



ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сборник трудов
II Международной научно-практической конференции

24–25 мая 2017 года

ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
Сборник трудов II Международной научно-практической конференции

Министерство образования и науки
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

Ассоциация транспортных инженеров

ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сборник трудов
II Международной научно-практической конференции

24–25 мая 2017 года

Санкт-Петербург
2017

УДК 656; 711.4; 711.7

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор С. А. Евтюков (СПбГАСУ);
канд. техн. наук, профессор А. С. Афанасьев (Санкт-Петербургский горный университет)

Транспортное планирование и моделирование: сб. трудов II Междунар. науч.-
практ. конф.; СПбГАСУ. – СПб., 2017. – 341 с.

ISBN 978-5-9227-0767-1

Представлены статьи участников II Международной научно-практической конференции «Транспортное планирование и моделирование».

Редакционная коллегия:

А. Э. Горев
А. И. Солодкий
Е. А. Шестеров

ISBN 978-5-9227-0767-1

© Коллектив авторов, 2017
© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2017

ВВЕДЕНИЕ

24–25 мая 2017 года в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете состоялась II Международная научно-практическая конференция «Транспортное планирование и моделирование». В работе конференции приняло участие более 400 специалистов из 12 регионов РФ и 5 иностранных государств.

Организаторами конференции являлись Ассоциация транспортных инженеров (АТИ), Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (НИИАТ), Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Объединенный научный совет по междисциплинарным проблемам транспортных систем Санкт-Петербургского научного центра РАН. Конференция прошла при поддержке и участии представителей Министерства транспорта РФ.

Целью проведения конференции является ознакомление широкой научной общественности и специалистов профильного бизнеса с научными разработками и передовым опытом в области транспортного планирования и моделирования, развития инновационной деятельности, а также содействие обмену научными взглядами, идеями и мнениями внутри профессионального сообщества, интеграции науки, производства и образования.

Основные темы для рассмотрения на конференции:

- Транспортное планирование.
- Моделирование транспортных систем.
- Интеллектуальные транспортные системы.
- Организация дорожного движения.
- Городской пассажирский транспорт.
- Эксплуатация транспортных систем.
- Нормативно-правовое и нормативно-техническое обеспечение транспортного планирования и моделирования.
- Кадровое обеспечение.

Статьи в сборнике печатаются в авторской редакции.

А. И. Солодкий
Президент Ассоциации транспортных инженеров

УДК 629.08

Руслан Рашитович Амирханов,
аспирант
Александр Иванович Беляев,
канд. тех. наук, доцент
(Санкт-Петербургский горный университет)
E-mail: rus.amirhanow@gmail.com,
aibelyaev@mail.ru

Ruslan Rashitovich Amirkhanov,
PhD student
Alexander Ivanovich Belyaev,
PhD of Engin. Sci., Associate Professor
(Mining University of Saint-Petersburg)
E-mail: rus.amirhanow@gmail.com,
aibelyaev@mail.ru

ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ ОТ МЕЖСЕРВИСНОГО ИНТЕРВАЛА

THE DEPENDENCE OF THE COEFFICIENT OF TECHNICAL READINESS OF VEHICLES FROM SERVICE INTERVAL

В статье рассматривается зависимость коэффициента технической готовности автомобиля от межсервисного интервала. Приводятся результаты эксперимента по сравнению показателей коэффициента технической готовности при различных интервалах. Приводятся графические и табличные результаты вычислений. Приводятся данные полного подсчета неисправностей систем автомобиля влияющих на безопасность эксплуатации (передней подвески, рулевого управления) за отчетный период. Предлагается графический метод оценки интервала технического обслуживания. Объясняется причина необходимости коррекции межсервисных интервалом, установленных производителями автотранспортных средств.

Ключевые слова: межсервисный интервал, коэффициент технической готовности, техническое обслуживание, пробег, неисправности.

The article discusses the dependence of the coefficient of technical readiness of the vehicle from the service interval. The results of the experiment in comparison of the ratios at various intervals. We present graphical and tabular results of calculations. The data are a complete enumeration of the faults of vehicle systems affecting safety of operation (front suspension, steering, brake system) during the reporting period. It offers a graphical method for estimating the maintenance interval. The reason why to correct service intervals prescribed by manufacturers of the vehicles.

Keywords: service was interval, the coefficient of technical readiness, maintenance, mileage, fault.

В настоящее время мировая автомобилизация носит глобальный характер. Ведущие мировые бренды разместили сборочные цеха на пяти континентах, марка автомобиля уже не говорит о том, в какой стране произведен автомобиль. Так заводы компании Mercedes выпускают автомобили в Германии, США, России, ЮАР, Китае, компания *Toyota Motors Corporation* имеет собственные заводы на территории таких стран как Япония, Тайланд, США, Канада, Индонезия, Англия, Франция, Турция, Аргентина, Австралия, ОАЭ. Аналогичная ситуация складывается и с рынками сбыта. Автомобили с одинаковой комплектацией и конфигурацией поставляются в различные страны мира, при этом отличие заключается только в языке, на котором написаны сопроводительные документы и системе измерений, метрическая или британская (за исключением особенностей законодательства некоторых стран).

Кроме того, что автомобили идентичны по комплектации и конфигурации, к ним так же предъявляются единые требования по обслуживанию – типы смазочных материалов, межсервисный интервал, диагностическая карта технического осмотра.

При формировании диагностической карты технического осмотра и выбора межсервисного интервала инженеры определяют расчетным путем. Но при расчете межсервисного интервала следует учитывать множество факторов, которые будут отличаться в зависимости от региона эксплуатации: средняя длина ездки, климатические условия, качество топлива, средняя скорость движения и т. д. Между тем величина межсервисного интервала имеет прямое влияние на показание величины коэффициента технической готовности автомобилей. Даже незначительное изменение межсервисного интервала в меньшую сторону позволит предупредить многие отказы, сократить риск ДТП и увеличить коэффициент технической готовности автопарка. Рассмотрим сокращение межсервисного интервала до 12 000 км.

Коэффициент технической готовности (КТГ) определяется соотношением количества исправных автомобилей $M_{и}$ к списочному количеству автомобилей $M_{с}$ и имеет вид [1]:

$$КТГ = \frac{M_{и}}{M_{с}}$$

Характер изменения коэффициента технической готовности в процессе эксплуатации автомобиля достаточно хорошо описывается выражением [2]:

$$КТГ(l) = \exp(-\beta l),$$

где l – пробег автомобиля, км.; β – параметр, характеризующий изменение коэффициента технической готовности в процессе его эксплуатации.

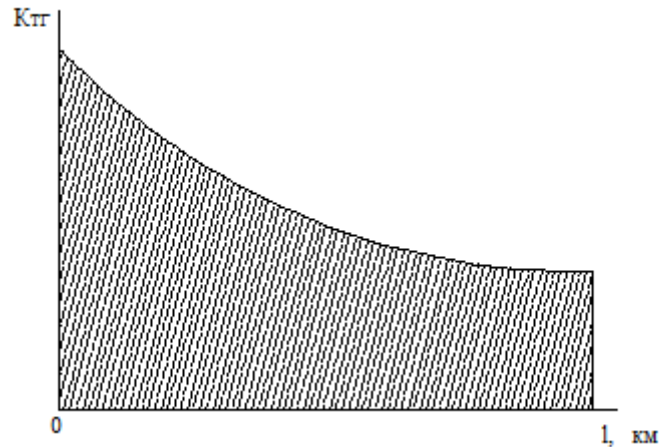


Рис. 1. Изменение коэффициента технической готовности в процессе его эксплуатации

Согласно статистическим данным ГИБДД по аварийности более 70 % всех ДТП, возникающих по причине неисправностей автомобилей, приходится на отказы тормозной системы, рулевого управления и передней подвески. Поэтому в ходе исследования рассмотрим не все системы автомобиля, а только те, которые в наибольшей степени влияют на безопасность эксплуатации [3].

Исследование произведено на основании базы данных и истории обслуживания официального дилера *JEER*. Произведена выборка 1065 автомобилей *GRAND CHEROKEE* 2014 модельного года, временной интервал исследования – с 01.01.2014 по 29.10.2016 гг. Межсервисный интервал на автомобилях данной марки составляет 15000 км или 1 год, в зависимости от того, что наступит ранее. Рассматриваются только автомобили, начавшие эксплуатацию только с 01 января 2014 года, не старше. За исследуемый период на данных автомобилях не зафиксировано ни одного отказа тормозной системы, поэтому эту систему изначально уберем из рассмотрения.

За исследуемый период зафиксировано 795 неисправностей передней подвески и 391 неисправность рулевого управления на пробегах от 17 км до 159 099 км. В целях максимального снижения погрешности необходимо выбрать интервал, соответствующий настоящему межсервисному интервалу и предлагаемому. Наиболее подходящим является обслуживание на 120 000 км, так как соответствует обоим интервалам.

В табл. 1 представлены отказы передней подвески и рулевого управления по каждому интервалу и средний коэффициент технической готовности по каждому интервалу. Рассмотрим модель при межсервисном интервале 12 000 км, имея всю ту же выборку неисправностей.

Таблица 1

Количество исправных автомобилей и коэффициент технической готовности при межсервисном интервале 15 000 км

Межсервисный интервал, км	Количество неисправностей рулевого управления	Количество неисправностей передней подвески	Суммарное количество неисправностей	Количество работоспособных автомобилей, $M_{и}$	Коэффициент технической готовности, КТГ
15 000	7	109	116	949	0,89
30 000	55	72	127	938	0,88
45 000	68	89	157	908	0,85
60 000	44	100	144	921	0,86
75 000	45	76	121	944	0,88
90 000	52	157	209	856	0,80
105 000	55	83	138	927	0,87
120 000	65	109	174	891	0,83

Таблица 2

Количество исправных автомобилей и коэффициент технической готовности при межсервисном интервале 12 000 км

Межсервисный интервал, км	Количество неисправностей рулевого управления	Количество неисправностей передней подвески	Суммарное количество неисправностей	Количество работоспособных автомобилей, $M_{и}$	Коэффициент технической готовности, КТГ
12 000	5	90	95	970	0,91
24 000	25	67	92	973	0,91
36 000	66	62	128	937	0,88
48 000	55	68	123	942	0,88
60 000	23	83	106	959	0,90
72 000	32	53	85	980	0,92
84 000	45	118	163	902	0,86
96 000	46	91	137	928	0,87
108 000	53	86	139	926	0,87
120 000	41	77	118	947	0,89

На рис. 2 и рис. 3 отображается поинтервальное изменение коэффициента технической готовности автопарка межсервисном интервале 12 000 км и 15 000 км соответственно. При сравнении площадей фигур, образованных графиками, выясняем, что площадь фигуры, изображенной на рис. 1 больше, чем площадь фигуры на рис. 2, следовательно, коэффициент технической готовности при межсервисном интервале 12 000 км выше. Средний КТГ при межсервисном интервале 12 000 км составляет 0,89, при интервале 15 000 км – 0,85.

Отсюда можно сделать вывод, что при всех прочих равных условиях межсервисный интервал 12 000 км для автомобилей *JEEP GRAND CHEROKEE* более предпочтителен.

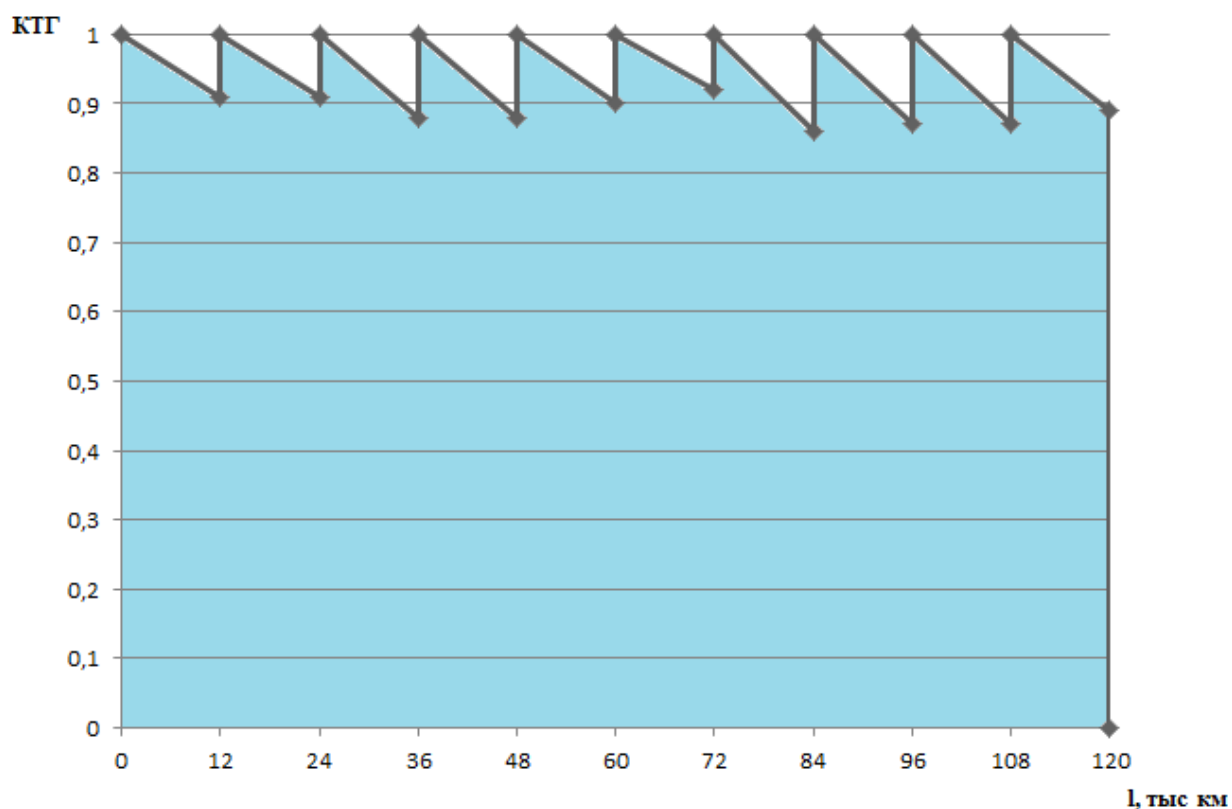


Рис. 2. Изменение коэффициента технической готовности при межсервисном интервале 12 000 км

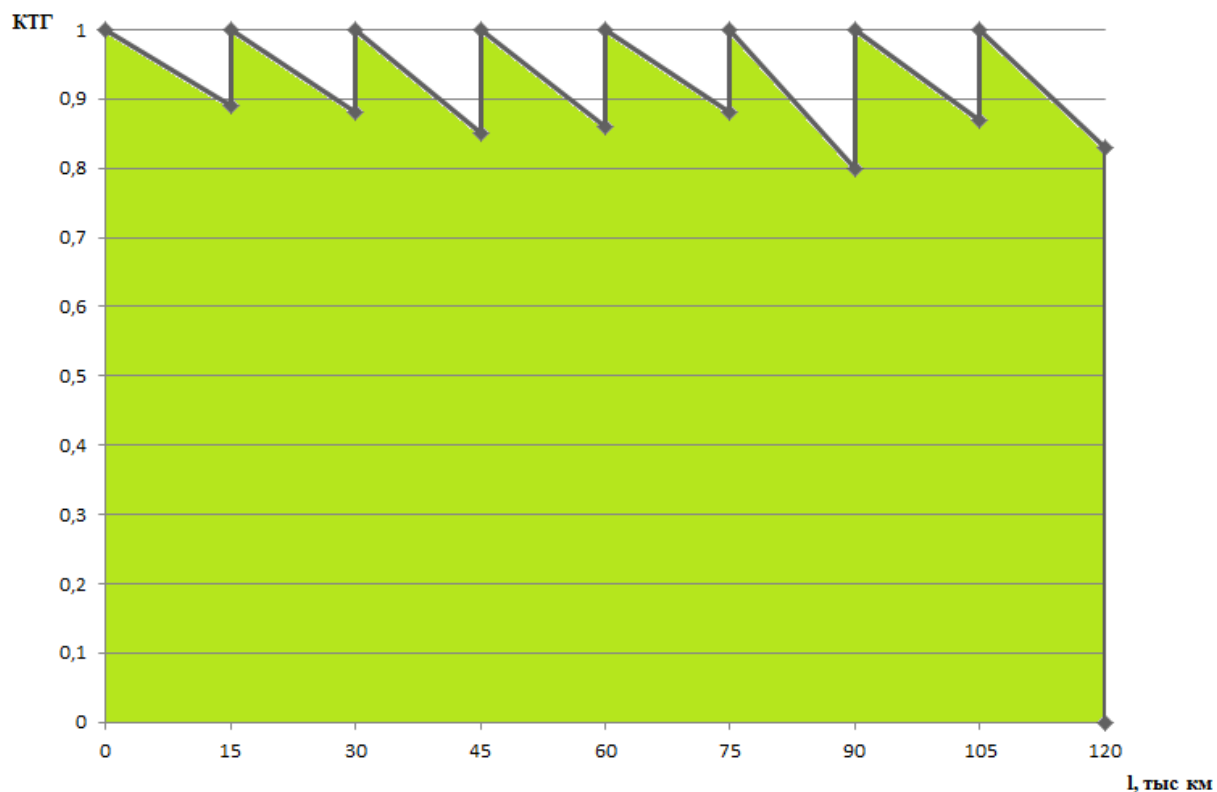


Рис. 3. Изменение коэффициента технической готовности при межсервисном интервале 15 000 км

Литература

1. Беляев А. И., Афанасьев А. С. Efficiency Of Vehicle Operation / International Journal Of Economics And Financial Issues, № 2. Т. 6. 2016. С. 24–30.

2. Прудовский Б. Д., Ухарский В. Б. Управление технической эксплуатацией автомобилей по нормативным показателям. М. : Транспорт, 1990. 240 с.
3. Афанасьев А. С., Панфилов Д. С., Estimation of Intersections Traffic Capacity Taking into Account Changed Traffic Intensity / Transportation Research Procedia, № 20. 2017. С. 2–7.

УДК 656.02

Анна Алексеевна Арепева, начальник отдела имитационного моделирования
(Общество с ограниченной ответственностью «Агентство дорожной информации РАДАР»)
Михаил Ростиславович Якимов, д-р тех. наук, доцент, директор Института транспортного планирования
(Общероссийская общественная организация «Российская академия транспорта»)
E-mail: tomorrow08@mail.ru, yakimov@rosacademtrans.ru

Anna A. Arepeva, Head of the Simulation Modeling Department
(Road information agency RADAR)

Mikhail R. Yakimov, Dr. of Tech. Sci., docent, Director of Institute of transport planning

(Non-governmental organization Russian transport academy)
E-mail: tomorrow08@mail.ru, yakimov@rosacademtrans.ru

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ГОРОДАХ РОССИИ

POPULARIZATION OF TECHNOLOGIES AND TOOLS OF TRANSPORT PLANNING IN THE CITIES OF RUSSIA

В статье подробно рассматривается процесс популяризации технологий и инструментов транспортного планирования в городах России на примере программы исследований в области организации дорожного движения. Отдельно рассматривается каждый этап работы, приводятся алгоритмы действий для разных категорий специалистов при каждом этапе (специалистов по связям с общественностью, основного персонала). Доказывается актуальность проведенной работы: приводятся основные результаты процесса популяризации (количество заинтересовавшихся в программе лиц в органах муниципальных образований; количество публикаций и просмотров результатов исследований; результаты анализов эффективности функционирования проектных схем организации дорожного движения, разрабатываемых для различных объектов исследований).

Ключевые слова: транспорт, организация дорожного движения, транспортное планирование, имитационное моделирование транспортных потоков, исследования в области транспорта.

The article details the process of popularization of transport planning technologies and tools in the cities of Russia using the example of the research program in the field of road traffic management. Separately, each stage of the work is considered, algorithms of actions for different categories of specialists at each stage (specialists in public relations, key personnel) are given. The article proves the relevance of the work carried out: the main results of the popularization process (the number of people interested in the program in the bodies of municipalities, the number of publications and views of the results of studies, the results of performance analysis of the design schemes of traffic organization, developed for various research objects).

Keywords: transport, road traffic management, transport planning, traffic simulation modelling, transport research.

На сегодняшний день работа представляет собой целую программу исследований, которые ведутся на протяжении последних двух лет. В настоящий момент в программу вовлечены более 15 городов, и ежедневно в сети интернет проходят обсуждения около 3–4 проектов по изменению принципов организации движения на отдельных участках улично-дорожной сети и перекрестках в городах – участниках проекта.

Целью работы является популяризация технологий и инструментов оптимизации схем организации дорожного движения в городах. Организация дорожного движения выбрана как часть процесса формирования эффективной транспортной системы в городах в силу наглядности представления результатов исследований [1].

Основной движущей силой и инициатором программы является Межрегиональный общественный Фонд содействия развитию транспортных систем городов. Фонд является

добровольным, не имеющим членства общественным объединением, который разрабатывает и реализует собственные программы содействия развитию транспортных систем в городах России.

Инициаторы программы уверены, что в любом городе можно найти любой, даже самый сложный перекресток, эффективность работы которого можно повысить исключительно средствами организации дорожного движения, не затрагивая вопросы капитального строительства и дорогостоящей реконструкции.

Конечной целью данной программы Фонда является процесс ознакомления различных заинтересованных лиц (органов власти субъектов Российской Федерации, органов власти муниципальных образований страны, общественных организаций) о возможных технологиях выработки и принятия управленческих решений, инструментах анализа и визуализации этих решений для различных вариантов организации дорожного движения. Процесс популяризации методов, подходов и технологий проводится при помощи различных инструментов, таких как рассылка почтовых уведомлений заинтересованным лицам, работа в сети интернет, в первую очередь, в социальных сетях, работа со средствами массовой информации в территориях.

Первым этапом работ по программе является процедура рассылки и презентации в органах государственной власти и местного самоуправления предложений, с демонстрацией технологий и инструментов оптимизации организации дорожного движения на любом участке улично-дорожной сети, содержащем не более одного перекрестка. Типовое предложение содержит:

1. Подарочный сертификат на выполнение работ по оптимизации дорожного движения на перекрестке.
2. Ознакомительные материалы о предлагаемых работах.
3. Сопроводительное письмо.

Подарочный сертификат содержит: порядковый номер, по которому в дальнейшем возможен учет сертификатов и контроль их использования Получателями, контактную информацию и условия его использования. Условий использования сертификата несколько, основные из них следующие:

1. Сертификатом может воспользоваться только Получатель сертификата.
2. Сертификатом можно воспользоваться в течение ограниченного времени (в обычном случае – 1 год).
3. Сертификат подразумевает исследования только одного объекта (перекрестка) на улично-дорожной сети города.

Пересылаемые Получателю ознакомительные материалы содержат компакт-диск с информацией о проводимых в рамках программы исследованиях и презентацией уже проведенных работ в городах-участниках проекта.

Сопроводительное письмо содержит пояснения по алгоритму действий для использования подарочного сертификата и краткую информацию о предлагаемых работах (в том числе о безвозмездности для Получателя предлагаемых к проведению работ).

По результатам переписки с органами исполнительной власти муниципальных образований и определении объекта исследования Фонд проводит конкурсы на выполнение работ по оптимизации дорожного движения в том или ином городе (на основе принятых ранее предложений). В ходе проведения конкурсных процедур определяется организация, которая в последующем выполняет объем работ, предусмотренных вторым этапом работы по данному объекту исследования.

Второй этап включает работы по проведению исследований объекта и производству рекламного контента. Рекламный контент содержит, в первую очередь, видеоролики, содержащие результат работы инструментов оптимизации дорожного движения – визуализацию движения транспортных потоков. Также готовятся отчетные материалы, которые со-

держат результаты исследований при помощи инструментов оптимизации дорожного движения – анализ движения транспортных потоков по различным показателям, проекты организации дорожного движения с элементами обустройства.

