news/2012/08/07/326396/> (дата обращения: 25.09.2012).
3. Романова А.И. Инвестиционное стимулирование рынка строительных услуг // Известия КГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 339-344.

Pavlov V.P. – candidate of philosophical sciences, associate professor
E-mail: dodon47@mail.ru

Kamaletdinov M.I. – post-graduate student
E-mail: marsellinova@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Modern problems of optimization of urban transport services on the example of Kazan

Resume

The main problem of urban transport services is an efficient search system causes of little capacity road network. With the increase in the flow of cars, this problem is becoming increasingly important. To date, the transport remains one of the most pressing problems of large cities. Like any modern metropolis, Kazan is growing so rapidly that the transport infrastructure is not keeping pace with the growing number of residents and jobs created in the city. The roads are not expanded, parking is not built, the subway can not cope with the huge number of passengers.

State of the transport system lags behind the growing needs of the economy and hamper its transition to innovative development. With great practical importance and scientific interest in the problem of research tools for the regulation of the transport infrastructure of the city are still poorly understood.

Based on a comprehensive and modern perspective on the concept of the transport system, Kazan, in the monitoring was conducted at the average speed of the main roads of the city. The data allowed an analysis of the current state of the transport infrastructure, to identify the main causes of «stoppers» to develop practical recommendations to increase capacity for specific transportation routes.

Through numerous studies in the analysis of the movement of vehicles was provided information about the transport system of Kazan. This paper presents the results of a mathematical model of analysis for early diagnosis of the appearance of congestion. Through the use of our recommendations road conditions should improve for the better side.

Keywords: analysis of the movement of vehicles, of urban transport services, geography, mathematical model, congestion.

References

1. Panacea for congestion exists// www.alebedev.nichost.ru: the daily Internet-edition, 2007, 27 dec. URL: <http://www.tatar-inform.ru/news/2012/08/07/326396/> (reference date: 25.09.2012).
2. Tatar-inform // tatar-inform.ru: «The number of cars in the last 8 years in RT increased for over than 50 %», 2002, 7 авг. URL: <http://www.tatar-inform.ru/news/2012/08/07/326396/> (date of publication: 25.09.2012).
3. Romanova A.I. Investment stimulation of the market of building services // News of the KSUAE, 2010, № 2 (14). – P. 339-344.