Выполнение исследований и производство рекламного контента можно условно разделить на несколько этапов:

1. Сбор исходных данных на исследуемом участке улично-дорожной сети (начало работ по оптимизации схемы организации дорожного движения на исследуемом участке улично-дорожной сети).
2. Построение модели существующей ситуации функционирования исследуемого участка улично-дорожной сети.
3. Анализ результатов моделирования существующей ситуации на исследуемом участке улично-дорожной сети.
4. Поиск решений по повышению эффективности функционирования исследуемого участка улично-дорожной сети города на основе результатов моделирования.
5. Разработка изменений в схеме организации дорожного движения на исследуемом участке улично-дорожной сети.
6. Построение модели движения на исследуемом участке улично-дорожной сети города при измененной (проектной) схеме организации дорожного движения.
7. Анализ результатов моделирования проектной схемы организации движения на исследуемом участке улично-дорожной сети [2].

Проводимые исследования и производство контента финансируется Межрегиональным общественным Фондом содействия развитию транспортных систем городов. После получения от победителя конкурса результатов выполненных им исследований Фондом заказывается общественная экспертиза представленного проекта организации дорожного движения на исследуемом участке улично-дорожной сети, которая проводится Общероссийской общественной организацией «Российская академия транспорта». При получении положительного результата экспертизы победитель конкурса передает отчетные материалы по проведенным работам в Фонд содействия развитию транспортных систем городов. В дальнейшем эти материалы передаются в распоряжение органа власти субъекта федерации или муниципального образования, ответственного за реализацию полномочий в сфере дорожной деятельности и организации транспортного обслуживания населения.

Третьим этапом является освещение результатов работ в средствах массовой информации субъектов федерации или органов местного самоуправления, на территории которых проводились исследования. Взаимодействие со средствами массовой информации происходит параллельно с процессом выполнения исследований и затрагивает все этапы работ. В первую очередь, освещается этап сбора исходных данных – получение видеосъемки с беспилотного летательного аппарата, которая в дальнейшем будет использована при выявлении проблем в движении транспортных средств и обследовании интенсивности движения транспортных потоков. Затем в средства массовой информации рассылается пресс-релиз с уведомлением о результатах моделирования существующей ситуации с дорожным движением на исследуемом участке улично-дорожной сети, а также исследованиями по выявлению основных проблем функционирования исследуемого участка улично-дорожной сети. При этом наряду с пресс-релизом производится рассылка видеоролика, демонстрирующего соответствие разработанной модели движения транспортных потоков собранным ранее видеоматериалам, полученным с помощью беспилотного летательного аппарата. По результатам исследования функционирования участка улично-дорожной сети в средства массовой информации производится рассылка заключительного пресс-релиза с уведомлением об окончании работ и передаче результатов исследования в распоряжение органа власти субъекта федерации или муниципального образования, ответственного за реализацию полномочий в сфере дорожной деятельности и организации транспортного обслуживания населения. В заключительном пресс-релизе указывается на целесообразность изменения схемы

организации дорожного движения на исследуемом участке улично-дорожной сети и приводятся обосновывающие материалы, подтверждающие эффективность предлагаемых мероприятий. В качестве демонстрационного материала для средств массовой информации готовится видео-презентация выполненных работ, включающая в себя:

- фрагмент видеосъемки исследуемого участка улично-дорожной сети;
- видеофрагмент результатов моделирования существующей ситуации функционирования участка улично-дорожной сети;
- видеофрагмент результатов моделирования движения транспортных потоков при проектном варианте организации дорожного движения на исследуемом участке улично-дорожной сети.

На настоящий момент в рамках программы по популяризации технологий и инструментов транспортного планирования в городах России в средствах массовой информации регионов и городов был опубликован 71 пресс-релиз о проведенных работах, подготовлено 4 телевизионных репортажа. Процент вовлеченности региональных средств массовой информации в настоящую программу находится в данный момент на уровне 47 %.

Эффект от публикаций и репортажей в средствах массовой информации, в сети интернет и на телевидении заключается в многократном увеличении количества заинтересованных граждан процессами организации дорожного движения в своих городах и регионах. Эффект от публикаций видео-презентаций работ в сети интернет заключается в реализации 68,6 тыс. просмотров, что составляет, в среднем, 953 просмотра на каждую публикацию.

В результате реализации программы по популяризации технологий и инструментов транспортного планирования в городах России, работы по повышению эффективности функционирования отдельных перекрестков были успешно проведены в 10 городах: Пензе, Воронеже, Тюмени, Омске, Волгограде, Липецке, Владимире, Великом Новгороде, Новосибирске, Кемерово (табл. 1).

Таблица 1

Перечень городов, участвующих в программе с указанием количества публикаций и просмотров в сети интернет

Город	Публикации	Просмотры
Пенза	9	4809
Воронеж	4	4535
Тюмень	9	8758
Омск	12	10 300
Волгоград	9	19 269
Липецк	7	7743
Владимир	11	5574
Великий Новгород	6	2288
Новосибирск	5	2000
Кемерово	6	3315

Результаты работ были переданы в органы власти, ответственные за реализацию полномочий в сфере дорожной деятельности и организации транспортного обслуживания населения в формате видеороликов, а также в формате отчетов о проведенных работах. Отчеты содержали сравнительный анализ функционирования участка улично-дорожной сети при существующей организации дорожного движения и проектного предложения [3]. По результатам представленного анализа все заинтересованные лица смогли убедиться, что реализация предложенных мероприятий позволит повысить эффективность функционирования данного участка улично-дорожной сети или перекрестка (табл. 2).

В среднем, уже проведенные в рамках данной программы работы показали имеющиеся возможности повышения эффективности функционирования исследуемых участков улично-дорожной сети: скорость на участках увеличится, в среднем, на 17,07 %, время задержки уменьшится, в среднем, на 20,09 %. Представленные обосновывающие материалы дают основание говорить о целесообразности проведенных работ и эффективности предложенных мероприятий.

Изменение показателей эффективности функционирования перекрестков в городах, участвующих в программе

Город	Изменение средней скорости, км/ч (%)	Изменение среднего времени задержки, с (%)
Великий Новгород	+11,91 (73,1 %)	-90,21 (-63,4 %)
Новосибирск	+1 (+3 %)	-5,41 (-7,9 %)
Владимир	+0,43 (+1,6 %)	-0,92 (-3,2 %)
Липецк	+1,66 (+6,3 %)	-8,55 (-10,4 %)
Омск	+1,895 (+8 %)	-4,959 (-20,9 %)
Воронеж	+1,045 (+6,8 %)	-5,409 (-11,5 %)
Пенза	+1,765 (+11,7 %)	-7,402 (-18,5 %)
Тюмень	+1,813 (+15,7 %)	-17,964 (-19,3 %)
Волгоград	+5,36 (+33,1 %)	-136,79 (-33,4 %)
Кемерово	+2,3 (+11,4 %)	-4,04 (-12,4 %)

За два года работы программы по популяризации технологий и инструментов транспортного планирования показали высокую общественную значимость подобных исследований. Во всех без исключения городах, на перекрестках и участках улично-дорожной сети удалось найти малозатратные мероприятия, позволяющие существенно повысить качество и эффективность функционирования транспортной системы.

Исследования, проводимые в рамках программы, получили широкое освещение в средствах массовой информации, заинтересовали общественность и вызвали обсуждение в профессиональной среде и сети интернет. Все исследования проходили при деятельном содействии и живой заинтересованности органов власти различных уровней, общественных организаций и неформальных объединений граждан.

В последующем предполагается дальнейшее развитие данной программы с вовлечением в нее еще большего числа городов, органов исполнительной власти субъектов федерации и местного самоуправления, профессионального сообщества, проектных объединений, научного сообщества.

Литература

1. Трофименко Ю. В., Якимов М. Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: моногр. М. : Логос, 2014. 464 с.
2. Якимов М. Р., Попов Ю. А. Транспортное планирование: практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе PTV Vision VISUM: моногр. М. : Логос, 2016. 200 с.
3. Якимов М. Р., Арепьева А. А. Транспортное планирование. Особенности моделирования транспортных потоков в крупных российских городах: моногр. М: Логос, 2016. 280 с.

УДК 656.2

Пётр Геннадьевич Атаев,
руководитель отдела геоинформационной аналитики
(ООО «Дорнадзор», СПб.)
E-mail: pierre_ataev@yahoo.fr

Petr Ataev,
head of the Department of geoinformation analytics,
(Dornadzor Ltd., St. Petersburg)
E-mail: pierre_ataev@yahoo.fr

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СЕТЬ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ В СИСТЕМЕ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

RAILWAY NETWORK OF THE ST. PETERSBURG AGGLOMERATION IN THE URBAN PASSENGER TRANSPORT SYSTEM

Выявлены закономерности и проблемы работы системы пассажирского транспорта Санкт-Петербурга. Построена геоинформационная модель с графом маршрутов всех видов городского пассажирского транспорта. Произведён пространственный анализ пассажиропотоков на маршрутах наземного транспорта, сети электропоездов и метрополитене. Показана роль каждого вида транспорта в работе системы. Определены ограничивающие факторы. Проведены расчёты пешеходной и транспортной доступности от существующих

и перспективных станций внеуличного транспорта. Предложена схема развития новой системы внеуличного транспорта на основе существующей железнодорожной сети. Рассчитан внутранспортный эффект от организации такой системы.

Ключевые слова: геоинформационные системы, ГИС-моделирование, пассажирский транспорт, транспортные системы, внеуличный транспорт, городские железные дороги, Санкт-Петербургская агломерация.

In the article the patterns and problems of the passenger transport system of St. Petersburg were revealed. A geoinformation model was constructed with a graph of routes for all types of urban passenger transport. The spatial analysis of passenger flows on the routes of land transport, a network of electric trains and underground has been carried out. The role of each mode of transport in the operation of the system is shown. The limiting factors are determined. Calculations of pedestrian and transport accessibility were made from existing and prospective stations. The scheme of development of a new off-street transport system was proposed based on the existing railway network. The non-transport effect of the organization of such prospective network was calculated.

Keywords: geoinformation systems, GIS-modeling, passenger transport, transport systems, off-street transport, city railways, St. Petersburg agglomeration.

Работа городской транспортной системы должна обеспечивать скоростной, комфортный и безопасный перевозочный процесс. Существующая в Санкт-Петербурге система городского пассажирского транспорта (ГПТ) не в полной мере отвечает эти требованиям. Средняя скорость движения уличного ГПТ – трамваев, автобусов и троллейбусов составляет до 14 км/ч [14]. Для современного мегаполиса с населением более 5 млн человек и площадью 0,6 тыс. км² это крайне низкие показатели. Метрополитен осуществляет перевозки со значительно большей скоростью – 35–40 км/ч¹, однако в пешеходной доступности от него проживает менее трети жителей [1]. В таблице приведены основные характеристики системы общественного транспорта.

Характеристики общественного пассажирского транспорта по видам [2]

Показатель	Метрополи- тен	Электропоезда	Трамвай	Троллей- бус	Автобус ²
Протяжённость сети, км	113,6	314,5	424	493	1600
Количество маршрутов, шт.	5	11	43	49	374
Средняя скорость, км/ч	37	40	11,3	11,7	13,6
Количество перевезённых пассажиров за год, млн	742	48,9	181,8	143,0	413,7
Средний пассажиропоток на маршруте, млн пасс.	148,4	4,5	4,2	2,9	1,1

В современных мегаполисах скоростной пассажирский транспорт, как правило, включает в себя, помимо метрополитена, сеть городских железных дорог (ГЖД). Такие системы функционируют в большинстве крупнейших европейских городов, при этом, по пассажиропотоку они сопоставимы с метрополитеном, а в отдельных случаях превосходят его [1]. Формирование сетей общественного пассажирского транспорта, объединяющего функции городских и пригородных путей сообщения, практически во всех странах мира базировалось на использовании существующих в черте города и пригородов железнодорожных линий [3]. Потребительский успех и позитивные эффекты систем S-Bahn в Германии, RER в Париже, BART в Сан-Франциско и многих других сетей свидетельствуют о предпочтительности подобных систем внеуличного ГПТ. Железнодорожный транспорт обладает следующими преимуществами для городских перевозок: регулярность движения независимо от времени года и погодных условий, высокая скорость сообщения, значительная пропускная способность, относительно низкая стоимость перевозки, дальность перевозки, экологичность [8]. Однако, в реалиях Российской Федерации, имеет место несогласованность в управлении транспортом между федеральным и региональным уровнями, приводящая к снижению качества транспортного обслуживания и к неиспользованию потенциала железнодорожной инфраструктуры [6].

¹ <http://www.metro.spb.ru/phrases/show/controller/index/id/16>

² Без коммерческих маршрутов

Существующая сеть пригородных электропоездов обеспечивает связь Санкт-Петербурга с территорией агломерации и региональной системой расселения. Её структура имеет радиальное строение и не является связанной – головные вокзалы обслуживают отдельные направления, обеспечивая, в основном, маятниковую миграцию. При этом, железнодорожная сеть имеет неиспользованный ресурс для обеспечения скоростных перевозок в самом ядре агломерации.

В данном исследовании рассматривается возможность организации системы внеуличного ГПТ на основе существующей железнодорожной сети. Для достижения этой цели была проанализирована совокупность существующих в агломерации пассажиропотоков и определён предполагаемый эффект. Решение первой задачи обеспечил пространственный анализ геоинформационной (ГИС) модели, в которую вошли данные по пассажиропотокам на различных видах общественного транспорта, населению в зонах пешеходной и транспортной доступности, существующее и перспективное территориальное зонирование. В ГИС-модель были внесены и сопоставлены с системой электропоездов маршрутные графы всех основных видов ГПТ Санкт-Петербурга: метрополитена, трамвайные, троллейбусные и автобусные маршруты.

Метрополитен имеет ярко выраженную радиальную структуру и достаточно полно охватывает территорию города как раз в сочетании с железнодорожной сетью, в крупных планировочных районах эти виды транспорта чередуются, создавая устойчивую систему. Железнодорожная сеть, также являясь преимущественно радиальной структурой, имеет несколько хордовых и полукольцевых направлений, которые дополняют сеть метро: Северное и Южное полукольцо, Сестрорецкое и Всеволожское направления, подъезд к станции Нева, смотри рис. 1.

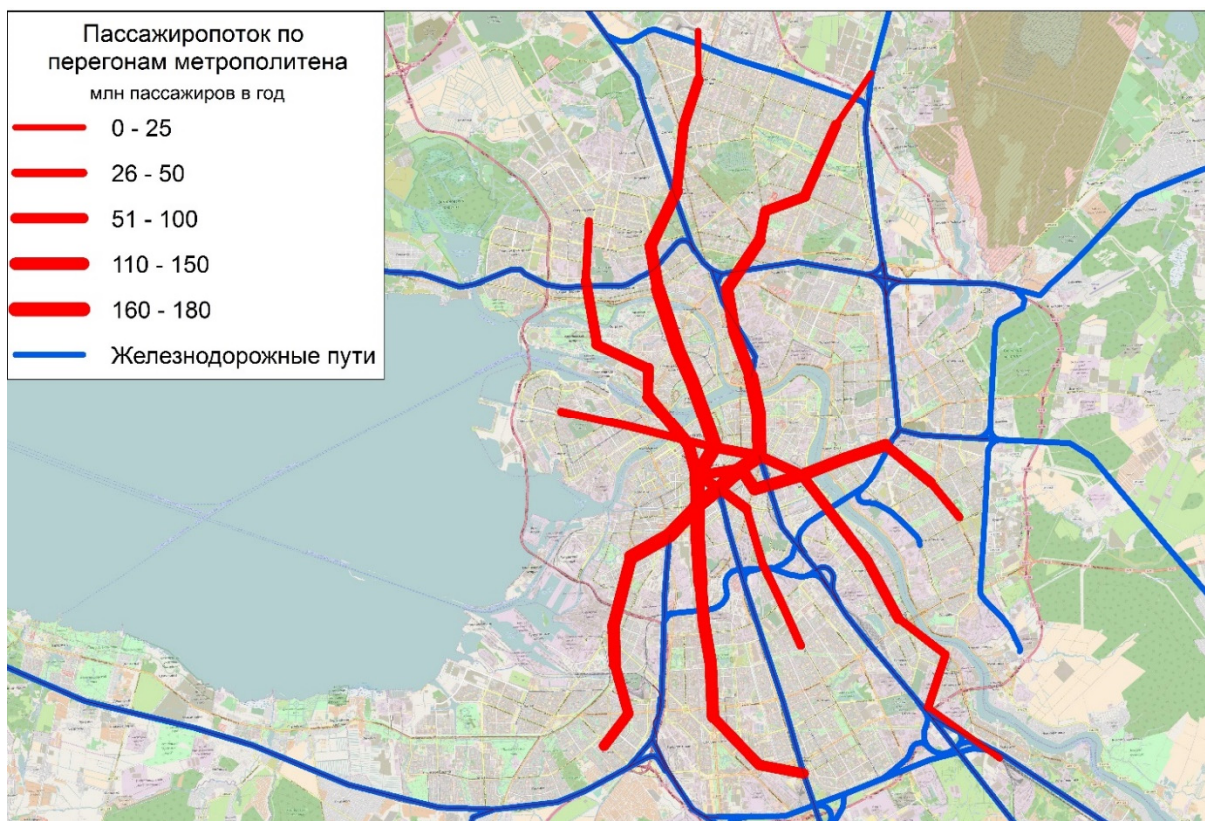


Рис. 1. Пассажиропоток по перегонам метрополитена³ в сочетании с железнодорожной сетью

³ Письмо ГУП «Петербургский метрополитен» №105/2903 от 30.03.2017 «О предоставлении сведений».

Трамвайная сеть имеет менее выраженное радиальное строение с разрывами в центре города и, как правило, слабыми межрайонными связями. Исторически этот вид транспорта выполнял функции общегородской сети, но в последние десятилетия утратил своё значение, став ещё одним средством связи спальных районов с метрополитеном, на таких линиях достигается наибольший пассажиропоток, до 17 млн пассажиров в год⁴. Были выделены трамвайные маршруты, конфигурация которых близка к железнодорожной сети, их длина 59 км, или 14 % от общей протяжённости. Подобные линии располагаются в северной и восточной частях города: Лахтинский разлив – Большой Сампсониевский проспект; платформа Мурино – пр. Мечникова; Ржевка – Ладужская; Гранитная ул. – ул. Дыбенко – пр. Солидарности; Финляндский вокзал – Сердобольская ул. – Удельная, смотри рис. 2.

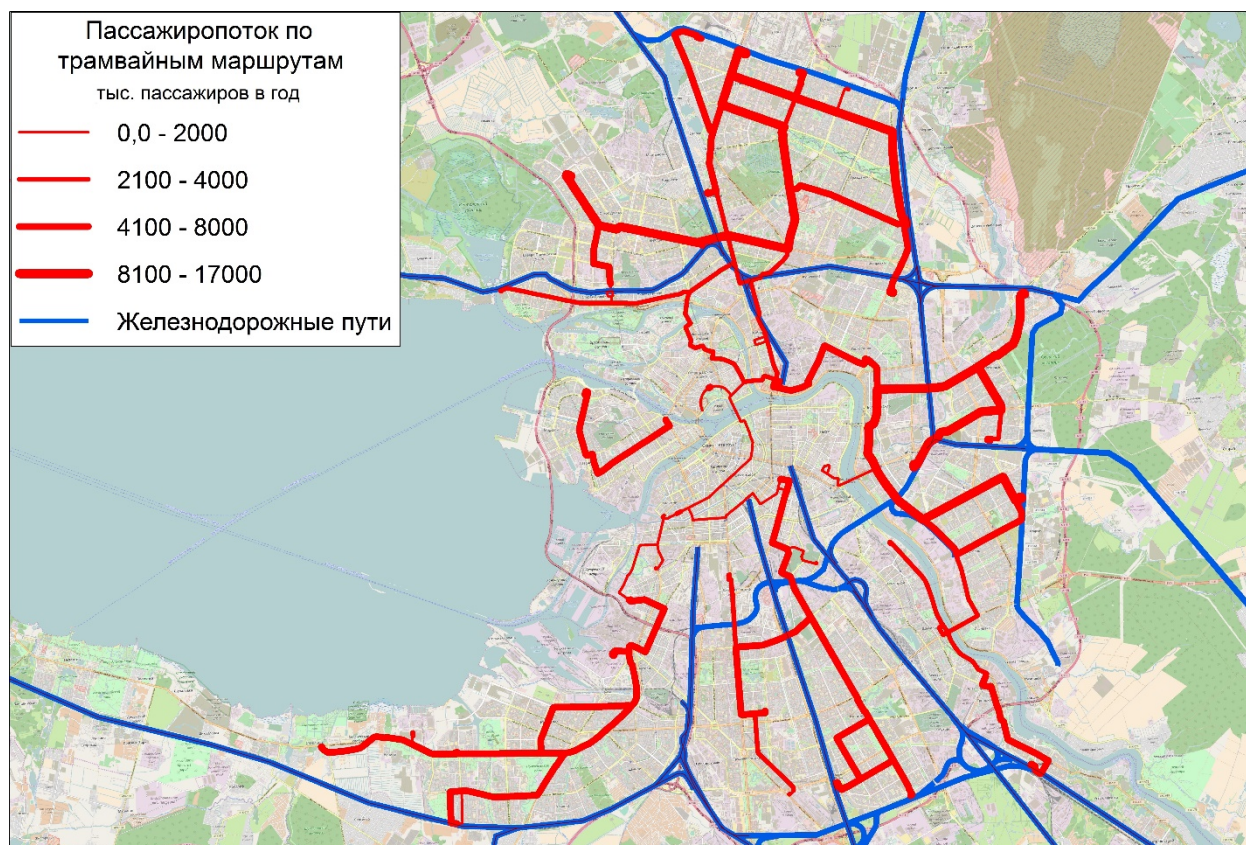


Рис. 2. Пассажиропоток трамвайных маршрутов⁵ в сочетании с железнодорожной сетью

Сеть троллейбусных маршрутов является более разветвлённой чем уже рассмотренные сети, общая протяжённость – 493 км. Она обслуживает, главным образом, внутрирайонные и межрайонные связи, имеет наибольший пассажиропоток на широтных маршрутах, до 10 млн пассажиров в год, обеспечивая связанность линий метрополитена [2]. Сеть в ещё меньшей степени конкурирует с городскими электропоездами, практически не имея параллельных маршрутов, смотри рис. 3.

Автобусное сообщение имеет наибольшее распространение на территории Санкт-Петербурга и окружающих районов Ленинградской области, являясь единственной альтернативой среди общественного транспорта для электропоездов в пригородном сообщении. Общая протяжённость автобусной сети в границах города более 1600 км, она охватывает всю магистральную улично-дорожную сеть и наиболее универсальна, включая 374 социальных и более ста коммерческих маршрутов. На рис. 4 представлен пассажиропоток социальных автобусных маршрутов и граф коммерческих.

⁴ Письмо СПб ГУП «Горэлектротранс» №123–180 от 4.04.2017

⁵ То же

Рис. 5 иллюстрирует совокупный объём передвижений в городском и пригородном сообщении на общественном пассажирском транспорте. Среди трёх уровней общественного транспорта, которые принято выделять – ROW C, ROW B и ROW A [4], в Санкт-Петербурге достаточно слабо представлен ROW B, а линии электропоездов не используют имеющиеся преимущества ROW A. Прослеживается качественное отличие конфигурации сети внеуличного транспорта от прочих видов ГПТ – спрямлённые участки, широкий шаг, соединение по кратчайшему расстоянию. Это подразумевает высокую скорость сообщения, регулярность перевозок и их большой объём, однако, уровень организации перевозок пригородными поездами таков, что этот вид транспорта имеет наименьший пассажирооборот среди видов ГПТ.

В настоящее время в Санкт-Петербурге не представлен легкорельсовый транспорт (ЛРТ). Его развитие следует признать полезным на отдельных направлениях, однако формирование такой системы должно иметь существенное обоснование. Затраты на выделение полосы отвода, капитальное строительство и организацию движения по существующим оценкам составляют 1-2 млрд руб. за км. Подобный уровень обязывает развивать систему с учётом имеющейся инфраструктуры, она не должна дублировать существующие коммуникации, прежде всего, железнодорожные пути. Кроме того, необходимо обеспечить связанность системы ЛРТ, для чего потребуется интеграция с существующими рельсовыми системами.

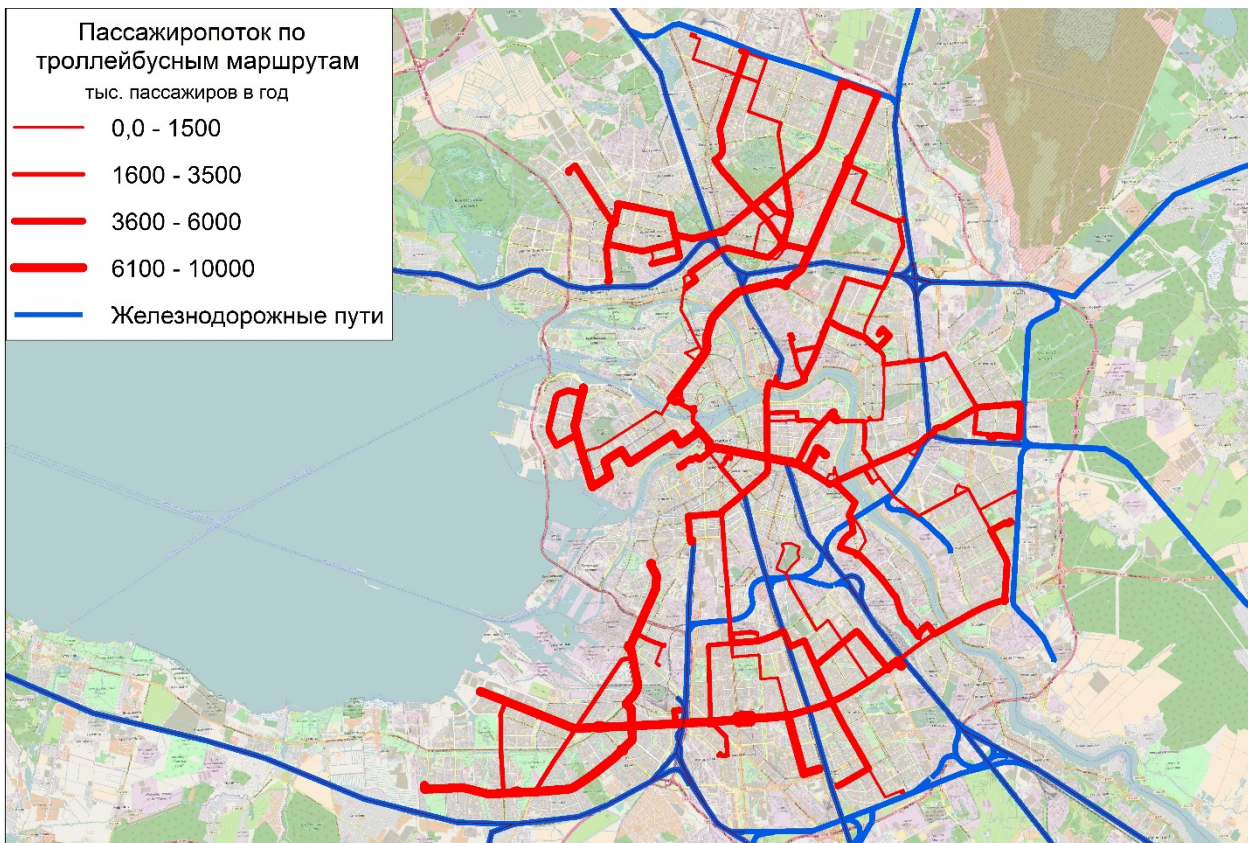


Рис. 3. Пассажиропоток троллейбусных маршрутов⁵ в сочетании с железнодорожной сетью

Для развития скоростного пассажирского движения с коротким интервалом движения по городским и пригородным железным дорогам существует ряд ограничений. Основное – это грузовое и передаточное движение, а также пассажирское движение дальнего следования. Пространственный анализ показывает, что на Московском, Витебском направлениях и Малом полукольце пропускная способность исчерпана, сильно загружен участок Балтийский – Броневая и часть Северного полукольца от станции Дача Долгорукова до станции

Полострово. Все остальные перегоны имеют запас пропускной способности, наибольшим ресурсом обладают Всеволожское, Ораниенбаумское и Мгинское направления [1].

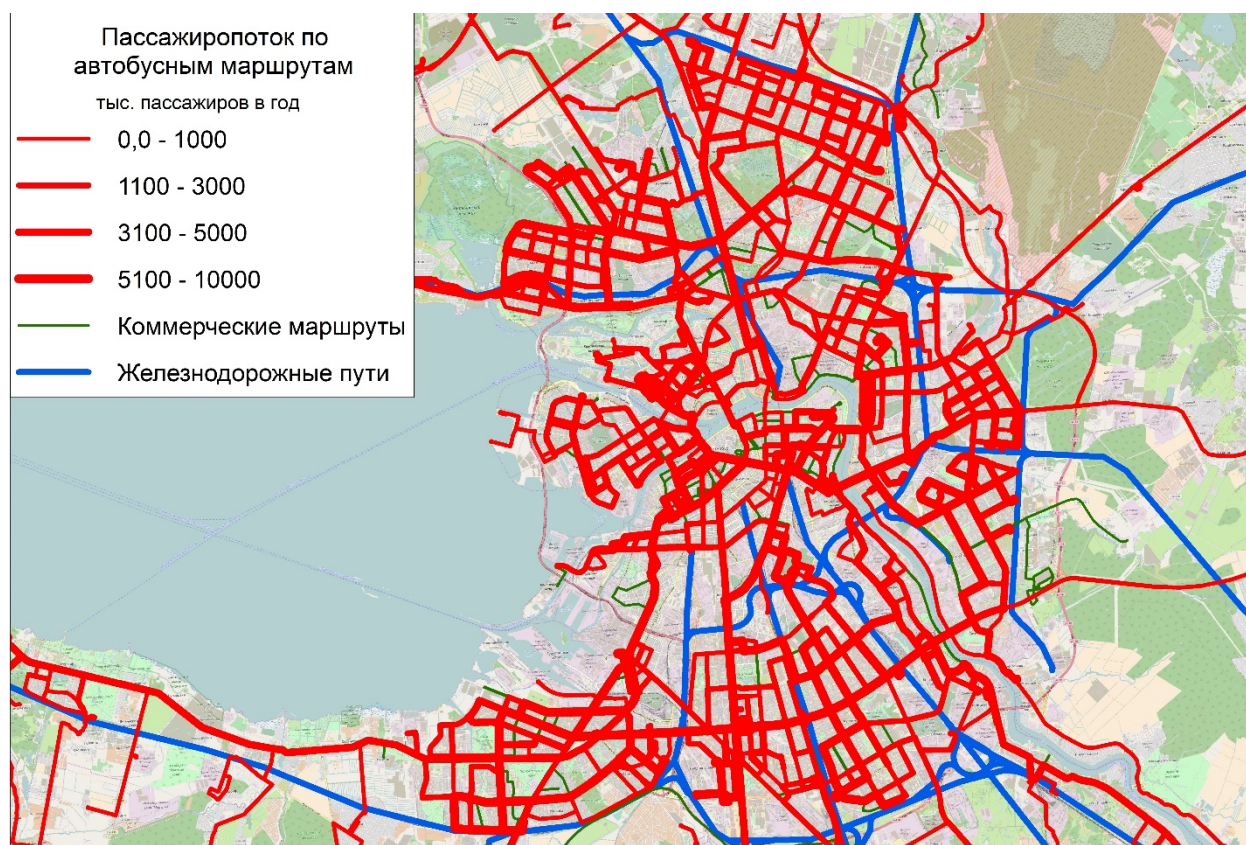


Рис. 4. Пассажиропоток автобусных маршрутов^{6 7} в сочетании с железнодорожной сетью

К ограничивающим факторам относятся также: однопутные участки дорог, отсутствие соединительных путей в пересечениях, участки без электрификации и пересечения в одном уровне с улично-дорожной сетью, смотри рис. 6. Реализация мероприятий предусмотренных «Генеральной схемой развития железнодорожного узла транспортной системы Санкт-Петербурга и Ленинградской области» [5] позволит пустить значительную долю грузопотока в обход Санкт-Петербургского железнодорожного узла и увеличить пропускную способность внутригородских участков. Исполнение данного документа снимет большинство ограничений для внутриагломерационных пассажирских перевозок.

На основе анализа ГИС-модели, была предложена схема внеуличного ГПТ, включающая участки железнодорожной сети, использование которых для пассажирского сообщения целесообразно. Ставилась задача максимально использовать существующую сеть, в результате, на первом этапе предусмотрена организация новых остановочных пунктов и транспортно-пересадочных узлов (ТПУ) на действующих маршрутах, строительство дополнительных главных путей на них, подключение города Сертолово и аэропорта Пулково. Далее рассматривается включение в сеть Северного и Южного полукольца и других линий, смотри рис. 7.

Общая протяжённость перспективной рельсовой системы – 340 км, задействованы 123 станции, среди них 15 ТПУ с метро. Плотность в ядре агломерации – один остановочный пункт на 3,5 км² селитебной территории. Связанность с метрополитеном к 2025 г. составит 12%. Радиальные направления в предложенной схеме сохраняют своё положение

⁶ Письмо СПб ГУП «Пассажиравтотранс» №01-11/6099-17-0-1 от 6.04.2017

⁷ Письмо Комитета по транспорту Санкт-Петербурга №01-09-10418/17-0-2 от 26.04.2017

и усиливаются, способствуя разгрузке метрополитена. При этом широтные связи будут использоваться жителями ближайших пригородов и жилыми массивами вдоль этих линий. Формирование подобных связей будет способствовать децентрализации города и ослабит центростремительный характер корреспонденций.

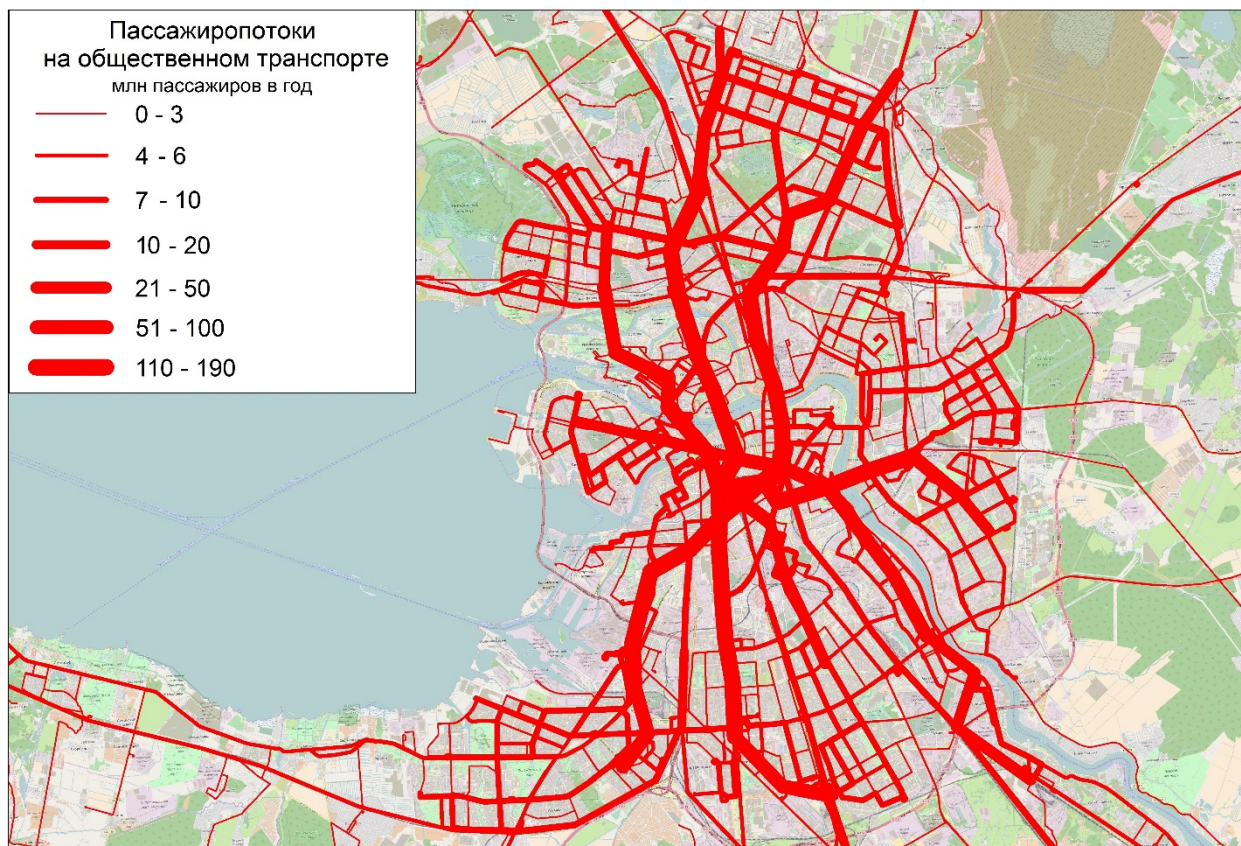


Рис. 5. Пассажиропотоки по всем видам городского пассажирского транспорта⁸

Для определения востребованности перспективных маршрутов электропоездов было выполнено построение зон пешеходной и транспортной доступности от действующих и планируемых к 2025 году станций метрополитена, от существующих и предлагаемых железнодорожных остановочных пунктов. Для каждой станции было вычислено число жителей, проживающих в соответствующей зоне. Система ГЖД имеет значительный потенциал развития: охват населения скоростным транспортном при предложенной схеме увеличится на 40 %, а с учётом планируемых к 2025 году районов жилой застройки, число проживающих в зоне 15-минутной пешеходной доступности достигнет 1,9 млн жителей.

Так как пригородно-городской общественный транспорт в большинстве случаев не является коммерчески окупаемым [4], именно оказываемый им внутранспортный эффект может выступать обоснованием для государственного субсидирования. Для оценки эффективности развития внеуличного ГПТ в настоящей работе был произведён расчёт стоимости результатов по основным направлениям. Величину внутранспортного эффекта от ускорения пассажирских перевозок ($\mathcal{E}_{\text{вн}}$) в общем виде определим по формуле [10]:

$$\mathcal{E}_{\text{вн}} = \mathcal{E}_{\text{пч}} + \mathcal{E}_{\text{соц}} + \mathcal{U}_{\text{зд}} + \mathcal{U}_{\text{эко}}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{пч}}$ – стоимостной эквивалент экономии времени пассажиров в пути; $\mathcal{E}_{\text{соц}}$ – социальный эффект от улучшения качества обслуживания населения; $\mathcal{U}_{\text{зд}}$ – уменьшение ущерба, наносимого здоровью жителей благодаря сокращению транспортных происшествий и аварийных ситуаций; $\mathcal{U}_{\text{эко}}$ – уменьшение ущерба, наносимого окружающей среде.

⁸ Письмо ОАО «СЗППК» №4013 от 12.10.2016 «О направлении информации»

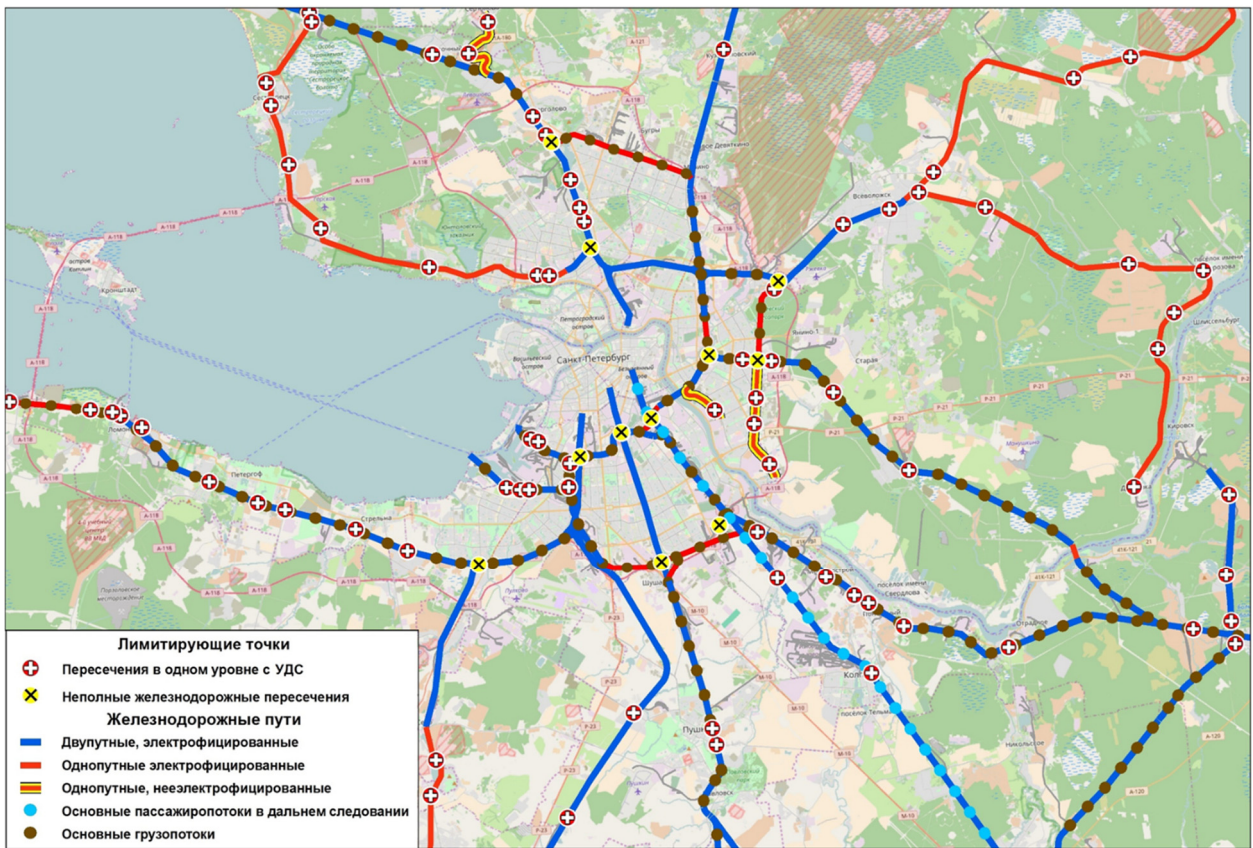


Рис. 6. Ограничения существующей железнодорожной сети

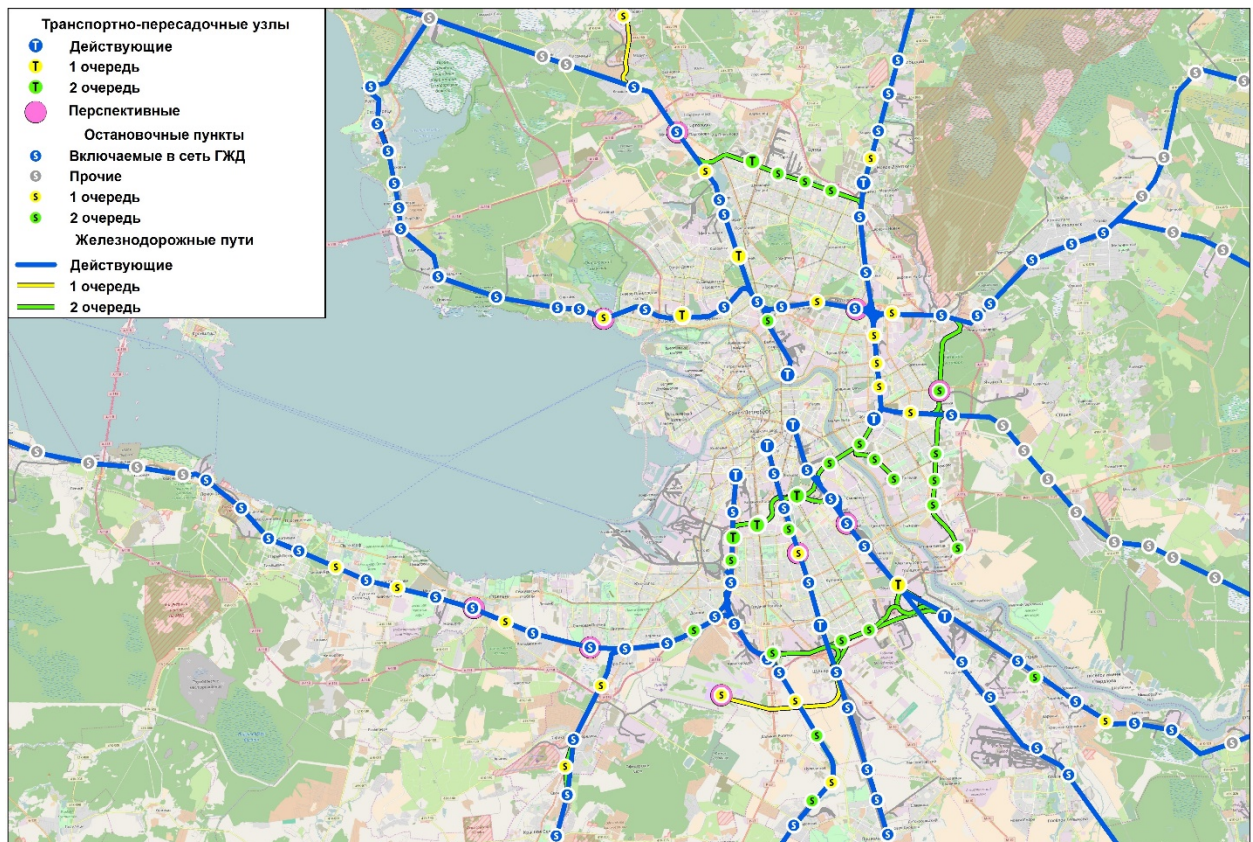


Рис. 7. Перспективная система внеуличного пригородно-городского пассажирского транспорта

Экономия времени в пути для пассажиров является наиболее важным обстоятельством при принятии решения о выборе способа передвижения. Используя результаты проведённых расчётов величины эффекта, получаемого вследствие сокращения времени пребывания пассажиров в пути для маршрута «Дача Долгорукова – Ручьи – Парнас – Парголово» протяжённостью 24 км [2], определён приведённый эффект – 45 млн рублей за км.

Улучшение качества транспортного обслуживания населения в трудовых поездках влияет на «транспортную усталость» и производительность труда. Повышение качества достигается путем снижения наполнения подвижного состава, увеличения эксплуатационной скорости и частоты движения [7]. Для оценки экономического эффекта от сокращения затрат времени на проезд к местам приложения труда и улучшения условий проезда применим формулу:

$$\mathcal{E}_{\text{соц}} = C_{\text{пч}} \times A_p \times 2 \times (\tau + \varepsilon), \quad (2)$$

где $C_{\text{пч}}$ – стоимость пассажиро-часа, руб; A_p – количество работников, пользующихся в трудовых передвижениях городским транспортом, чел.-час; τ – прирост производительности труда за счет снижения затрат времени на передвижения к месту работы, %; ε – то же за счёт снижения наполнения подвижного состава, %. Учитывая, что производительность труда снижается на 3,1% в среднем на каждые 10 мин дополнительного времени поездки к месту работы [7], долю трудовых передвижений [9] и пользуюсь расчётами $C_{\text{пч}}$ [2]:

$$\mathcal{E}_{\text{соц}} = 490 \times 1500 \times 8 \times 247 \times 0,5 \times 0,7 \times 0,5 \times 2 \times (1,56 \times 0,031 + 0,02) = 35 \text{ млн рублей}$$

Для расчёта уменьшения ущерба, наносимого здоровью жителей благодаря сокращению транспортных происшествий и аварийных ситуаций, используем статистику Союз Страховщиков Санкт-Петербурга и Северо-Запада, в соответствии с которой в 2016 году было произведено страховых выплат по добровольному страхованию средств наземного транспорта (кроме средств железнодорожного транспорта) и по обязательному страхованию автогражданской ответственности на сумму 23,2 млрд руб.⁹ При этом, страховые выплаты по обязательному страхованию гражданской ответственности перевозчика (ОСГОП) составили 34,5 млн руб. Исходя из приведённых показателей, ущерб наносимый жизни и здоровью пассажиров электропоездов настолько мал, что в данных расчётах уместно им пренебречь и определить сокращение ущерба от происшествий с автомобильным транспортом:

$$Y_{\text{зд}} = \frac{S}{N_{\text{авт}} \times \Pi_{\text{ср}}} \times V_{\text{стр}}, \quad (3)$$

где S – расстояние, на которое сократится суммарный пробег автомобилей в год, км; $N_{\text{авт}}$ – число зарегистрированных автомобилей;¹⁰ $\Pi_{\text{ср}}$ – средний пробег легковых автомобилей в год, км;¹¹ $V_{\text{стр}}$ – страховые выплаты. С учётом доли перевозимых ГПТ пассажиров 70 % и средним наполнением легковых автомобилей 1,5 человек:

$$Y_{\text{зд}} = 2,3 \times 10^{10} / (1,7 \times 10^6 \times 16700) \times 1500 \times 10 \times 16 \times 365 \times 0,7 \times 0,67 = 33,5 \text{ млн руб.}$$

Уменьшение ущерба, наносимого окружающей среде, рассчитано исходя из значения пробеговых выбросов автотранспорта [11] и расчетов платы за негативное воздействие на окружающую среду, определяемых Росприроднадзором на основании Постановлений Правительства РФ №410 от 1.07.2005 и №995 от 29.12.2007 [12,13]:

$$Y_{\text{эко}} = M_{\text{вв}} \times r_v \times S \times C, \quad (4)$$

где $M_{\text{вв}}$ – пробеговой выброс вредных веществ, г/км; r_v – поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока; C – тариф за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, рублей¹².

⁹<http://spbss.ru/wp-content/uploads/%D0%A0%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA-%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D0%A1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D1%82-%D0%9F%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B3-2016-%D0%B3%D0%BE%D0%B4.pdf>

¹⁰ <https://avtostat-info.com/Article/189>

¹¹ <https://www.autostat.ru/news/6069/>

¹² <http://tbis.ru/nalogi/vozdjstvie-na-okruzhayushhuyu-sredu>

$$У_{\text{эко}} = 0,000002 * 1,1 * 41\,000\,000 * 5472968,7 = 493\,661\,777 \text{ руб} = 0,5 \text{ млрд рублей}$$

Проведённые расчёты позволяют утверждать, что внетранспортный эффект от запуска рассмотренного маршрута составит 1,67 млрд рублей, или 69,5 млн за км. Если экстраполировать это значение на всю рассматриваемую систему, суммарный эффект превысит 23,6 млрд рублей в год. Мероприятия «Генеральной схемы», которые требуется осуществить для организации пригородно-городских перевозок оценены в 450 млрд руб. [2]. Исходя из этой оценки, срок окупаемости составит 19 лет. Следует признать, что не на всех направлениях сети ГЖД пассажиропоток может быть обеспечен на столь высоком уровне, его расчёт требует проведения дополнительных исследований. При этом, именно принятие во внимание внетранспортного эффекта позволит обосновать первоначальные затраты на создание данной системы.

Результаты исследования:

1. Пространственный анализ пассажиропотоков на маршрутах ГПТ показал, что общегородское значение имеет только система метрополитена, занимающая доминирующее положение в пассажирских перевозках и обслуживающая половину перевезённых пассажиров. Уличный общественный транспорт, за некоторым исключением, имеет районное или местное значение.

2. Для Санкт-Петербургской агломерации создание новой системы рельсового транспорта – фактически единственная возможность обеспечить качественный перевозочный процесс. Следует признать, что система метрополитена никогда не сможет обеспечить потребности всех жителей в скоростном передвижении на ГПТ. Требуется дополнить её железнодорожным сообщением с небольшим интервалом движения. Для организации такой системы необходимо образовать единое управление с преодолением ведомственных барьеров между органами государственной власти различных уровней.

3. Организация системы внеуличного ГПТ на существующей железнодорожной сети произведёт значительный социальный эффект: повышение транспортной подвижности населения, формирование благоприятной среды вокруг новых точек притяжения, отказ от использования личного автотранспорта. Кроме того, это повлечёт децентрализацию города, развитие пригородов и окраин, разгрузит улично-дорожную сеть и приведёт к снижению выбросов. Охват населения скоростным транспортным увеличится на 40 %, к 2025 году число проживающих в зоне 15-минутной пешеходной доступности достигнет 1,9 млн человек.

4. Для экономического обоснования создания новой рельсовой системы требуется учитывать совокупный внетранспортный эффект. Была предложена методика его определения и произведён сам расчёт, в соответствии с которым внетранспортный эффект составит 23,6 млрд руб. в год.

Литература

1. Атаев П. Г. Перспективы развития системы внеуличного скоростного пассажирского транспорта в Санкт-Петербургской агломерации // Транспорт Российской Федерации № 1 (68). 2017.
2. Атаев П. Г. Система наземного рельсового транспорта: предпосылки организации в Санкт-Петербурге // Вестник гражданских инженеров. № 3 (62). 2017.
3. Белоус А. В. Организационно-экономическое развитие пассажирского транспорта в городских агломерациях (На примере Московского мегаполиса) : Дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05. М., 2005. 194 с.
4. Вучик Вукан Р. Транспорт в городах, удобных для жизни. Территория будущего; М. : Территория будущего, 2011.
5. Генеральная схема развития железнодорожного узла транспортной системы Санкт-Петербурга и Ленинградской области. СПб., 2015.
6. Герами В. Д. Методология формирования системы городского пассажирского общественного транспорта : дис. д. т. н. : 05.22.01. М., 2001. 328 с.
7. Игнатова Т. А. Автореферат диссертации по теме «Снижение убыточности предприятий городского пассажирского транспорта в малых и средних городах» на соискание ученой степени канд. экон. наук М.; 2000

8. Ковалева Н. А. Пространственно-технологическое развитие городских пассажирских транспортных систем: диссертация ... канд. техн. наук: 05.22.01; Ростов-на-Дону, 2015. 150 с.
9. Лосин Л. А. Опыт математического моделирования при разработке транспортных разделов генеральных планов городов // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Мат-лы XIV Междунар. научно-практич. конф. Екатеринбург, 2008. С. 94–97.
10. Меров Ю. М. Автореферат диссертации по теме «Городской пассажирский транспорт в условиях государственного регулирования и действия рыночных механизмов» на соискание ученой степени канд. экон. наук. М.; 2009.
11. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. Утверждена приказом Госкомэкологии России № 66 от 16 февраля 1999 года. М., 1999
12. Постановление правительства РФ № 410 от 1.07.2005 «О внесении изменений в приложение N 1 к ПП РФ от 12 июня 2003 г. N 344».
13. Постановление Правительства РФ № 995 от 29.12.2007 «О порядке осуществления ... полномочий главных администраторов доходов бюджетной системы РФ».
14. Постановление правительства С-Пб № 552 от 30.06.2014 Государственная программа Санкт-Петербурга «Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга на 2015 – 2020 годы», СПб, 2014.

УДК 621.433

Александр Сергеевич Афанасьев,
к.в.н, профессор

Олег Васильевич Жуков, студент 4 курса
(Санкт-Петербургский горный университет)

Анатолий Анатольевич Рыженков,
руководитель регионального учебного центра
ПАО «КамАЗ» в Санкт-Петербурге

Alexander Sergeevich Afanasyev,
k.v.n, professor

Oleg Vasilyevich Zhukov, 4th year student
(St. Petersburg mining University)

Anatolij Anatolievich Ryzenkov,
the head of the regional training center of JSC
«KamAZ» in Saint-Petersburg

**АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, РАБОТАЮЩИХ НА
КОМПРИМИРОВАННОМ ПРИРОДНОМ ГАЗЕ, И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ
ПО ПОДДЕРЖАНИЮ ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

**ANALYSIS OF VEHICLES RUNNING ON COMPRESSED NATURAL GAS, AND
DEVELOPMENT OF MEASURES TO MAINTAIN THEIR HEALTH**

В статье рассматривается проблема эксплуатации транспортных средств, работающих на сжатом природном газе (КПГ). Представляются данные по содержанию вредных веществ в выхлопных газах двигателей, работающих на КПГ, стоимость заправки, определяется степень их влияния на окружающую среду, а также рассматриваются мировые запасы КПГ и альтернативных видов топлива для последующего сравнения. Анализируются данные по количеству и статистика использования автомобилей, работающих на КПГ, а также распространённость и расположение автомобильных газонаполнительных компрессорных станций в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Предлагаются мероприятия по поддержанию работоспособности двигателей, работающих на сжатом природном газе.

Ключевые слова: сжатый природный газ, работоспособность, двигатель, транспортные средства, датчик отработавших газов.

The article considers the problem of vehicles running on compressed natural gas (CNG). Data are presented on the content of harmful substances in exhaust gases of engines operating on CNG, the cost of refills is determined by the degree of their impact on the environment and are considered the world's reserves of CNG and alternative fuels for comparison. Analyzed data on the number and statistics on the use of vehicles running on CNG, as well as the prevalence and location of automobile gas-filling compressor stations in Saint-Petersburg and Leningrad region. The measures for the maintenance of engines running on compressed natural gas.

Keywords: compressed natural gas, performance, engine, vehicle, exhaust gas sensor.

В настоящее время одной из наиболее насущных проблем существования человечества является загрязнение окружающей среды. Основным источником загрязнений являются выбросы отработавших газов транспортных средств, работающих на бензиновом или дизельном топливе [1,2]. Это оказывает негативное воздействие как на здоровье отдельно взятого человека, так и на состояние окружающей среды в целом.

По этой причине в последнее время наблюдается мировая тенденция перехода на экологические виды транспорта. В качестве альтернативного варианта может быть использование газомоторного топлива. В настоящее время автомобили, использующие компримированный природный газ, получают все большее распространение в России, что подчёркивает актуальность выбранной темы.

Компримированный природный газ (КПГ) – это сжатый природный газ, который используется в качестве моторного топлива как альтернатива бензину, дизельному топливу и пропану [3]. Из рис. 1 следует, что природный газ, состоящий в основе своей из метана CH_4 (от 82 % до 98 %) с небольшой примесью азота N_2 (до 7 %), этана C_2H_6 (до 6 %), пропана C_3H_8 (до 1,5 %) и бутана C_4H_{10} (до 1,0 %) [4]. Его получают путём сжатия (компримирования) до давления 20–25 МПа на специальных компрессорных установках.

Главным достоинством КПГ по сравнению с нефтяными видами топлива является то, что его резервы в нашем государстве превышают в несколько раз общие мировые запасы нефти. По данным оценок ОПЕК (организация стран – экспортёров нефти) мировые запасы природного газа составляют более 49 трлн. м³, а запасы нефти – примерно 14 млрд тонн. Поэтому метан имеет наибольшие шансы на продолжительное использование, в отличие от бензина и пропана, так как они являются продуктами нефтепереработки.

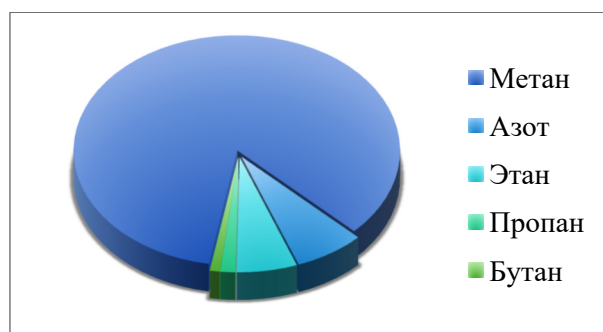


Рис. 1. Состав природного газа

Основными преимуществами применения природного газа являются:

- хорошая смешиваемость с воздухом и образования однородной горючей смеси, соответственно более полное сгорание, отсутствие нагарообразования, увеличение ресурса двигателя;

- большое количество теплоты, выделяемой при сгорании горючей смеси;
- отсутствие детонации при достаточно высоких степенях сжатия, что позволяет снизить уровень шума, обусловленного работой двигателя;
- высокая степень сгорания, малая токсичность отработавших газов.

В тоже время использование КПГ имеет ряд недостатков:

- снижение максимальной мощности;
- более строгие меры безопасной эксплуатации ГБ высокого давления;
- увеличение собственного веса автомобиля, соответственно уменьшается грузоподъемность и повышается расход топлива;
- увеличение трудоемкости технического обслуживания;
- необходимость более высокой квалификации обслуживающего персонала.

Также стоит отметить, что КПГ на данном этапе развития является самым экономичным видом топлива. Цена одного кубометра КПГ в Санкт-Петербурге и Ленинградской обл. составляет 15,2 рублей, в то время как дизельное топливо стоит почти в 3 раза дороже – 37,15 рублей за литр (рис. 2). Расход одного кубометра КПГ эквивалентен 0,85 литров дизельного топлива. Помимо этого, у двигателей, работающих на КПГ, расход топлива на 100 километров в 2 раза меньше чем у дизельных двигателей в скоростном диапазоне 25–50 км/ч [5].

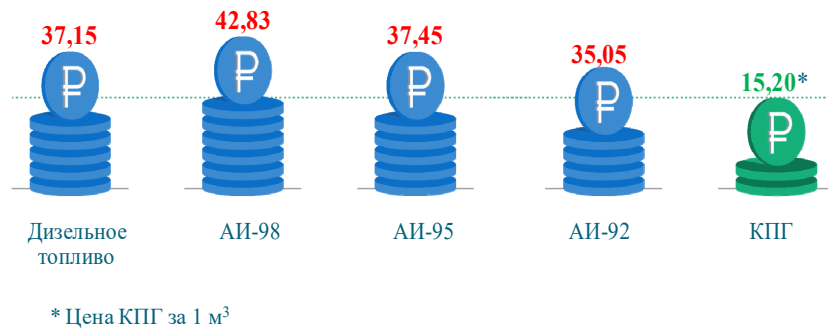


Рис. 2. Сравнение цены КПГ с альтернативными видами топлива

Экологичность рассматриваемого вида топлива, то ему уступают все традиционные виды топлива. Выбросы вредных газов в атмосферу: в 5-10 раз меньше угарного газа (CO), в 1,5–2 раза меньше окислов азота (NO_x), в 2–3 раза меньше углеводородов (CH) (рис. 3). Также снижен уровень шума от работы двигателя на 7–8 дБ.

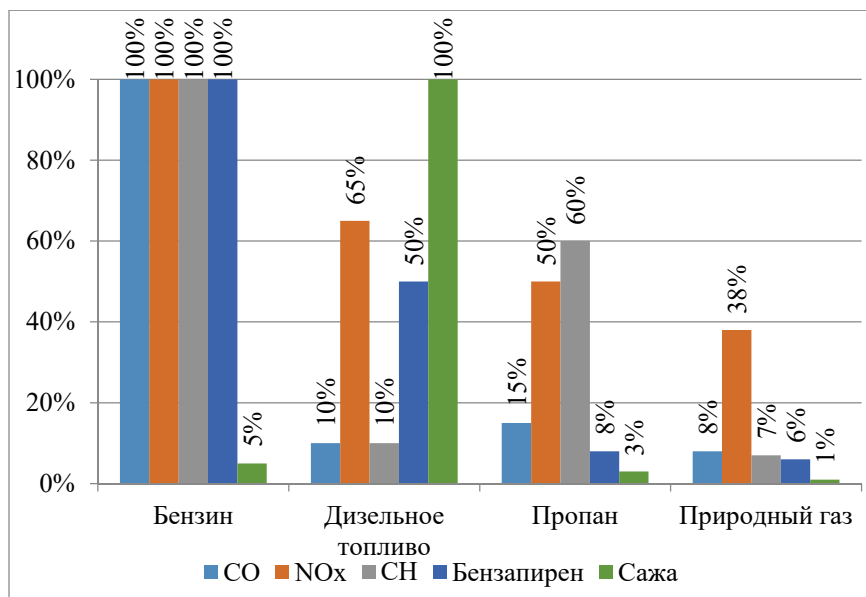


Рис. 3. Относительное содержание токсичных компонентов в отработавших газах у транспортных средств, работающих на метане

Немаловажным вопросом является степень безопасности применения КПГ. Метан является наиболее безопасным, поскольку имеет самую высокую из представленных видов топлива температуру воспламенения, а также большее значение нижнего концентрационного предела (рис. 4). Это означает, что для возникновения взрыва необходима большая концентрация горючей смеси (метана) в отличие от других. Стоит также отметить, что согласно «Классификации горючих веществ по степени чувствительности», утвержденной приказом МЧС РФ №404 от 10.07.2009 г., метан относится к самому безопасному 4 классу (слабочувствительные вещества). На КПГ не зафиксировано ни одного пожара.

На сегодняшний день активно распространяется практика перевода транспортных средств на двигатели, работающие на КПГ. Количество транспортных средств, работающих на КПГ в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, в данный момент незначительно. Из них наибольший удельный вес имеют легковые (0,0986 %) и грузовые (0,0933 %) автомобили [6].

Для эксплуатации автомобилей, работающих на КПГ, необходимым является наличие в непосредственной близости автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), на данном этапе их количество в Санкт-Петербурге и Ленинградской

области не превышает 6-ти, что является препятствием для роста газомоторного парка. То есть на данный момент сеть АГНКС не достаточно развита, что чревато холостыми пробегами в случае отдалённости пункта заправки. В то же время станции расположены в различных частях региона, что обеспечивает доступность пользователей большинства районов Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Более того, в настоящее время наблюдается активное развитие и строительство новых станций. Также разрабатываются проекты по передвижным автогазозаправочным станциям (ПАГЗ) и модулям компримирования природного газа, позволяющие заправляться КПП [3].

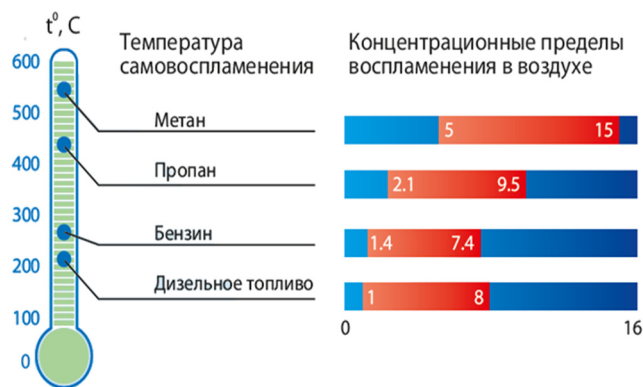


Рис. 4. Сравнение степеней воспламенения различных видов топлива [3]

На данном этапе развития газомоторного парка существует достаточно большая разномарочность автомобилей, из них лидирующую позицию в России занимают грузовые автомобили КамАЗ и автобусы НефАЗ.

Для того чтобы использовать КПП в качестве газомоторного топлива, Нефтекамским автомобильным заводом был спроектирован двигатель КамАЗ-820.60–260.

Он является самым распространённым газовым двигателем у грузовых автомобилей КамАЗ, а у автобусов НефАЗ используется его модификация 820.61–260.

Его рабочий объем равен 11.762 л, а его максимальная полезная мощность составляет 191,23 кВт, при номинальной частоте вращения коленчатого вала 2200 мин⁻¹ [8].

Газовые двигатели КамАЗ 820.60–260 были разработаны на базе дизельного двигателя КамАЗ 740.50-360, в конструкцию которого введены изменения.

Конструктивными особенностями двигателей КамАЗ 820.60–260 являются изменения в цилиндропоршневой группе (ЦПГ), а именно изменена геометрия в головке поршня цилиндрической камерой сгорания. В результате изменений объём камеры сгорания был увеличен, что обеспечивает оптимальную для сгорания газа степень сжатия – 12.

Газораспределительный механизм (ГРМ) КамАЗа 820.60–260 имеет колесо датчика фаз. Оно работает совместно с датчиком фаз, который обеспечивает согласованную работу дозаторов газа с фазами открытия и закрытия впускных клапанов.

Кроме того, этот силовой агрегат имеет систему зажигания, в отличие от дизельного силового агрегата. Для воспламенения топливовоздушной смеси на двигателе применена система зажигания высокой энергии со статическим (бесконтактным) распределением высоковольтной энергии и электронным управлением моментом искрообразования с порядком работы 1-5-4-2-6-3-7-8.

Также этот двигатель имеет датчики температуры охлаждающей жидкости, воздуха и газа во впускном коллекторе, датчики температуры отработавших газов. Датчик положения педали, встроенный в корпус педального модуля.

Узел дроссельной заслонки соединённый в одном корпусе с дроссельной заслонкой, электродвигателем и редуктором привода заслонки, датчиком положения заслонки (2 шт.).

Помимо этих изменений, присущих газовому двигателю КамАЗ-820.60–260, была модифицирована и топливная система. Теперь вместо топливного насоса высокого давления (ТНВД) для снижения давления газа в топливной магистрали служат два редуктора, в отличие от ТНВД, который увеличивал давление дизельного топлива [9].

Как известно, завести газовый двигатель в холодное время года невозможно по причине более высокой температуры воспламенения. Поэтому у этих газовых автомобилей имеется газовый предпусковой подогреватель 15ТСГ, который внедрён в систему охлаждения двигателя. Он повышает температуру охлаждающей жидкости до рабочей, а она, в свою очередь, нагревает непосредственно сам двигатель, что обеспечивает его запуск.

Ещё одним существенным изменением является замена топливного бака баллонами высокого давления для хранения КПП, которые имеют безосколочный характер разрушения.

Вследствие применения КПП в автобусах НефАЗ была отмечена экономия, которая составила 1,77 млн. руб. при общем пробеге в 287 376 км. [10]. Похожий опыт есть и у газовых автомобилей КамАЗ за 2013 год [11].

В данном случае также наблюдалась экономия в размере 2,38 млн руб. при годовом пробеге в 310 967 км.

Для более широкого использования КПП в РФ действуют меры государственной поддержки и субсидирования. Субсидирование является одним из наиболее эффективных стимулов для закупки газовой техники. Его размеры варьируются от 130 до 3800 тыс. руб. в зависимости от категории АТС [12].

Для проведения исследования был выбран автомобиль КамАЗ ЭД–405Г. Поскольку поддержание работоспособности двигателя обеспечивает основную функцию транспортного средства, а именно его передвижение в пространстве, рассмотрим наиболее частые отказы, происходящие в силовом агрегате автомобиля.

По результатам экспертного опроса [13] можно сделать вывод, что в силовых агрегатах комбинированных дорожных машин ЭД–405Г наиболее частыми отказами являются:

- мощность двигателя не соответствует норме;
- двигатель глохнет;
- отказ датчика отработавших газов (ОГ).

В большинстве случаев неполная выработка мощности двигателя имеет ряд причин: низкое качество топлива, загрязнение воздушного и топливного фильтров, износ цилиндропоршневой группы (ЦПГ), отказ датчика ОГ и т. д.

Причинами того, что двигатель глохнет, могут являться: отказ датчика холостого хода, загрязнение дроссельного узла, выход из строя датчика положения дроссельной заслонки, а также, как и при неполной выработке мощности двигателя, этому может способствовать применение топлива низкого качества, загрязнение воздушного и топливного фильтров, отказ датчика ОГ и т. д.

По мнению независимых экспертов, наиболее часто выходит из строя датчик ОГ. Это влечёт за собой неправильный расход топлива, что, в свою очередь, в лучшем случае ведёт к снижению тяги двигателя, а в худшем – к тому, что двигатель заглохнет.

Датчик ОГ является частью системы отработки выхлопных газов, который определяет химический состав выхлопных газов и уровня содержания в них молекул кислорода. Этот датчик помогает контролировать расход топлива автомобиля. Его неисправность означает, что электронный блок управления (ЭБУ) получает неправильные данные, что может существенно увеличить потребление топлива и сократить мощность двигателя.

Следовательно, отказ этого датчика влечёт за собой сразу два последствия: снижение мощности и изменения работоспособности двигателя.

Для открытия/закрытия запорного клапана, который расположен на баллонах КПП, некомпетентные водители встают на этот датчик, оказывая механическое воздействие, в результате чего он выходит из строя. Цена такого датчика составляет значительную сумму (≈ 15 тыс. руб.).



Рис. 5. Месторасположение датчика отработавших газов

Для того чтобы избежать возможной поломки датчика, существуют несколько путей решения. Один из них предполагает установку защитной ступени, на которую водитель мог бы встать для регулировки запорного клапана. Также можно изменить расположение самого датчика на стадии сборки, а именно, размещении его с нижней стороны коллектора. С помощью такой относительно нетрудоёмкой модификации можно устранить названную проблему, а также множество иных сопутствующих затруднений.

Так как КамАЗ ЭД–405Г является комбинированной дорожной машиной, то он подвержен повышенному загрязнению деталей, узлов и агрегатов реагентами от уборочной щётки. Она устанавливается за передней осью автомобиля. Это приводит к тому, что при очистке дороги реагенты попадают на двигатель автомобиля и разъедают всевозможные датчики, устройства газовой аппаратуры и электрические соединения, что также является причиной выхода из строя или ухудшения работы автомобиля.

При такой установке предлагается применить пластиковый кожух, который обеспечит защиту автомобиля от влияния названных внешних факторов, пагубно влияющих на износ и работоспособность транспортных средств.

Таким образом, путём незначительных конструктивных изменений можно обеспечить повышенную работоспособность газовых двигателей. При этом немаловажным фактором является то, что для осуществления данной идеи требуется в несколько раз меньше затрат, в сравнении с покупкой и заменой дорогостоящих датчиков или ремонтом автомобиля.

Подводя итог, можно прийти к следующим выводам:

- газовые двигатели имеют меньшие объёмы выбросов вредных веществ в атмосферу;
- стоимость КПП значительно ниже по сравнению с бензином или дизельным топливом;
- общепризнанно, что мировые запасы нефти приближаются к критическим значениям, в то время как запасы газа позволяют потреблять данный вид топлива, оказывая меньшее влияние на истощение мировых природных ресурсов;
- количество автомобилей, работающих на КПП, а также число АГНКС увеличивается с каждым анализируемым периодом, что даёт основание предполагать сохранения данной тенденции в будущем.

На заключительном этапе исследования были выдвинуты предложения по поддержанию работоспособности и увеличению эффективности использования транспортных средств, работающих на КПП. Прежде всего, разумно предпринять следующие меры:

- изменение месторасположения датчика отработавших газов;
- установка пластикового кожуха на дорожную щётку.

В результате предложенных мероприятий может быть повышена эффективность использования транспортных средств, работающих на КППГ.

Литература

1. Афанасьев А. С., Марченко М. А. Определение основных эксплуатационных факторов и режимов использования, влияющих на процесс энергопотребления в дизелях // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 3 (39). С. 45–50.
2. Афанасьев А. С., Хакимов Р. Т., Загорский С. М. Обоснование режимов оценки экологической безопасности дизелей автомобильной технике // Вестник Таджикского технического университета. 2015 № 3 (31). С. 225–228.
3. Официальный сайт Газпром. URL: <http://www.gazprom.ru/>.
4. Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на компримированном природном газе. РД 03112194-1095-03 (утв. Минтранс РФ).
5. Материалы конференции «Конференция официальных дилеров ПАО «КамАЗ» 15 марта 2016 г.».
6. Автомобильный сайт MotorPage. URL: <http://www.motorpage.ru>.
7. Ежеквартальный отчет эмитента эмиссионных ценных бумаг ПАО «НЕФАЗ» за 2 квартал 2016 года. URL: http://www.nefaz.ru/shareholders/quarterly_report/.
8. Материалы конференции «Международный инновационный форум пассажирского транспорта 23–26 мая 2016 г.».
9. Газомоторные автомобили КамАЗ на природном газе – как инструмент энергосбережения и энергоэффективности. URL: http://enes-expo.ru/docs/prezentatsii_dlya_programmy/21112013/KAMAZ.pdf.
10. Материалы конференции «Конференция официальных дилеров ПАО «КамАЗ 15 марта 2016 г.».
11. Материалы конференции «Санкт-Петербургский газовый форум 4-7 октября 2016 г.».
12. Гарант.ру. URL: <http://base.garant.ru/70761138/>.
13. Жуков О. В., Афанасьев А. С. Материалы международной научно-технической конференции «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2017» // «Поддержание работоспособности двигателей, работающих на компримированном природном газе».

УДК 625.7

Дмитрий Александрович Баранов, эксперт
Сергей Владимирович Иванов, канд. техн. наук
(Университет ИТМО)
E-mail: dm-bar@yandex.ru

Dmitriy Alexandrovich Baranov, expert
Sergey Vladimirovich Ivanov, PhD of Sci. Tech.
(ITMO University)
E-mail: dm-bar@yandex.ru

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ БАЛАНС КАК ОСНОВА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

FUNCTIONAL BALANCE AS A BASEMENT FOR URBAN STREETS AND ROADS CLASSIFICATION

Вопрос функциональной классификации улично-дорожных сетей городов является одним из самых острых в научной и профессиональной среде. Во многом это связано с серьезными изменениями условий функционирования транспортных систем городов и стремительным устареванием научной базы советского периода, лежащей в основе действующей нормативной документации. Устаревшие подходы к транспортному планированию не позволяют решить накапливающиеся транспортные проблемы и обеспечить устойчивость городских транспортных систем. В данной статье кратко рассматривается принцип функционального баланса городских улиц применительно к классификации улично-дорожной сети и предлагается проект классификации, основанный на этом принципе, с учётом международного опыта классификации улично-дорожных сетей.

Ключевые слова: классификация улично-дорожной сети, транспортное планирование, градостроительство, городские транспортные системы, городская среда.

The issue of the functional classification of urban road networks is one of the most acute in the scientific and professional environment. In many respects this is due to serious changes in the conditions of functioning of city transport systems and the rapid obsolescence of the scientific base of the Soviet period, underlying existing regulations. Obsolete approaches to transport planning do not allow to solve the accumulating transport problems and to ensure the sustainability of urban transport systems. This article briefly discusses the principle of the functional balance of urban streets applied to the classification of the road network and proposes a draft classification based on this principle, taking into account international experience of classification of road networks.

Keywords: classification of road network, transport planning, urban planning, urban transport systems, urban environment

Сегодня российские города сталкиваются с серьезными проблемами, связанными с быстрым ростом автомобилизации, снижением эффективности перевозок из-за транспортных заторов, высокой аварийностью, ростом негативного воздействия транспорта на окружающую среду и здоровье населения, ухудшением качества городской среды. Этим обусловлена необходимость актуализации подходов к транспортному и градостроительному планированию и, в частности, к классификации улично-дорожной сети. В тоже время, развитие градостроительства и транспортного планирования в России является догоняющим и во многом повторяет этапы, уже пройденные городами развитых стран, что позволяет быстро преодолеть эти проблемы, используя чужой опыт.

Согласно определению, данному в ГОСТ Р 52398–2005 «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования» [1], улица – территория общего пользования, ограниченная красными линиями улично-дорожной сети города. Иными словами, это отнюдь не только транспортное сооружение, это – основополагающий градостроительный элемент, содержащий в себе множество социально важных функций, связанных с обслуживанием городских территорий, перемещением людей и грузов, формированием комфортной среды.

Функциональный баланс улицы – оптимальное соотношение разнообразных транспортных и нетранспортных функций улицы (рис. 1) в её сечении или на определённом участке.

Примеры проблем нарушения функционального баланса улицы [2]:

- несвязность сторон (проезжая часть разделяет улицу на две плохо связанные части);
- нецелостность (разделение улицы на транспортную и пешеходную зоны приводит к тому, что она не воспринимается как единый объект);
- бесхозность пространств (пространство между проезжей частью, тротуарами и фасадами зданий «ничейно», заброшено);
- опасность передвижения, в том числе и для маломобильных групп населения (быстро движущиеся транспортные потоки разделяют пешеходное пространство, образуя труднопреодолимые и опасные конфликтные точки);
- систематическое несанкционированное паркование автомобилей;
- неорганизованная многофункциональность (хаотично-дисперсное освоение пространства различными функциями);
- недостаточность озеленения и низкое качество благоустройства;
- шум и загрязненность, загазованность территории;
- близость (пространство является неинтересным, не комфортным для времяпрепровождения).

Принцип функционального баланса состоит в рациональном распределении пространства сечения улицы между разными функциями (см. рис. 1) в соответствии с различными критериями их необходимости, важности, возможности переноса функций на другие элементы транспортной сети. Зарубежные источники также указывают на необходимость баланса между видами транспорта в сечении улицы исходя из принципа **«перемещение людей, а не транспортных средств»** [3]. Принципы функционального и модального баланса позволяют достигнуть долгосрочного положительного результата в решении транспортных проблем, обеспечении потребностей населения и высокого качества городской среды, с минимальными затратами.

Функции, непосредственно определяющие состав и параметры поперечного сечения улицы:

- а) пропуск специальной техники экстренных служб;
- б) пешеходное движение;
- в) велосипедное движение;

- г) движение и остановка общественного транспорта №
- д) пропуск легкового автотранспорта;
- е) парковка транспортных средств;
- ж) пропуск грузового автотранспорта (если это допустимо);
- з) безопасное разделение потоков в зависимости от соотношения их скоростей движения;
- и) размещение зеленых насаждений.

В Российской Федерации отсутствует единая, универсальная система классификации улиц и дорог. Согласно действующему законодательству и нормативным документам существует несколько видов классификации автомобильных дорог, на основе следующих признаков:

- Административное значение (Федеральный закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [4]).
- Класс, техническая категория (ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования») [5].

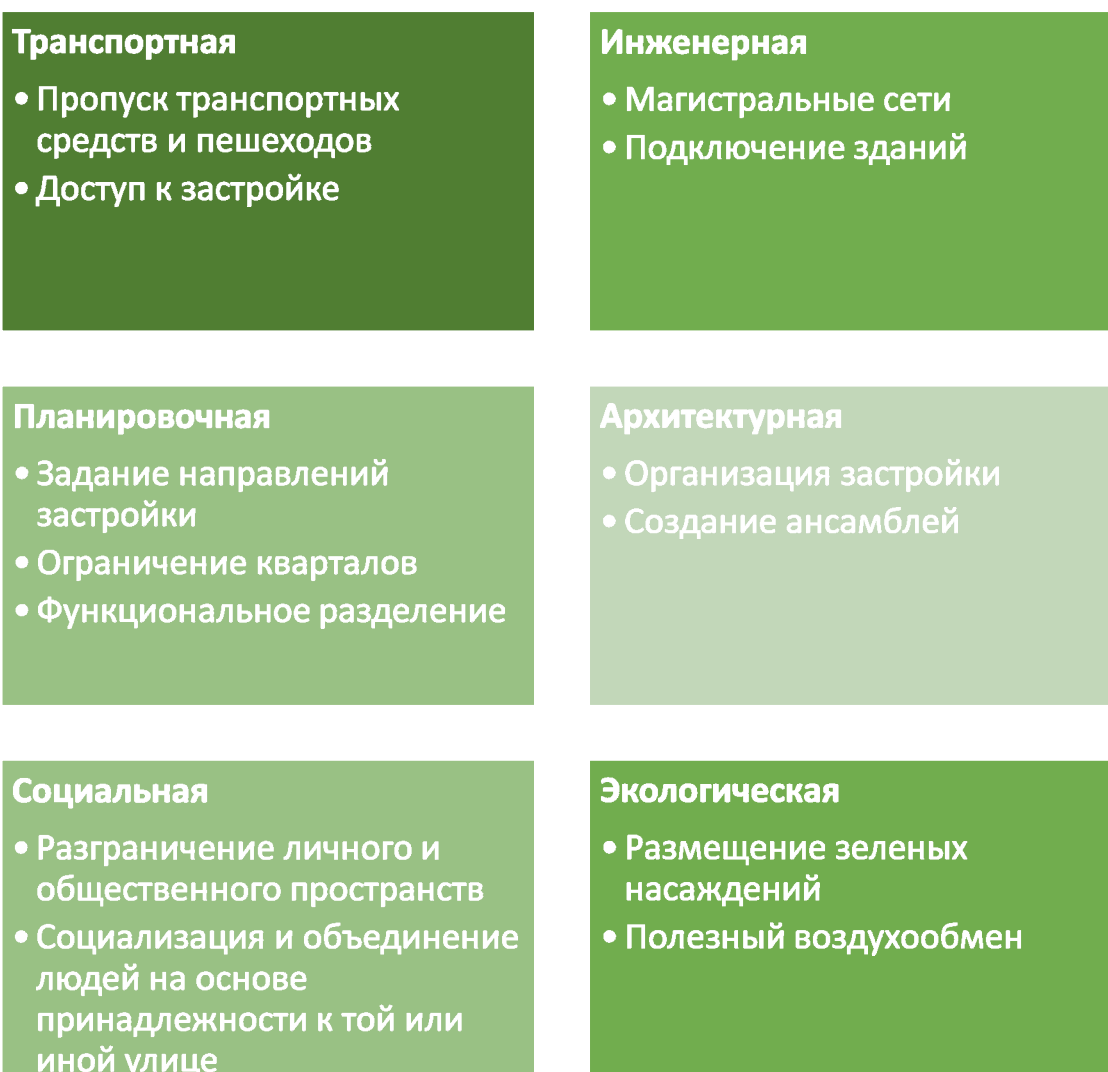


Рис. 1. Функции городской улицы

Улицы и дороги населённых пунктов, помимо этого, классифицируются в градостроительных нормах [1]. Также существует отдельная классификация дорог промышленного назначения.

В отечественной градостроительной классификации улично-дорожной сети используются планировочные характеристики и функциональные признаки [6]:

- 1) характер связей, осуществляемых данной категорией улиц и дорог;
- 2) вид корреспонденции (объекты притяжения, состав транспортного потока – преимущественно пассажирский или грузовой);
- 3) режим движения (скоростное, непрерывное, регулируемое);
- 4) расчетная интенсивность

В РНГП Санкт-Петербурга [7] также применяется фактор принадлежности к опорной сети (магистральные улицы I и II класса). Такую классификацию нельзя назвать лаконичной, она не соответствует современным требованиям и плохо соотносится с иными классификациями. Возникают многочисленные трудности с идентификацией участков улично-дорожной сети, как в административной, так и в проектной деятельности. Так, к примеру, нормативные требования по проектированию дорожных одежд связаны с технической категорией автомобильной дороги, при этом нормативные документы не устанавливают однозначные критерии отнесения городских улиц к тем или иным техническим категориям. Соотнесение производится по аналогии (по количеству полос движения, по расчётной скорости), что не всегда объективно отражает реальные условия эксплуатации улиц.

Градостроительные нормы СССР, лежащие в основе действующих норм, устойчиво сформировались в 1960-е гг. Отличительной особенностью улично-дорожных сетей городов СССР в рассматриваемый период являлись неоднородность состава транспортных потоков и значительная доля в них грузового транспорта. В тоже время, к примеру, магистральные улицы непрерывного движения предназначались главным образом для движения общественного транспорта. В связи с этим, классификация, помимо транспортного значения, основывалась на составе транспортного потока и режиме движения, что усложняло её. Значительное увеличение парка личного автотранспорта и вывод промышленных предприятий из центра города привели к увеличению однородности транспортного потока, что сделало такой принцип классификации неактуальным [8, 9].

В рамках проекта ARTISTS проводится Анализ европейских классификаций, в результате только в странах-участницах проекта выявлено 39 критериев. Для новой классификации участники проекта отобрали 14 основных критериев (табл. 1) и дополнительные, связанные с архитектурно-планировочными характеристиками [10].

Таблица 1

Критерии классификации улиц и дорог в проекте ARTISTS

Критерий	Комментарий
Систематически используемые характеристики	
1. Скорость (Traffic speed)	проектная скорость или верхнее ограничение скорости
2. Дальность поездки (Trip length)	дальность поездок / корреспонденций, обслуживаемых улицей
3. Уровень связи (destination status)	между городами или между соседними районами города
4. Стратегическая роль (Strategic Role)	уровень, значимость элементов УДС города, соединяемых данной улицей (т. е. связь между элементами одного уровня или разных)
5. Движение / Доступ (Circulation v Access)	улица предназначена для пропуска транспорта (движения) или для обслуживания прилегающей к улице территории (доступа)
6. Администрация (Administration)	уровень администрации, в компетенции которой находятся улицы данной категории
Частично используемые характеристики	
7. Сетевые функции (Network role)	принадлежность к сети магистральных улиц и дорог или к местной сети
8. Контроль доступа (Access control)	контроль въезда – выезда, т. е. разрешение или запрещение устройства примыканий местных проездов

Критерий	Комментарий
9. Интенсивность движения (Traffic volume)	авт/ч, авт/сутки
10. Виды движения (Transport mode)	автомобили, общественный транспорт, пешеходы и т. д.
11. Другие пользователи (Other urban users)	наличие/обслуживание пользователей застройки улицы, или территории, прилегающей к улице
12. Окружающая среда (Environment)	устойчивость окружающей среды
13. Застройка (Built frontage)	наличие застройки по границе улицы
14. Ширина улицы/дороги (road width)	ширина отвода

В качестве примера приводится классификация улиц и дорог в немецком нормативном документе RASt 06 [11] в соответствии с рис. 2 и табл. 2.

Связующая функция		Не застроенные главные улицы	Главные улицы в городской застройке	Распределительные улицы
		VS	HS	ES
Континентальная	0	-	-	-
На большие расстояния	I		-	-
Межрегиональная	II	VS II		-
Региональная	III	VS III	HS III	
На близкие расстояния	IV	-	HS IV	ES IV
На короткие расстояния	V	-	-	ES V

VS III	Указание категории
	Проблемы с проектированием
-	Не допускается

Рис. 2. Классификация улиц и дорог в RASt 06

Таблица 2

Соответствие типов улиц категориям в классификации RASt 06

Типичные проектные случаи	Категория улиц
Проезд в жилой застройке	ES V
Улицы в жилой застройке	ES V
Собирающая улица	ES IV
Местная улица	ES IV, HS IV
Деревенская главная улица	ES IV, HS IV
Районная улица на въезде	HS III, HS IV
Районная улица в деловой застройке	ES IV, HS IV
Главная улица в деловой застройке	ES IV, HS IV
Улицы в промышленной застройке	ES IV, ES V, (HS IV)
Связующая улица	ES IV, ES V, (HS IV)
Улицы вне застройки	VS II, VS III

Для соотнесения и сравнения различных классификаций предлагается использовать универсальную классификацию, используемую в картографическом сервисе Open Street Map (OSM) [12], позволяющую идентифицировать схожие типы улиц и дорог разных стран, регионов, территорий [13]. Целесообразность соотнесения с картографической классификацией OSM также обусловлена тем, что данный сервис, и подобные ему, широко используется при анализе транспортной доступности [14], получении графа дорожной сети для

транспортных моделей и других подобных задач, как наиболее универсальный, точный и актуальный источник данных.

Классификация улиц на основе разнородных и разноуровневых факторов, совмещение в некоторых категориях противоречащих друг другу функций в отечественной нормативной документации приводит к нарушению функционального баланса и неэффективной реализации уличных функций. Так, разделение магистральных улиц городского значения по режиму движения (непрерывное и регулируемое) ставит жёсткие рамки, обязывающие проектировщиков применять дорогостоящие транспортные сооружения там, где их применение не всегда оправданно. Исходя из этого, по мнению автора, в рамках разработки новых нормативных документов необходим пересмотр отечественной системы классификации улиц и дорог на основе международного опыта. Чтобы обеспечить преемственность нормативной документации, целесообразно однозначно сопоставлять вновь разработанную классификацию с классификациями из действующих норм.

Для выработки классификации с учетом функционального баланса предлагается прежде всего разделить улично-дорожную сеть исходя из критерия доступа – на внеуличные (изолированные от застройки), и уличные элементы (находящиеся в застройке и обеспечивающие непосредственный доступ к ней). Важность этого разделения связана с тем, что улицы по определению включают в себя большой набор транспортных и нетранспортных функций, в то время как внеуличные дороги выполняют главным образом лишь специальные транспортные функции. В этой связи невозможен плавный переход от дорог высоких категорий к улицам, как это принято в отечественной классификации, так как с точки зрения функций это разные типы сооружений, и граница между ними чёткая и объективная.

Таблица 3

Соотнесение различных классификаций

Картографическая классификация OSM	Классификация по ГОСТ Р 52398-2005 [5]	Классификация по СП 42.13330.2011 [1]	Классификация по РНГП СПб [7]	Классификация по СП (00).13330.2016 (проект)
			<u>Опорная УДС</u>	<u>Магистральные городские дороги</u>
Motorway (шоссе)	Автоматрали Скоростные автомобильные дороги	Магистральные дороги скоростного движения	Скоростные дороги	1 класса – скоростного движения
Trunk (магистраль)	Автомобильные дороги обычного типа (категории IВ, II, III)	Магистральные дороги регулируемого движения	(отсутствует)	2 класса – регулируемого движения
				<u>Магистральные улицы общегородского значения</u>
Primary (первичная)		Магистральные улицы городского значения непрерывного движения	Магистральные улицы городского значения непрерывного движения	1 класса – непрерывного движения
		Магистральные улицы городского значения регулируемого движения	Магистральные улицы городского значения регулируемого движения I класса	2 класса – регулируемого движения
			<u>Улицы, не относящиеся к опорной сети</u>	

Картографическая классификация OSM	Классификация по ГОСТ Р 52398-2005 [5]	Классификация по СП 42.13330.2011 [1]	Классификация по РНГП СП6 [7]	Классификация по СП (00).13330.2016 (проект)
Secondary (вторичная)			Магистральные улицы городского значения регулируемого движения II класса	3 класса – регулируемого движения
tertiary (третичная)		Магистральные улицы районного значения: - транспортно-пешеходные; - пешеходно-транспортные	Магистральные улицы районного значения	магистральные улицы районного значения
		<u>Улицы и дороги местного значения:</u>		
residential (селитебная)		улицы в жилой застройке	улицы в жилой застройке	улицы в зонах жилой застройки
service (обслуживающая)		улицы и дороги научно-производственных, промышленных и коммунально-складских районов	улицы и дороги научно-производственных, промышленных и коммунально-складских районов	улицы в общественно-деловых и торговых зонах
				улицы и дороги в производственных зонах
pedestrian (пешеходная)		Пешеходные улицы: - основные; - второстепенные.	Пешеходные улицы	Пешеходные зоны, улицы, площади
living_street (жилая улица)		Проезды: - основные; - второстепенные.	Проезды	Проезды
unclassified (неклассифицированная)		Парковые дороги		Парковые дороги
cycleway (велодорожка)		Велосипедные дорожки: - обособленные; - изолированные.	Велосипедные дорожки	Велосипедные дорожки: - в составе поперечного профиля улично-дорожной сети - на рекреационных территориях в жилых зонах и т. п.

Недостаточное внимание к этому вопросу приводит к появлению объектов улично-дорожной сети с «гибридным» улично-шоссейными функциями [15]. При этом на таких «гибридах» невозможно обеспечить должным образом заложенные в них функции интенсивного и непрерывного пропуска автотранспорта (интенсивное перестроение в потоке из-за частых примыканий увеличивает вероятность заторов и снижает практическую пропускную способность, сплошной поток не позволяет безопасно осуществлять выезд с примыканий), а уличные функции страдают от несовместимости с «шоссейным» режимом движения

по таким улицам (улица становится серьезной преградой, разделяющей город на локальном уровне, затрудняется доступ к застройке). Кроме того, попытки «гибридизации» улиц приводят к индуцированному росту интенсивности движения по ним, превышающему расчётный, что связано с повышенной привлекательностью таких улиц для водителей. Высокая интенсивность движения создаёт сверхнормативное шумовое воздействие и загрязнение воздуха, что делает прилегающую территорию непривлекательной для уличной активности, приводит к ухудшению условий жизни и состояния здоровья граждан и падению стоимости недвижимости.

Исходя из мировой практики развитых стран можно выделить базовую классификацию, основанную на преобладающей транспортной функции и уровне доступа (функциональная классификация). В зарубежных источниках [16, 17] подчёркивается, что **классификация улиц должна быть максимально простой и лаконичной**. Фактором классификации является уровень транспортных связей, обслуживаемых улицей [18]. Основные уровни связей:

- 1) соединительная (arterial);
- 2) распределительная/собирающая (distribution/collector);
- 3) местного доступа (local access)

При этом, нет необходимости выделять классы на основе каких-либо иных факторов, таких как состав транспортного потока или режим движения. Учесть данные факторы можно при описании каждого класса в отдельности, наряду с описанием особенностей реализации различных функций.

Автором предлагается проект функциональной классификации городских улиц и дорог, учитывающей вышеприведённые требования, обеспечивающей совместимость с международными классификациями и преемственность действующей нормативной документации (см. Выработанная таким образом классификация является примером возможности создания простой и лаконичной системы классификации городских улиц и дорог, соответствующей как международным стандартам, так и отечественным инженерным традициям. В табл. 4 показано соотнесение предлагаемой классификации с картографической классификацией OSM, а также технической и градостроительной классификацией в соответствии с действующими нормативными документами.

Таблица 4) и, в то же время, предельно лаконичной.

Автомагистрали – дороги исключительно для движения автотранспорта с максимально высокой скоростью, соединяющие наиболее важные внешние направления (преимущественно автомобильные дороги федерального значения), а также обеспечивающие транспортную связь районов агломерации и промышленных зон на максимальных дистанциях, проходящие вне застройки, либо на искусственных сооружениях. Особые требования [5]:

- многополосная проезжая часть с центральной разделительной полосой;
- пересечения с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками в разных уровнях;
- доступ возможен только через пересечения в разных уровнях, устроенных не чаще чем через 5 км друг от друга.

Скоростные дороги – дороги исключительно для движения автотранспорта с высокой скоростью, соединяющие важные внешние направления (преимущественно автомобильные дороги федерального и регионального значения), а также обеспечивающие транспортную связь районов агломерации и промышленных зон на больших дистанциях, проходящие вне застройки, либо на искусственных сооружениях. Особые требования [5]:

- многополосная проезжая часть с центральной разделительной полосой;
- пересечения с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками в разных уровнях;
- доступ возможен только через пересечения в разных уровнях, а также через примыкания без пересечения потоков прямого направления, устроенных не чаще, чем через 3 км друг от друга.

Соотнесение предлагаемой классификации с иными действующими классификациями

Картографическая классификация OSM	Класс	Техническая категория	Градостроительная категория
	<u>Внеуличные автомобильные дороги</u>		
motorway	Автомагистрали	IA	Скоростные дороги
	Скоростные дороги	IB	
trunk	Обычные дороги	IB	Магистральные дороги
primary		II	
secondary		III	
tertiary		IV	
local		V	
	<u>Городские улицы и проезды</u>		
primary	Магистральные улицы	IB	Магистральные улицы городского значения
secondary, tertiary	Распределительные улицы	II	Магистральные улицы районного значения
residential, service	Местные улицы	III	Улицы местного значения
living_street	Проезды	IV	Внутриквартальные проезды основные
		V	Внутриквартальные проезды второстепенные

Обычные автомобильные дороги – все прочие автомобильные дороги, проходящие вне застроенных территорий. Особые требования [5]:

- единая проезжая часть или с центральной разделительной полосой;
- доступ через пересечения и примыкания в разных и одном уровне, расположенные для дорог категорий IB, II, III не чаще, чем через 600 м, для дорог категории IV не чаще, чем через 100 м, категории V – 50 м друг от друга.

Магистральные улицы – городские улицы, соединяющие территории города в масштабах города между собой, с внеуличными дорогами и внешними направлениями (преимущественно с автомобильными дорогами регионального и муниципального значения), по которым проходят главным образом магистральные маршруты уличного городского пассажирского транспорта. Имеют неограниченный доступ для негрузового транспорта и разрешенную скорость, безопасную для регулируемого движения автотранспорта (не более 50 км/ч). Особые требования:

- многополосная проезжая часть с центральной разделительной полосой или бульвар с двумя многополосными проезжими частями (количество полос для движения автотранспорта не более 4 в одну сторону);
- разделение параллельных автотранспортных, велосипедных и пешеходных потоков физическими барьерами (разделительные полосы, бордюры);
- пересечения потоков преимущественно в одном уровне (со светофорным регулированием), за исключением подходов к крупным искусственным сооружениям (тоннелям, мостам, путепроводам), а также при прохождении проезжей части в глубокой выемке или насыпи;
- парковка автотранспорта допускается только в парковочных уширениях вдоль проезжей части;
- с целью минимизации негативного воздействия транспортных потоков большой интенсивности, создания комфортной среды и восполнения дефицита зеленых насаждений при его наличии необходим максимальный объем озеленения.

Примечание: допускается устройство четырехполосных проезжих частей без центральной разделительной полосы, но с устройством островков безопасности на пешеходных переходах; допускается парковка автотранспорта на проезжей части при условии достаточной ширины сечения, доступного для движения, с обозначением парковочных мест разметкой).

Распределительные улицы – городские улицы, соединяющие территории города в масштабах районов с улицами и внеуличными дорогами более высокого класса, по которым проходят главным образом подвозящие маршруты уличного городского пассажирского транспорта. Имеют неограниченный доступ для негрузового транспорта и разрешенную скорость, безопасную для регулируемого движения автотранспорта совместно с велосипедистами, движущимися по велополосам (не более 40 км/ч). Особые требования:

- бульвар с двумя двухполосными проезжими частями, или четырехполосная проезжая часть с центральной разделительной полосой, или двухполосная проезжая часть без разделительной полосы;
- разделение параллельных автотранспортных и пешеходных потоков физическими барьерами (разделительные полосы, бордюры);
- пересечения потоков в одном уровне (нерегулируемые, саморегулируемые или со светофорным регулированием), за исключением случаев прохождения проезжей части в глубокой выемке или насыпи;
- парковка автотранспорта допускается только в парковочных уширениях вдоль проезжей части;
- объем озеленения, достаточный для устранения негативного воздействия транспортных потоков средней интенсивности и обеспечения комфортной среды;

Примечание: допускается устройство четырехполосных проезжих частей без центральной разделительной полосы, но с устройством островков безопасности на пешеходных переходах; допускается парковка автотранспорта на проезжей части при условии достаточной ширины сечения, доступного для движения, с обозначением парковочных мест разметкой); при необходимости возможно ограничение сквозного движения автотранспорта с обеспечением движения только общественного транспорта, велосипедистов и пешеходов (автобусно-/трамвайно-пешеходные улицы).

Местные улицы – городские улицы, соединяющие массивы застройки (кварталы) с улицами и дорогами более высокого класса. Движение общественного транспорта не осуществляется, за исключением случаев, когда это необходимо для обеспечения его нормативной пешеходной доступности. Имеют неограниченный доступ для не грузового транспорта и разрешенную скорость, безопасную для совместного регулируемого движения автотранспорта и велосипедистов, движущихся по велополосам или в одном потоке (не более 30 км/ч).

- бульвар с двумя однополосными проезжими частями или двухполосная проезжая часть без разделительной полосы;
- разделение параллельных автотранспортных и пешеходных потоков физическими барьерами (разделительные полосы, бордюры);
- нерегулируемые или саморегулируемые пересечения потоков в одном уровне;
- парковка автотранспорта на проезжей части (при достаточной ширине) или в парковочных уширениях вдоль неё;
- объем озеленения, достаточный для обеспечения комфортной среды.

Примечание: при необходимости возможно ограничение сквозного движения автотранспорта с обеспечением движения только велосипедистов и пешеходов (велопешеходные и пешеходные улицы), либо введение свободного преимущественного движения пешеходов (совместное пространство) без ограничения сквозного движения автотранспорта, но с ограничением разрешенной скорости до 20 км/ч.

Проезды – территории, предназначенные для доступа транспортных средств и пешеходов к земельным участкам и отдельным зданиям внутри квартала. Движение городского общественного транспорта не допускается. Разрешенная скорость обеспечивает безопасное совместное движение автотранспорта, велосипедистов и пешеходов (не более 20 км/ч).

- двухполосная или однополосная проезжая часть без разделительной полосы;
- нерегулируемые пересечения потоков в одном уровне, свободное преимущественное движение пешеходов;
- парковка автотранспорта на проезжей части (при достаточной ширине) или в парковочных уширениях вдоль неё;
- объем озеленения, достаточный для обеспечения комфортной среды.

Выработанная таким образом классификация является примером возможности создания простой и лаконичной системы классификации городских улиц и дорог, соответствующей как международным стандартам, так и отечественным инженерным традициям. В табл. 4 показано соотнесение предлагаемой классификации с картографической классификацией OSM, а также технической и градостроительной классификацией в соответствии с действующими нормативными документами.

Литература

1. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Москва: Стандартинформ, 2011.
2. *Лелюко Я. В.* Улица крупного города, как линейное общественное пространство (на примере г. Красноярск). 2013.
3. PIARC – Strategies for balancing urban transport to improve mobility and reduce road congestion, Technical Committee B.3 Improved mobility in urban areas, Paris, 2013.
4. Федеральный закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
5. ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования». Москва: Стандартинформ, 2006.
6. *Ярмолинский А. И.* Классификация городских улиц и дорог // Анализ состояния и актуальные задачи повышения эффективности функционирования улично-дорожной сети г. Хабаровска: материалы науч.-практ. конф. Хабаровск. 2005. С. 164.
7. Закон Санкт-Петербурга от 14 февраля 2014 года №23-9 «О региональных нормативах градостроительного проектирования, применяемых на территории Санкт-Петербурга». Санкт-Петербург. 2014.
8. *Михайлов А. Ю., Головиных И. М.* Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов. Новосибирск: Наука, 2004.
9. Отчет Всемирного банка №73228-RU. Национальная концепция устойчивых городских транспортных систем. Предложения по усовершенствованию системы городского транспорта., Международный банк реконструкции и развития/Всемирный банк по заказу Министерства транспорта Российской Федерации, 2013.
10. *Михайлов А. Ю., Мясников Р. Ю., Карасов С. В., Чекалина С. Л.* Особенности новых классификаций городских улиц // Материалы X международной (тринадцатой екатеринбургской) научно-практической конференции 14–15 июня 2004 года.
11. Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06) 2006.
12. Картографический веб-сервис «OpenStreetMap» [Электронный ресурс] URL: <http://www.openstreetmap.org/>
13. Highway: International equivalence [Электронный ресурс] // OpenStreetMap Wiki: [сайт]. URL: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Highway:International_equivalence (дата обращения: 10.05.2017).
14. *Сомов Э. В.* Геоинформационное картографирование обеспеченности населения общественным транспортом на примере г. Москвы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук, Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, М., 2015. 6 с.
15. Defining the Worst Type of Street Design [Электронный ресурс] // CityLab: [сайт]. [2014]. URL: <https://www.citylab.com/transportation/2014/01/dangerous-street-design-spreading-through-suburbs/8033/>
16. PIARC: The urban road network design. // 10.04.B, Routes/Roads. 1991. pp. 45-84.
17. PIARC: Urban road design and architecture // 10.08.B, Routes/Roads special issue II-1995. pp. 51-126.
18. PIARC ACTIVITY REPORT 2000-2003 From Kuala Lumpur Congress (October 1999) to Durban Congress (October 2003), Paris, 2003. 51-51 pp.

УДК 656.052.1:004.9

Александр Владимирович Белов, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: *belov_trans@mail.ru*

Aleksandr Vladimirovich Belov, Ph.D,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: *belov_trans@mail.ru*

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯМИ

TRAFFIC ENGINEERING IN THE CONDITIONS OF VEHICLES DRIVING AUTOMATION

Автоматизация управления автомобилем является на сегодняшний день ведущим трендом развития интеллектуальных транспортных систем. Исключение человека водителя из контура управления автомобилем неизбежно окажет влияние на методы организации дорожного движения (ОДД) и управления транспортными потоками. В начале статьи отмечены проблемы применяемой в настоящее время терминологии в данной области, в частности терминов «беспилотный автомобиль» и «автономный автомобиль». Далее рассмотрены основные возможные изменения в методах ОДД вследствие автоматизации управления автомобилем. Отмечается сложность организации движения совмещенных потоков автомобилей, двигающихся в автоматическом режиме и управляемых человеком. По результатам исследования сделан вывод о необходимости пересмотра методологии организации и управления дорожным движением. Рассмотрены особенности перехода от управления потоком в целом к управлению потоком на уровне отдельного автомобиля или управлению формированием транспортных потоков.

Ключевые слова: беспилотный автомобиль, автономный автомобиль, организация дорожного движения, интеллектуальные транспортные системы, управление формированием транспортных потоков.

Nowadays, the vehicle driving automation is the main trend in the development of the intelligent transportation systems. Exclusion of the human from the loop of vehicle control inevitably brings effect to the traffic engineering and management methods. The terminology issues in this area are pointed out in the beginning. Further the main possible changes in traffic engineering due to vehicle driving automation are considered. The difficulty of combining of human driven and automated vehicles in the same traffic flow is pointed out. Results of described research shows that traditional traffic engineering and management approaches require total revising. The traffic management technologies will be able to switch to individual vehicle control instead of flow as a whole. This brings new method of traffic flow formation management.

Keywords: driverless vehicle, autonomous vehicle, traffic management, intelligent transportation systems, traffic flow formation management.

В апреле 2016 г. 28 стран Евросоюза подписали соглашение «Амстердамская декларация» (Declaration of Amsterdam), где определили основные направления работы по внедрению автоматического вождения в Европе [1]. А в марте 2017 г. странами Евросоюза было подписано письмо о намерениях проведения широкомасштабных полевых испытаний на дорогах общего пользования [2], где указывается, что движение в автоматическом режиме будет разрешено в 2019 г. и будут внесены соответствующие изменения в Венскую и Женевскую конвенции по ОДД. Очевидно, что повышение степени автоматизации управления автомобилем существенно изменит свойства транспортного потока как объекта управления. В этой связи представляется необходимым проведение исследований в области влияния автоматизации управления автомобилем на методы организации и управления дорожным движением.

В настоящее время терминология в рассматриваемой области не устоялась. Существует несколько основных терминов, определяющих транспортное средство способное перемещаться без вмешательства со стороны человека-водителя. Наиболее распространенным термином является «беспилотное транспортное средство». На прошедшем в марте 2016г. в Государственной думе круглом столе «Беспилотные транспортные системы: тех-

нологии, регулирование, экономика» [3] было предложено определение термина: «Беспилотное транспортное средство – механическое транспортное средство, оборудованное системой автоматического управления, которое может передвигаться без участия водителя». Термин «беспилотный» широко применяется в авиации, где действительно существуют беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в которых нет пилота. Но их основное отличие в том, что БПЛА в принципе не предусматривают возможность ручного пилотирования находящимся на борту человеком, и, на сегодняшний день, вообще наличия людей на борту. Перенос данного термина на автомобиль представляется не совсем корректным.

Другими распространенными в отечественной литературе терминами являются «автономное транспортное средство» и «автономные транспортные системы». Автономность системы подразумевает независимость от чего-либо в выполнении определенных функций. Основной чертой понятия автономной системы является то, что функционирование и поведение таких систем определяется их внутренними основаниями и не зависит от воздействия внешнего окружения [4] Применительно к понятию транспортного средства [5], это означает полную независимость при осуществлении перемещения людей и грузов по дорогам. Таким образом это должно быть транспортное средство или даже система, которая бы полностью самостоятельно могла решать все задачи, связанные с осуществлением перевозок, кого, куда и как перевозить. На сегодняшний день говорить о таком типе транспортных средств на дорогах общего пользования пока рано.

В англоязычной литературе встречаются следующие термины: driverless car – дословно «безводительный» автомобиль; self-driving car – самоуправляемый или самодвижущийся автомобиль; robotic car – роботизированный автомобиль; autonomous car (vehicle) – автономный автомобиль (транспортное средство). Однако, в последнее время в публикациях, выступлениях и официальных документах все чаще вместо терминов «driverless car» и «autonomous car» звучат такие термины как «automated driving» и «vehicle automation systems», т. е. на первое место выходит процесс управления автомобилем и методы его автоматизации, а не сам автомобиль. Также общепринятым является деление процесса автоматизации управления автомобилем на 5 этапов. Таким образом, наиболее корректным представляется термин «автомобиль (ТС) с автоматизированным управлением», а в случае полной автоматизации управления можно говорить об «автоматическом транспортном средстве». Тем не менее вопрос терминологии в данной области остается открытым.

Традиционные методы ОДД утратят актуальность и окажутся неэффективными с появлением на дорогах автомобилей с высокой степенью автоматизации управления, способных оценивать ситуацию и принимать решения более точно и быстро.

Человек-водитель является самым ненадежным звеном в системе ВАДС. Он подвержен утомляемости, обладает ограниченной способностью к приему и обработке информации, имеет существенное время реакции, может отвлечься, а также склонен намеренно нарушать установленные ПДД режимы движения.

По аналогии с техническими системами существует понятие надежности водителя, то есть его способности работать без отказов (без создания аварийных ситуаций) в течение определенного периода.

Как показали исследования, описанные в [6], только 20 % кандидатов в водители показывают хорошие результаты и быстро осваивают навыки управления автомобилем, 70 % имеют в целом удовлетворительные показатели, а про оставшиеся 10 % можно с достаточной степенью уверенности сказать, что они непригодны к управлению автомобилем. Однако, в подавляющем большинстве они получают водительское удостоверение. Это обстоятельство вызывает необходимость учитывать наиболее худшие показатели водителей при организации и управлении дорожным движением.

В деятельности водителя в процессе движения можно отметить четыре этапа:

- выделение источника информации;
- оценка ситуации;

- принятие решения;
- реализация решения (управляющие воздействия на автомобиль).

На этапе выделения источника информации для водителя характерны ошибки восприятия, которые выражаются в том, что признаки опасности обнаруживаются либо не полностью, либо с опозданием, или не обнаруживаются совсем. На данном этапе методы ОДД призваны оптимизировать поток входящей информации, а именно минимизировать объем информации и повысить ее качество, т. е. отсеять нерелевантную информацию.

Когда признаки опасности дорожной ситуации обнаружены своевременно и в полном объеме, могут возникнуть ошибки оценки параметров ситуации. Как правило, ошибочно оцениваются скорости, ускорения (торможения) других автомобилей, дистанции или интервала, расположения транспортных средств на проезжей части, расстояния до объектов. Результат этапа оценки в большей степени зависит от психо-физиологических особенностей и опытности водителя. На этой стадии методы ОДД могут лишь способствовать более точной и быстрой оценке ограниченного набора информации путем ее предварительной обработки. Помочь правильно оценить параметры движения других участников традиционные методы ОДД не в состоянии.

На этапе принятия решения также большое влияние имеют опытность и особенности водителя, в том числе ответственность и склонность нарушать ПДД. Методы ОДД на данном этапе призваны рекомендовать или предписывать некоторое решение, как правило, далеко не оптимальное для конкретной ситуации, но стремящееся обеспечить безопасность в расчете на худший сценарий (как, например, при расчете промежуточного такта светового регулирования).

Кроме непосредственно управления автомобилем, у водителя возникают дополнительные задачи в контексте совершения конкретной поездки. В процессе совершения поездки водитель должен:

- выбрать пункт назначения,
- выбрать маршрут движения,
- выбрать время выезда,
- при необходимости корректировать маршрут во время движения.

Кроме обеспечения безопасности в процессе движения автомобилей методы ОДД призваны повысить эффективность использования дорожного пространства и снизить негативные проявления коллективного поведения пользователей транспортных средств. Наиболее распространенный негативный эффект – это снижение пропускной способности при возникновении транспортных заторов. Их возникновение вызвано тем, что пользователи стремятся прибыть в пункты своего назначения в определенное время и одновременно используют дорожное пространство. Вследствие закономерностей движения потока из управляемых человеком автомобилей при повышении плотности происходит снижение скорости движения вплоть до полной остановки, при этом фактическая пропускная способность дороги снижается при образовании затора, это явление в зарубежной литературе получило название «capacity drop». Кроме этого, коллективное поведение водителей приводит к неоптимальному распределению потоков по маршрутам движения (известное различие между равновесным и системно-оптимальным распределением). Для минимизации негативных проявления коллективного поведения водителей, методы ОДД призваны оптимизировать распределение автомобилей во времени и пространстве. Однако традиционные методы организации и управления движением имеют очень слабую степень влияния на поведение водителей в данных аспектах.

Таким образом, с точки зрения проявления человеческих особенностей поведения, методы ОДД должны быть направлены на минимизацию влияния следующих трех групп факторов:

- психо-физиологические особенности водителя при непосредственно управлении автомобилем,

– особенности поведения при совершении конкретной поездки (выбор пункта назначения и маршрута движения, спешка при возможности опоздания в зависимости от цели поездки),

– факторы коллективного поведения (взаимовлияние выбора маршрутов движения и времени начала поездки).

Повышение степени автоматизации управления означает снижение доли операций, выполняемых человеком и замещение функций восприятия, оценки информации и передачи управляющих воздействий специальными сенсорами, программными алгоритмами и исполнительными устройствами соответственно. Сенсоры в отличие от человека не подвержены утомлению и снижению концентрации внимания, а исполнительные устройства реагируют предсказуемо и значительно быстрее [7]. Замещение функций управления автомобилем также приведет к нивелированию особенностей поведения на дороге и снижению влияния факторов коллективного поведения. Далее описаны основные результаты анализа существующих методических направлений организации дорожного движения (ОДД) [8] в части их актуальности при появлении автоматических автомобилей.

А. Разделение потоков в пространстве

С точки зрения минимизации конфликтных точек пересечения потоков данный метод остается актуальным, поскольку наличие пересечений траекторий движения транспортных средств все равно несет в себе потенциал опасности. С точки зрения физического выделения траекторий движения (канализирования) в условиях автоматизации управления автомобилем метод теряет актуальность, поскольку автомобиль будет безошибочно определять нужную траекторию движения.

Маршрутизация потоков путем установки информационно-указательных знаков и табло переменной информации теряет эффективность при наличии в автомобиле навигационного устройства с двусторонней связью.

Б. Разделение потоков во времени

Метод поочередного использования дорожного пространства конфликтующими потоками безусловно остается актуальным, однако могут существенно поменяться способы его реализации. Уже при небольшой степени автоматизации (только продольное движение) эффективность проезда перекрестков может быть значительно повышена, за счет формирования плотных колонн и реализации принципа координированного управления на продолжительных маршрутах без необходимости учета распада пачки автомобилей. Проезд конфликтных точек уже не зависит от времени реакции и оценки параметров потоков водителем и может осуществляться с минимальными интервалами. При наличии систем связи между автомобилями появляется возможность организации проезда перекрестков по принципу свободных окон, не останавливая потоки, как, например, в [9]. Таким образом, снимается необходимость в традиционном светофорном регулировании.

В. Оптимизация скоростного режима

На данный метод ОДД автоматизация управления автомобилем оказывает наибольшее влияние. За счет снижения времени реакции системы и исключения ошибок управления, вероятность ДТП резко снижается, что позволяет осуществлять передвижение с более высокими скоростями. Максимальная скорость будет определяться системой управления с учетом таких факторов как комфорт пассажиров, шумовое воздействие, наличие пешеходов. В тоже время на участках с повышенной опасностью система будет строго выдерживать допустимую скорость. Снижение зависимости динамического габарита от скорости повысит пропускную способность. Таким образом, данный метод полностью теряет актуальность в сегодняшнем виде при автоматизации управления автомобилем.

Г. Формирование однородных потоков

Данный метод частично потеряет актуальность, поскольку с одной стороны однородный поток из автоматических автомобилей (с различными габаритами и динамическими

характеристиками) не будет вызывать внутренних конфликтов в потоке и оказывать влияние на комфорт водителей (пассажиров). С другой стороны, из-за различия в динамических характеристиках ТС все же целесообразно гомогенизировать потоки.

Д. Организация движения пешеходов (и велосипедистов)

В условиях автоматизации управления автомобилем данный метод получает особое значение. Поведение пешеходов зачастую бывает непредсказуемо, поэтому следует обеспечить максимально возможную степень физического разделения транспортных и пешеходных, а также велосипедных потоков. Также это необходимо вследствие повышения скоростей движения транспорта, хотя в зоне пешеходных переходов скорость потока будет гарантированно снижаться. Следует также совершенствовать системы в направлении более надежного обнаружения пешеходов. На перекрестках появится более существенное обоснование в необходимости выноса пешеходных путей на другой уровень, для обеспечения возможности работы перекрестка в режиме «свободных окон». Также возможно выделение пешеходной фазы и транспортной фазы в указанном режиме.

Е. Решение проблем временных стоянок

Данный метод ОДД также может претерпеть существенные изменения. Автомобиль может самостоятельно припарковаться в специально отведенных местах, где отсутствует его влияние на условия движения. Также использование парковочного пространства может быть более эффективным за счет уменьшения расстояния между автомобилями. Также стоянка автоматических автомобилей может быть организована на крайних левых полосах вместо крайних правых, что позволит повысить удобство для пешеходов и велосипедистов.

Очевидно, что методы направленные на обеспечение безопасности должны применяться вплоть до полного исключения управляемых человеком и не включенных в систему кооперативного управления автомобилей. Часть методов направленных на предупреждение водителей посредством элементов инфраструктуры может быть преобразована или отменена при полном переходе на передачу информации в каждый автомобиль, при этом он может оставаться под управлением человека.

Когда все автомобили будут иметь систему полностью автоматического управления станут избыточными и другие методы ОДД обеспечивающие безопасность в расчете на особенности поведения человека-водителя. Особое значение имеет возможность передачи данных от автомобилей к инфраструктуре и между автомобилями (V2I, V2V). С повсеместным распространением таких систем связи появится возможность реализации принципиально иного подхода к управлению движением потоков.

Появление автоматических автомобилей приведет к изменениям в некоторых свойствах транспортного потока как объекта управления:

Стохастичность потока будет уменьшаться с повышением степени автоматизации управления автомобилем и доли автоматических автомобилей в потоке.

Снижение времени реакции, а также кооперативные технологии управления приведут к существенному снижению инерционности потока, позволяя быстрее изменять его параметры.

Автоматические транспортные средства двигаясь в общем потоке ведут себя как своего рода фильтр возмущений потока, что меняет внутренние зависимости между параметрами потока и позволяют сделать движение более плавным. Значительно усилить этот эффект может простая поправка в нормативно-правовые документы, позволяющая автоматизированным автомобилям с помощью своих сенсоров и камер фиксировать и передавать в центр управления факты нарушений ПДД другими участниками движения.

Наличие автоматических транспортных средств в потоке предполагает более высокую степень управляемости в зависимости от степени автоматизации и состава потока вплоть до 100 % при полном исключении человека из контура управления.

Таким образом, автоматизация управления автомобилем существенно скажется на свойствах транспортного потока, как объекта управления. Кроме того, интеграция систем

управления автомобилем и систем управления движением меняет существующую методологию управления, поскольку объектом управления уже может стать не транспортный поток в совокупности, а отдельные ТС. Такое преобразование открывает возможность перехода к методу управления, позволяющему формировать такие потоки, которые могут быть оптимально обслужены инфраструктурой, а не продолжать борьбу с негативными проявлениями последствий индивидуального поведения водителей.

На переходном этапе проблемы взаимодействия автоматических и управляемых человеком автомобилей будут проявляться в большей степени при повышении плотности потоков и в заторовых ситуациях, когда участникам движения приходится конкурировать за право проезда. Для снижения помех вследствие высокой плотности потоков следует предусмотреть меры, регулирующие доступ на такие участки и поддерживающие оптимальную плотность потока. Система, позволяющая осуществить такое регулирование, была разработана в диссертационном исследовании автора [10] и запатентована [11]. Также в диссертационном исследовании была предложена концепция «управления формированием транспортных потоков», как активного воздействия на параметры потока в процессе его формирования с целью обеспечения максимальной эффективности использования имеющейся инфраструктуры.

Следует отметить, что предложенный подход был одобрен и международным научным сообществом, что подтверждается принятием статьи для доклада на Европейском конгрессе по ИТС в июне 2017 г., а также включением главы в состав книги по ИТС, которая будет издана в США также в 2017 году [12].

Можно обозначить следующие составляющие методологии управления формированием транспортных потоков:

- управление скоростью движения отдельных автомобилей,
- формирование плотных колонн на магистралях,
- сортировка ТС по направлению движения на следующем перекрестке,
- оптимальное распределение по маршрутам,
- контроль доступа для предотвращения перегрузки.

Таким образом, можно сделать вывод, что подход управления формированием транспортных потоков представляется наиболее подходящей основой ОДД как для потоков только автоматических автомобилей, так и для смешанных потоков автоматических и управляемых человеком автомобилей.

Результатом полного перехода на автоматический транспорт будут кардинальные изменения во многих сферах экономики и социальных взаимодействий. Транспортная отрасль также будет уже совершенно иной системой, она не будет такой же как сейчас, но без водителей – изменения будут иметь фундаментальный характер. По оценкам из различных источников наиболее вероятной станет концепция персональной мобильности по запросу (*mobility on demand*). Основу городского транспорта будут составлять небольшие 1–4 местные капсулы, которые будут доступны для вызова в любое время. Какая-то доля личных автомобилей несомненно останется, также сохранятся и системы внеуличного транспорта. Городской ландшафт также значительно поменяется, отсутствие необходимости массовой парковки позволит преобразовать центральные части городов и использовать освободившееся место, а это около 1/3 уличного пространства, более эффективно. Повсеместная доступность автоматического транспорта позволит селиться в более удаленных от центра районах без существенных потерь времени на дорогу. Это также преобразует сегодняшние города, они превратятся в крупные агломерации с малоэтажной застройкой на периферии.

Литература

1. Declaration of Amsterdam on cooperation in the field of connected and automated driving, 14 April 2016.
2. Letter of Intent on the testing and large scale demonstrations of Connected and Automated Driving. EU. Rome. 23 March 2017.

3. Госдума решила пустить беспилотники на дороги общего пользования. [Электронный ресурс]: За рулем. URL: <https://www.zr.ru/content/news/900052-gosduma-reshila-pustit-bespilo/> (дата обращения: 17.03.2017).
4. Новая философская энциклопедия: В 4 тт. М.: Мысль. Под редакцией В. С. Стёпина. 2001.
5. Правила дорожного движения Российской Федерации (утв. постановлением Совета Министров – Правительства РФ от 23 октября 1993 г. N 1090)
6. Мишуринов В.Н., Романов А.Н. Надёжность водителя и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1990. – 167 с.
7. Ward J.D. Step by step to an Automated Highway System-and beyond. Auto-mated Highway Systems (P. A. Ioannou, ed.), pp. 73-91, Plenum Press, New York. 1997
8. Климовичейн Г. И. Организация дорожного движения : учеб. для вузов / Г. И. Климовичейн, М. Б. Афанасьев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1997. – 231 с.
9. Fajardo D. T. et al, “Automated Intersection Control: Performance of Future Innovation Versus Current Traffic Signal Control “, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2259, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2011, pp. 223–232.
10. Белов А.В. Повышение эффективности использования улично-дорожных сетей на основе управления формированием транспортных потоков: диссертация ... кандидата технических наук : 05.22.01 / Белов Александр Владимирович; [Место защиты: Моск. гос. автомобил.-дорож. ун-т (техн. ун-т)].- Москва, 2014.- 134 с.
11. Патент Российской федерации №2507583 «Способ организации системы навигации и управления дорожным движением», получен 20.02.2014г. Приоритет от 27.04.2012 г.
12. A.V. Belov. Traffic Management Perspectives in the Presence of Autonomous Vehicles, In: G. Fusco (Ed.), Intelligent Transport Systems (ITS): Past, Present and Future Directions. ISBN: 978-1-53611-815-5. New York. Nova Science Publishers, 2017.

УДК 656.1

Олег Викторович Белый, зам. председателя
Людмила Дмитриевна Барина,
ведущий научный сотрудник
Любовь Эдуардовна Забалканская,
ведущий научный сотрудник
(Санкт-Петербургский научный центр
Российской академии наук)
Email: barinova@spbrc.nw.ru

Belyi O.V., Deputy Chairman
Barinova L.D.,
Senior Researcher
Zabalkanskaya L.E.,
Senior Researcher
(St.Petersburg scientific center of the Russian
Academy of Sciences)
Email: barinova@spbrc.nw.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

ECOLOGICAL ASPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT CITY TRANSPORT SYSTEM

Решение транспортных проблем мегаполиса влияет не только на экономическую ситуацию, но также носит социальный и экологический характер. В связи с этим в данной работе рассмотрена взаимосвязь экологических, эколого-экономических и эколого-социальных аспектов устойчивого развития транспорта. Определены основные цели управления экологически устойчивым развитием транспортной системы крупных городов. Рассмотрены направления совершенствования управления развитием транспортной системы мегаполиса, соответствующие стратегии «Избегать – Переключать – Совершенствовать». При этом особое внимание уделено некоторым экологическим аспектам транспортной деятельности, которые часто не принимаются во внимание при разработке мер по обеспечению экологической безопасности городского пассажирского транспорта.

Ключевые слова: экологически устойчивое развитие, городская транспортная система, эффективность потребления ресурсов, здоровье человека

The solution of the megalopolis transport problem influences not only an economic situation, but also has social and environmental issue. This article deals with the interrelation of ecological, ecologo-economic and ecologo-social aspects of sustainable development of transport. Main purposes of management of ecologically sustainable development of transport system of the megalopolises are stated. The directions for improving the management of development of megalopolis transport system in accordance with strategy – “Avoid – Shift – Improve» are considered. In addition, some ecological aspects of transport activity are highlighted; they are often not taken into account while creating the measures to ensure ecological safety of city public transport.

Keywords: ecologically sustainable development, city transport system, efficiency of consumption of resources, human health

Транспортная система любого города играет огромную роль в его жизнеобеспечении. При этом транспортные потоки и объекты транспортной инфраструктуры оказывают существенное негативное воздействие на городскую среду и здоровье жителей. Особенно это характерно для городов – миллионников. Так, например, в Москве 93,5 %, а в Санкт-Петербурге 85,7 % загрязнения воздушной среды обусловлено выбросами автотранспорта [1]. Транспорт является и одним из наиболее существенных потребителей природных ресурсов.

Основной целью управления городской транспортной системой является обеспечение удовлетворения потребностей экономики и общества в передвижении грузов – и пассажиропотоков при условии минимизации издержек от её деятельности. Необходимо отметить, что внешние издержки представляют собой как прямые затраты на создание и содержание транспортной инфраструктуры, так и косвенные затраты, связанные несчастными случаями и ухудшением качества городской среды, что влечёт за собой как негативное воздействие на здоровье жителей города, так и разрушение памятников истории и архитектуры. Таким образом, очевидно, что решение транспортных проблем мегаполиса влияет не только на экономическую ситуацию, но также носит социальный и экологический характер. Однако при принятии управленческих решений, косвенные издержки, связанные с функционированием транспорта, не учитываются.

Переход к управлению развитием транспортной системы на основе концепции устойчивого развития, обеспечивающей баланс интересов экономики, общества и окружающей природной среды, позволяет учитывать не только экономический, но также экологический и социальный аспекты. Управление экологически устойчивым развитием транспорта должно обеспечивать:

- сохранение качества городской среды;
- сохранение ресурсного потенциала;
- обеспечение справедливого распределения положительных и отрицательных эффектов деятельности транспорта.

Основным условием сохранения качества городской среды является *снижение техногенной нагрузки*. Очевидно, что интенсивность техногенной нагрузки во многом определяет качество жизни в городе. Снижение техногенной нагрузки также влечёт за собой и снижение внешних издержек от транспорта, а, значит, обеспечивает экологический, экономический и социальный эффекты одновременно.

Обеспечение эффективности потребления ресурсов способствует экономии природных ресурсов и, соответственно, снижению нагрузки не только на городскую среду, но и на окружающую природную среду в более широком смысле, поскольку снижает негативное воздействие при получении и транспортировке электроэнергии и, соответственно, при добыче, переработке и транспортировке углеводородов. Эффективность использования городского пространства во многом определяет качество жизни горожан. Таким образом, обеспечение реализации этой задачи влияет как на экологический, так и на экономический и социальный аспекты устойчивого развития.

Обеспечение равных возможностей доступа к различным городским объектам не только является важным фактором повышения качества жизни в городе, но при этом еще и создает условия для устойчивого функционирования экономики, обеспечивая, таким образом, экономический и социальный эффекты.

Обеспечение безопасности передвижения по городу также является важнейшим фактором повышения качества жизни, а также снижает внешние издержки от транспорта.

В основе разработки решений, позволяющих перейти к устойчивому развитию транспортной системы, лежит последовательная реализация трех основных стратегий – *избегать* необязательных перемещений, *переключать* перевозки на более «устойчивые» виды транспорта и, наконец, *совершенствовать* транспортные технологии, транспортные

средства и т. д. [2]. В идеале это означает, что в первую очередь должны разрабатываться и реализовываться меры, направленные на сокращение транспортных потребностей, т. е. градостроительные и планировочные решения, а также меры по поощрению организации удалённых рабочих мест. Решения по инструментам реализации стратегии avoid принимаются на более высоком уровне управления, чем управление транспортным комплексом, однако именно решения по управлению «транспортным спросом» позволяют, как снизить нагрузку на городскую среду, так и снизить потребление ресурсов транспортной системой.

Следует отметить, что техногенная нагрузка на городскую среду от транспортных потоков существенно зависит от условий движения. Перерасход топлива при движении в пробках в среднем составляет 30 % [3]. При «плотном» движении увеличивается интенсивность как химического, так и шумового и вибрационного воздействия.

Увеличение плотности УДС приводит к увеличению площади удерживающих высокую температуру заасфальтированных поверхностей и способствует образованию эффекта «теплового острова», что усиливает воздействие вредных веществ на здоровье человека, а «запечатывание» почвы ещё и наносит ущерб зелёным насаждениям, которые могли бы снизить интенсивность негативных воздействий на организм человека. Таким образом, развитие УДС должно быть направлено на повышение её связности, что позволит снизить пробег автотранспорта. Однако наиболее эффективными для уменьшения пробега автотранспорта являются меры по снижению «транспортного спроса», что обеспечит, в том числе и снижение загрузки УДС.

Следует учитывать тот факт, что жители крупных городов России, в основном, не имеют возможности менять место проживания в зависимости от места работы. При этом огромное количество рабочих мест, связанных с определённым уровнем профессиональной компетенции, например, многочисленные учреждения, относящиеся к сфере науки, культуры и высшего образования, находятся в центральной части крупных городов. Поэтому необходимо обеспечить возможность совершения ежедневных маятниковых передвижений теми видами транспорта, которые наиболее эффективно используют природные, пространственные и энергетические ресурсы, снижают техногенную нагрузку на среду, и их оптимального сочетания. Применительно к крупным городам это означает переход к мультимодальной транспортной системе, основные передвижения в которой совершаются на общественном транспорте. Однако по данным Росстата пассажирооборот городского электротранспорта и автобусов с 2000 по 2015 год снижался [4]. При этом количество личного автотранспорта увеличивается, что даёт возможность предположить, что это снижение происходило за счёт переключения с общественного транспорта на личный автотранспорт.

Заметим, что различные виды общественного транспорта также обладают различными показателями удельного потребления энергии и удельных выбросов (для электротранспорта необходимо учитывать выбросы при производстве электроэнергии), которые существенно зависят от заполненности транспортных средств. В качестве примера в таблице приведены данные об удельном потреблении энергии некоторыми видами общественного транспорта при разной загрузке салона [5].

Удельные выбросы электротранспорта существенно зависят от источников получения электроэнергии. Однако, выбросы ДВС, в отличие от выбросов электростанций, происходят непосредственно в зоне дыхания человека. Качественный состав автопарка, оказывающий заметное влияние на объём выбросов, гораздо лучше поддаётся регулированию для городского транспорта общего пользования, чем личного автотранспорта. Все эти факторы следует учитывать при планировании транспортного обслуживания, в особенности при создании новой транспортной системы.

И, наконец, необходимо совершенствовать транспортные технологии, технологии управления транспортными системами, а также собственно транспортные средства и оборудование объектов транспортной инфраструктуры с целью снижения удельного энергопотребления и удельных выбросов.

Сравнение энергопотребления метро и автобуса

Вид пассажирского транспорта	Энергопотребление на Ватт в час на пассажиро-километр
Метро (Токио, Гонконг)	79
Метро (заполнено на 21%)	240
Автобус (заполнен на 45%)	101
Автобус (8,9 пассажиров)	875

80 % стран Евросоюза использует маркировку легковых автомобилей по классам энергоэффективности, что приводит к общему снижению потребления топлива на 4–5 %, а, следовательно, и снижению выбросов от ДВС [3]. Однако следует заметить, что использование более совершенных ДВС, гибридных и электромобилей, а также автотранспорта на газовом топливе снижает выбросы вредных веществ с отработавшими газами, но никак не влияет на выбросы, связанные с истиранием шин автотранспорта и дорожного полотна. Загрязнение воздуха твёрдыми частицами в результате истирания дорожных покрытий, износа шин и деталей автомобилей представляет собой фактор, которому уделяется недостаточное внимание при разработке мер по снижению воздействия транспорта на окружающую среду и здоровье человека.

Одним из возможных способов снижения воздействия, связанного с данным фактором является эковожжение. Эковожжение позволяет экономить 8–12 % топлива, сократить выбросы на 5–20 %, снизить уровень шума, повысит безопасность движения, уменьшить эксплуатационные расходы за счёт снижения нагрузок на различные части автомобиля [6], т. е. затрагивает все аспекты устойчивого развития. Однако существенное снижение выбросов твёрдых частиц, в том числе и ТЧ₁₀ и ТЧ_{2,5}, представляющих существенную опасность для здоровья человека, возможно только при уменьшении пробега автотранспорта.

Важную роль в управлении экологически устойчивым развитием играет информационное воздействие на всех членов общества, поскольку поведение людей, во многом, определяется этическими ценностями общества и общим уровнем экологической культуры жителей крупных городов. Все решения от градостроительных и решений по развитию транспортной инфраструктуры до непосредственного управления транспортным средством принимаются человеком. Следует помнить, что именно от этих решений зависит интенсивность проявления факторов негативного воздействия транспорта на городскую среду. Интеллектуальные системы управления также реализуют цели и задачи управления, заложенные в них создателями.

Поэтому меры, направленные на формирование «экологического» мировоззрения как основы для осознанного ограничения негативного воздействия на окружающую среду во всех видах своей деятельности, являются важной частью управления экологически устойчивым развитием мегаполисов.

Таким образом, очевидно, что только комплексный подход к решению экологических проблем крупных городов, учитывающий взаимосвязь всех аспектов устойчивого развития, позволит совершенствовать систему управления городским транспортом.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году» //официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, URL: <http://www.mnr.gov.ru/gosdoklad-eco-2015/> (дата обращения 19.04.2017).
2. Sustainable urban transport: Avoid-Shift-Improved (A-S-I) [Электронный ресурс] // URL: www.transport2020.org/file/asi-factsheet-eng.pdf (дата обращения 25.11.2014).
3. *Башмаков И. А., Башмаков В. И.* Сравнение мер российской политики повышения энергоэффективности с мерами, принятыми в развитых странах// сайт Центра по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ), URL: <http://www.cenef.ru/file/comparison.pdf> (дата обращения 24.04.2017).

4. Транспорт и связь в России 2016, статистический сборник //официальный сайт Федеральной службы государственной статистики, URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/transp-sv16.pdf, (дата обращения 24.04.2017).

5. Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities // ITDP.org: Institute for Transportation and Development Policy, URL: <https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/07/Sustainable-Transport-Mass-Transit-Options.pdf> (дата обращения 26.04.2017).

6. Крутак П. Эковождение, австрийские учебные программы по эковождению и проект ЕС ECOWILL// Устойчивое развитие городского транспорта: вызовы и возможности: сборник материалов Международного семинара. М.: НТБ «Энергия» – 2013. С. 121–125.

УДК 656.09

Валерия Анатольевна Борисова, курсант 3 курса факультета инженерно-технического
Андрей Александрович Егоров, курсант 3 курса факультета экономики и права
Александр Андреевич Королев, курсант 1 курса факультета инженерно-технического
Андрей Андреевич Корчуков, курсант 1 курса факультета экономики и права
(Санкт-Петербургский Университет Государственной Противопожарной Службы МЧС России)
Email: valery.borisova.01@yandex.ru,
andreey-e@mail.ru, kusgur18@gmail.com,
andru98.k@gmail.com

Valeriya Anatolievna Borisova, 3rd year student of the Faculty of Engineering
Andrey Aleksandrovich Egorov, 3rd year student of the Faculty of Economics and Law
Aleksandr Andreevich Korolev, 1st year student of the Faculty of Engineering
Andrey Adreevich Korchukov, 1st year student of the Faculty of Economics and Law
(St. Petersburg State University Of Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia)
Email: valery.borisova.01@yandex.ru,
andreey-e@mail.ru, kusgur18@gmail.com,
andru98.k@gmail.com

ВОПРОС РЕАЛИЗАЦИИ ИДЕИ СОЗДАНИЯ ДОРОГ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛАСТМАСС В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

QUESTION OF IMPLEMENTATION OF THE IDEA OF CREATION OF ROADS FROM POLYMER PLAST-MASSSES IN THE RUSSIAN FEDERATION

В этой статье рассматриваются новейшие разработки по внедрению пластмассовых дорог на массовый рынок. Кратко обсуждаются итоги исследования зарубежных и отечественных компаний по созданию нового материала дорожного строительства и возможности его применения в России. Основное внимание уделено изучению композитов, рентабельности, эргономичности, экологичности пластиковых дорог по сравнению с самым распространенным материалом дорожного покрытия – асфальтом. Проведен анализ надежности и износостойкости нового материала. Систематизированы технические характеристики асфальта и пластмасс, из которых возможно изготавливать новое покрытие. Предложена собственная технология монтажа и конструирования пластмассовых дорог. Основное внимание уделено экономическому анализу цены композитов, строительных работ, снижению затрат за счет использования вторичного сырья. Важность внедрения нового материала дорожного строительства обусловлена возросшим количеством дорог, высокой стоимостью их строительства и обслуживания в России.

Ключевые слова: пластмассовые дороги, дорожное покрытие, асфальт, верхнее защитное покрытие, пластичная масса полиэтилентерефталата, стеклопластик, полимеры, рециклинг, вторичное сырье, монтаж.

This article examines the latest developments in the introduction of plastic roads to the mass market. The results of the study of foreign and domestic companies on the creation of a new material for road construction and the possibility of its application in Russia are briefly discussed. The main attention is paid to the study of composites, profitability, ergonomics, environmental friendliness of plastic roads is compared to the most common road surface material – asphalt. The reliability and durability of the new material are analyzed. Systematized technical characteristics of asphalt and plastics, from which it is possible to produce a new coating. We propose our own technology of installation and design of plastic roads. The main attention is paid to the economic analysis of composites' price, construction works, and the reduction of costs with the help of use of secondary raw materials. The importance of introducing new material for road construction is due to increased number of roads, a high cost of their construction and maintenance in Russia.

Keywords: plastic roads, pavement, asphalt, top protective coating, plastic mass of polyethylene terephthalate, fiberglass, polymers, recycling, secondary raw materials, installation.

В 2017 году в Голландии планируется открытие пластиковых дорог Plastic Road. Причина внедрения разработки кроется в таких преимуществах их перед асфальтовыми как

более экологичное и эргономичное строительство, долговечность, устойчивость пластика к внешним воздействиям.

При строительстве дорог основная проблема – это цена дорожного покрытия и его износостойкость. Как заказчику, так и изготовителю выгодно, чтобы соблюдалась формула «Цена равно качеству». С появлением новых композитов, многие компании начали вести разработки по внедрению пластмассовых дорог на массовый рынок, в связи с этим появляется необходимость изучить вопрос рентабельности и своевременности новой технологии, выявить ее преимущества и недостатки.

Предлагаемый вариант устройства и монтажа дорожного покрытия из полимерных пластических масс показан на рис. 1. Он включает в себя следующие элементы: жесточающий фундамент для дороги (который, в свою очередь, состоит из слоя цемента, песка, щебня, камня толщиной до 1 м. Далее в сравнительный экономический анализ стоимость фундамента не включена, так как подложка асфальта абсолютна идентична), основной слой из пластмасс, а также в ряде случаев верхнее защитное покрытие.

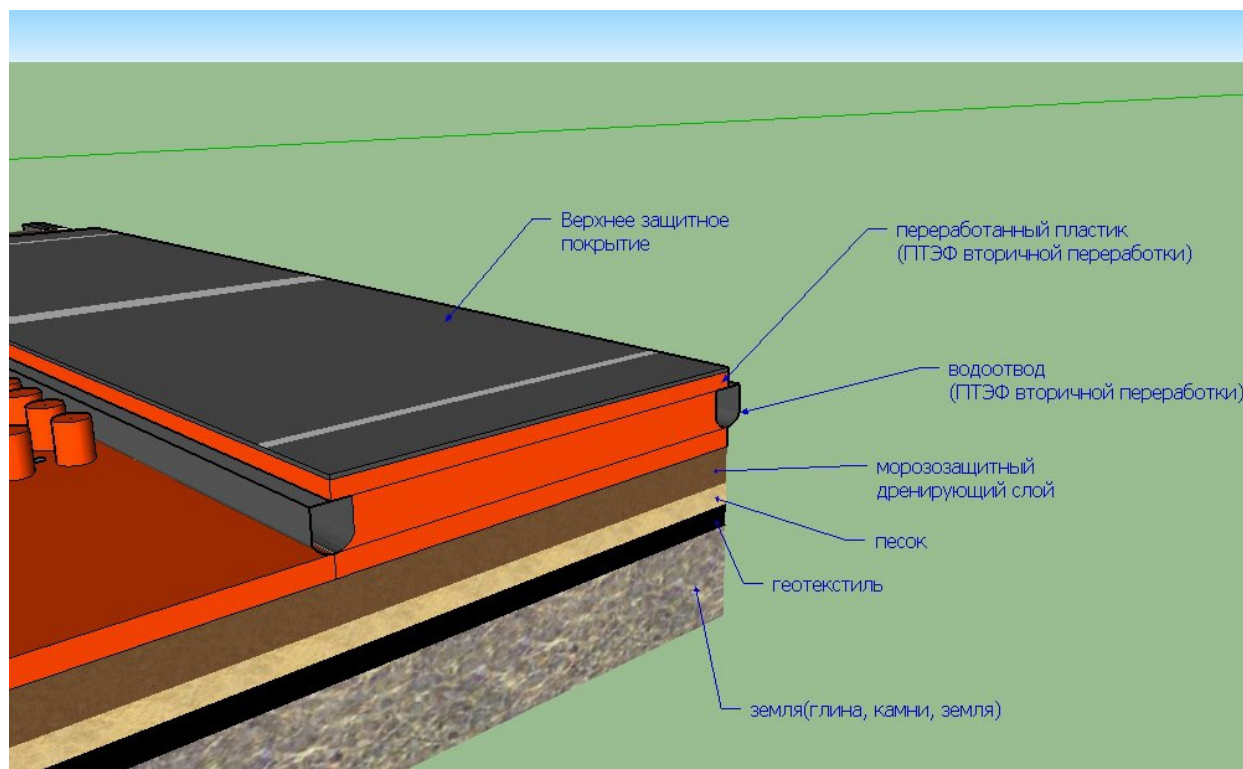


Рис. 1. Структура рассматриваемого варианта дорожного покрытия из полимерных пластических масс

С учетом имеющегося в РФ опыта использования пластика Министерством Обороны для оборудования дорожного покрытия, а также исходя из различий климатических условий и плотностей автомобильных потоков регионов страны, можно прийти к выводу, что наиболее разумный метод решения: **стеклопластик = 50 % стекловолокно + 50 % пластичного полимера.**

В ходе работы были проанализированы основные пластмассы, которые используются в настоящее время. Не рассмотрены фторполимеры, полиуретан (вследствие их высокой стоимости), а также полистирол (низкая термостойкость), полиформальдегид (высокая токсичность). Что касается основного слоя, то он должен обладать такими свойствами как стойкость к тепловому воздействию и воздействию отрицательных температур, влагостойкость, крепкость, износостойкость, устойчивость при разливе химических реагентов (бензин, дизельное топливо и др.)

Сравнительный анализ материалов основного слоя

Наименование материала	Средняя стоимость на рынке (на тонну)	Температура эксплуатации	Диапазон температур	Водопоглощение за сутки, % от массы	Модуль упругости при растяжении, МПа	Химическая устойчивость	Общие сведения
Поликарбонат	60 000 рублей	До 175°C	От -100°C до +135°C	0,2 % вызывает деформацию полимера	100–130	Стойкость к химическим воздействиям	Является прозрачным конструкционным материалом, имеющим аморфную структуру
Полиэтилентерефталат (ПЭТФ)	65 000 рублей	До 140°C	От -40°C до +100°C	0,2	40–60	Имеет высокую стойкость к растворителям, автомобильному топливу, смазкам	Используется в производстве пластиковых бутылок, то есть возможно получение его из отходов
САН-пластик (SAN)	85 000 рублей	До 105°C	От -40°C до +80°C	–	65–85	САН-пластик стоек к слабым кислотам, растворам щелочей и солей, спиртам, воде	Является прозрачным материалом со светопропусканием до 87 %
Стеклонаполненный Полиамид 66	98 000 рублей	До 200°C	От -60°C до +180°C	0,8–1,5	110–230	Устойчивы к действию керосина, бензина	Наибольшее распространение получили марки, наполненные 30 % стекловолокна
Полифениленсульфид	120 000 рублей	До 260°C	От -50°C до +230°C	0,02	75	Не растворим в химических растворителях при температуре ниже 200°C	Он успешно заменяет не только другие пластики, но, также, реактопласты и металлы
Композиция (сплав) поликарбоната с АБС-пластиком	66 000 рублей	До 140°C	От -40°C до +100°C	0,2–0,7	40–70	Композиция обладает стойкостью по отношению к спиртам	Введение в композицию стекловолокна (как правило 10–30 %) увеличивает жесткость композиции и ее теплостойкость

По данным табл. 1 видно, что из рассмотренных нами материалов лидирует поликарбонат, однако его неустойчивость к воде не дает нам шанса использовать его при строительстве дорог. Сразу за ним по качественным характеристикам идет полифениленсульфид, но его минус заключается в самой большой стоимости из вышеперечисленных. Поэтому в ходе анализа был сделан вывод о целесообразности использования пластичной массы полиэтилентерефталата (далее ПЭТФ).

Рассматривая вопрос монтажа и конструирования такого типа дорожного покрытия, самым разумным выглядит следующий вариант (рис. 2, 3). После выравнивания грунта, и подготовки «подушки» в виде дренажного и других слоев, укладывается нижняя плитка вторичного ПЭТФ, на которой установлены подпорки. После устанавливается система водостоков и укладывается верхний слой стеклопластика, монтируется на подпорки и оборудуется защитный слой в зависимости от исполнения пластикового покрытия. Это позволяет одновременно решить несколько проблем, в том числе и проблему обеспечения устойчивости и безопасности данной конструкции при больших нагрузках автомобильного потока.



Рис. 2. Монтаж дорожного покрытия. Вариант размещения опор

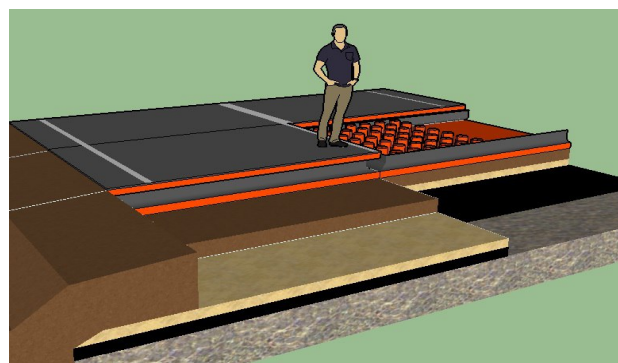


Рис. 3. Монтаж дорожного покрытия

В чем заключаются основные преимущества использования такого полимерного пластикового материала, как ПЭТФ:

1. ПЭТФ можно получить путем переработки отходов (пластиковых бутылок), следовательно, рециклинг позволит снизить стоимость сырья на 60–63 %. При организации специальных государственных программ по сбору и переработки сырья стоимость одной тонны можно сократить до 24 000 рублей.

2. Согласно ГОСТ 9128–2009 максимальный предел прочности асфальтобетона равен 13 Мпа, в то время как его значение для ПЭТФ варьируется от 40 до 85 МПа. То есть, объем расходуемого пластика можно уменьшить в 2 раза по сравнению с объемом используемой смеси асфальтобетона.

3. Снизить стоимость продукции до –25 % позволит введение таких наполнителей как каменная мука, мел, известь и т. п. Кроме того, такие добавки позволят уйти от одной из главных проблем пластика – скольжения, так как повысят сцепление автомобиля с дорожным покрытием такого типа.

Стоимость укладки пластиковой дороги складывается из затрат на защитное покрытие, на полиэтилентерефталат с добавлением стекловолокна в количестве до 30 %, на пластик на подпорки, а также на нижний опорный слой пластика. Однако, учитывая, что полиэтилентерефталат можно получить путем переработки отходов (пластиковых бутылок), то

можно использовать вторичное сырье. На российском рынке вторичной переработкой пластмасс и полимеров занимается большое количество фирм.

Таблица 2

**Сравнение различных характеристик дорог:
пластические массы против асфальтового покрытия**

Асфальт							
Цена за 100м ²	Износостойкость	Срок эксплуатации	Теплостойкость	Вторичная переработка	Обслуживание	Прочность	Экологичность
50 000	Выдерживает разные природные явления при указанных температурах	12 лет	От –30 °С до +80 °С	Возможна. Старый асфальт снимают и по новой на заводе перерабатывают его.	В случае повреждения конструкции, асфальт látают.	До 30 т	Испарения вредных веществ, проблемы утилизации отходов
Пластмассовая дорога							
Цена за 100м ²	Износостойкость	Срок эксплуатации	Теплостойкость	Вторичная переработка	Обслуживание	Прочность	Экологичность
78 000	Выдерживает разные природные явления при указанных температурах	30 лет	От –40 °С до +100 °С	Старые или поврежденные блоки перерабатываются на заводе	В случае повреждения блока, производится его замена	До 80 т	Нет испарений вредных веществ. Может быть шумным

ПЭТФ можно получить путем переработки отходов (пластиковых бутылок), следовательно, рециклинг позволит снизить стоимость сырья на 60–63 %. При организации специальных государственных программ по сбору и переработки сырья стоимость одной тонны можно сократить до 24 000 рублей.

Согласно ГОСТ 9128–2009 максимальный предел прочности асфальтобетона равен 13 МПа, в то время как его значение для ПТЭФ варьируется от 40 до 85 МПа. То есть, объем расходуемого пластика можно уменьшить в 2 раза по сравнению с объемом используемой смеси асфальтобетона.

Снизить стоимость продукции до –25 % позволит введение таких наполнителей как каменная мука, мел, известь и т. п. Кроме того, такие добавки позволят уйти от одной из главных проблем пластика – скольжения, так как повысят сцепление автомобиля с дорожным покрытием такого типа.

В целом внедрение подобного рода дорог дороже, чем устройство асфальтового покрытия, однако это компенсируется большим сроком их эксплуатации, а также экологичностью, простотой и прочностью.

Таким образом, во-первых, мы решаем проблему с некоторой разновидностью мусорных отходов путем их переработки, что позволяет избавиться от смрада и свалок, во-вторых, сокращается время установки подобного рода дорожного покрытия, в-третьих, в случае поломки без следов меняется один элемент, в-четвертых, устойчивость к воздействию окружающей среды делает пластиковые дороги более практичными.

Литература

1. Беданоков А.Ю., Беитоев Б.З., Микитаев М.А., Микитаев А.К., Сазонов В.В. Полиэтилентерефталат: новые направления рециклинга. Россия, г. Москва, 2009
2. Технический справочник URL: <https://www.plastics.ua>
3. Plastic Roads – A revolution in building roads URL: <https://www.plasticroad.eu>

УДК625.7/8

Виталий Сергеевич Боровик, д-р техн. наук,
профессор
(Администрация г. Волгограда)
Виталий Витальевич Боровик, канд. техн. наук,
доцент
(Волгоградский государственный технический
университет)
E-mail: borovikv@mail.ru

Vitaliy Sergeevich Borovik, Doctor
of Technical Sciences, Professor
(Administration of Volgograd)
Vitaly Vitalievich Borovik, Ph.D.,
Associate Professor
(Volgograd State Technical
University)
E-mail: borovikv@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ РОЛИ ВРЕМЕНИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ
В ПРОСТРАНСТВЕ МИНКОВСКОГО

MODELING THE ROLE OF TIME IN THE PRODUCTION PROCESS IN MINKOVSKY
SPACE

Производственный процесс рассматривается в системе 4D, в которой факторы производства, реализуемые во времени, являются объектом взаимосвязанного и взаимозависимого процесса. Установлено, что каждому приращению объема работ ΔY_i соответствует приращение времени ΔT_i и бесконечному числу ΔY_i соответствует бесконечное число ΔT_i . Установлено, что сущность времени в производственном процессе проявляется в том, что система векторов времени коллинеарна и со направлена системе векторов выполняемых объемов работ. Приведенный пример расчета прогнозного результата производственной деятельности дорожного предприятия показал, что точность определения искомого параметра можно повысить на 40 %.

Ключевые слова: время в пространстве 4D, производственные ресурсы, коллинеарность векторов.

The manufacturing process is considered in a system 4D in which the factors of production realized in time, are subject interrelated and interdependent process. It was found that each increment of workload ΔY_i corresponds to an increment of time ΔT_i , and an infinite number of ΔY_i corresponds to an infinite number of ΔT_i . It was established that the essence of time in the production process is shown that the system of vectors of time collinear vectors and co-directed system of works volume. Completion of an example of calculation of the forecast result of the production activity of enterprise road showed that the accuracy of the desired parameter can be increased by 40 %.

Keywords: time, space 4D, production resources, collinear vectors.

Введение

Стремление выяснить особую роль времени в развитии процессов, происходящих в производственных системах (ПС) в современных условиях, приводит к ряду предположений, заслуживающих серьезного внимания [1, 2, 3].

В современном знании понятие «время» как исходное и неопределяемое, в практике опирается на интуицию исследователя, на его не отрефлексированный профессиональный опыт, на элементы, часто подсознательных представлений. Необходимо, чтобы время стало предметом содержательного изучения. В качестве исходной посылки такого исследования может быть принято время, имеющего свойства вектора: *направление и величину* [4].

Задачи, связанные с повышением эффективности использования производственных ресурсов во времени представляют несомненный интерес. В частности, относительно введения в производственную функцию (ПФ) параметра времени отмечалось: «Если мы хотим основать свою теорию производства на теории «окольного» процесса Джевонса – Бём-

Баверка – Тауссига, мы можем ввести время непосредственно в производственную функцию, записав: $x = \psi(v_1, v_2 \dots v_n; t) \dots$ » [5, с. 1353]. Последовавшие исследования осуществляются в направлении придания ПФ динамизма, прежде всего путем введения в нее фактора времени [6].

Нелинейная динамическая производственная функция, учитывающая изменения факторов производства во времени, более адекватно описывает реальный процесс производства. В нелинейной динамической модели $y = f(t, x_1(t) \dots x_n(t))$, где $x_i(t)$ – отражает динамику изменения определенно го производственного фактора в зависимости от времени, а t – временную независимую переменную, которая в неявном виде отражает воздействие всех неучтенных факторов на результативность показателя y .

Однако, в свете современного представления о времени, рассматривать его только как независимую переменную в неявном виде означало бы существенно сузить возможности прогнозных расчетов при решении производственных задач

1. Анализ литературных источников и постановка проблемы

Наиболее широкие исследования ведутся в направлении оптимизации роли времени в стоимости объекта. Например [7], выполнено технико-экономическое обоснование проектно-технологических этапов комплекса работ, связанных со строительством автомобильной дороги с целью определения влияния времени на стоимость работ. Расчет проекта включал корректировку стоимости, стоимости риска, ожидаемой стоимости, настоящей стоимости риска и окончательной настоящей стоимости завершения строительства. Установлено, что в зависимости от сочетания различных факторов и условий рост стоимости проекта может составлять до 18,46 %, а время окончания проекта возрасти на 28,56 %.

Наметилась устойчивая тенденция рассматривать производственные задачи как процесс в многомерном пространстве, в частности в пространстве 4D с участием времени. Например, по мнению ряда авторов, использование 4D модели является полезной альтернативой проекту планирования инструментов, таких как CPM сетей и гистограмм при технико-экономическом обосновании. Появляется возможность понять большему количеству специалистов процесс и быстро выявить потенциальные проблемы, а также предвидеть возможные пространственно-временные конфликты и проблемы. Подчеркивается необходимость совершенствования 4D инструментов, которые должны включать в себя гистограммы, списки компонентов и аннотирования в их графическом пользовательском интерфейсе. Однако авторы не приводят примеры визуализации проблем в 4D [8].

Рассматриваются визуализации транспортных проектов, как эффективный способ обмена информацией между заинтересованными сторонами проекта [9]. В рассмотренных приложениях, визуализация используется в основном для передачи информации о геометрической конструкции, или как фотореалистичное представление транспортных проектов. Использование визуализации 4D эффективно также в процессе реализации дорожных проектов для облегчения совместного принятия решений по планированию строительства и планированию трафика работ. Однако 4D визуализация ограничивается выделением различными цветами видов работ или операций. Этот подход был использован при строительстве участка крупномасштабного проекта автомобильной дороги в Далласе, штат Техас.

Для помощи проектировщикам и лучшего понимания последствий реализации проекта строительства автомобильных дорог разработан метод моделирования 4D, который визуализирует наиболее важные признаки воздействия на среду, а именно их пространственных экстенгов и их прогрессии с течением времени [10]. Метод применен для поддержки голландского проекта расширения шоссе. По сравнению с 2D-методом, предлагаемый метод моделирования обеспечивает целостную перспективу оценки пространственных изменений и воздействие проекта с течением времени на окружающую среду.

Следует отметить, что, в проанализированных работах, использование 4D достигается представлением наглядного изображения объекта (в перспективе или аксонометрии – 3D) с выделением цветом участков, характеризующих этапы или виды работ, выполняемых в определенный период времени. Авторы исследований в этой области уделяют основное

внимание разработке программного обеспечения процесса такого проектирования в 4D. Для примера приводится рис. 1, который отражает последовательность изменений, вызванных воздействием проекта на окружающую среду [11]. Отмечается, что такой подход имеет недостаток, заключающийся в том, что невозможна детализация отдельных элементов (откосы, траншеи, каналы и т. д. (см. рис. 1.)

Приведенный анализ показывает, что расчеты «затраты-время» и попытки рассматривать их в пространстве и времени (4D) не носят системный характер. Визуализация в 4D выделением в цвете этапов или видов работ, выполняемых в определенное время, служит дополнением к повышению наглядности графической информации, отраженной в проекте. Проблема заключается в том, что производственный процесс не рассматривается в системе, в которой результат использования ресурсов во времени, не является объектом взаимосвязанного и взаимозависимого процесса. Рассмотрение задачи в пространстве 4D, в котором время находит отображение только в цвете, не включает выход на **метрическое пространство** – геометрическую интерпретацию **пространства-времени**.

2. Цель и задачи исследования

Целью исследования является повышение точности прогнозных расчетов результатов производственной деятельности, за счет включения в модель 4D факторов производства (объем работ, фонды и труд), потребляемых во времени и объединенных в единую модель взаимосвязанных и взаимозависимых факторов.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

1. Определить исходную модель для включения параметра времени в производственный процесс, развивающийся в пространстве 4D.
2. Установить сущность времени во взаимодействии с результатом использования ресурсов в производственном процессе.
3. Доказать на конкретном примере эффективность модели 4D при расчетах, связанных с оценкой результатов использования ресурсов во времени при создании продукта.

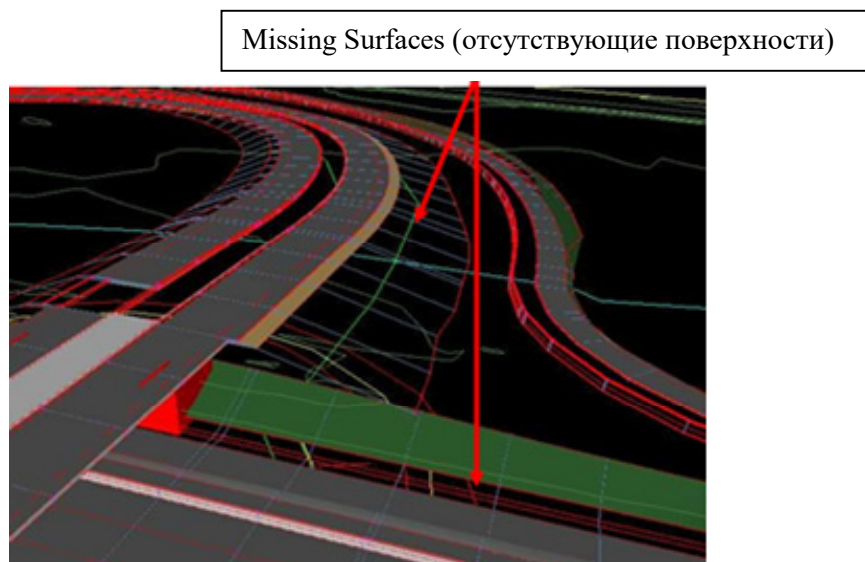


Рис. 1. Иллюстрация проектирования в 4D – последовательность изменений во времени, вызванных воздействием проекта на окружающую среду (выделена цветом)

3. Сущность времени в производственном процессе

Для выяснения взаимосвязи между временем и производственным процессом (ПП). Обратимся к ПФ, например, вида [12]:

$$Y = C_0 \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i} \quad , \quad (1)$$

где Y – расчетный индекс (например, объем работ по строительству автомобильных дорог, и др. в натурально-вещественном или стоимостном выражении); $x_i, i = \overline{1, n}$ – факторы (ресурсы, например, основные фонды, материалы, труд), влияющие на Y (в натурально-вещественном или стоимостном выражении); $\alpha_i, i = \overline{1, n}$ – «веса», характеризующие вклад x_i в Y ; C_0 – коэффициент, характеризующий совокупное влияние факторов, не учтенных моделью.

Рассмотрим трехмерную графическую модель (рис. 2) ПФ вида (1). Функция наиболее доступна для понимания ввиду возможности ее наглядного представления в трехмерном пространстве [12, 13]. Кривые – $1Y$ и $2Y$ соединяют точки с одинаковыми численными значениями объема работ. Их проекции – $1Y_1, 2Y_1, 1Y_2, 2Y_2, 1Y_3, 2Y_3$ – изокванты.

Как видно на рис. 1, из точки A , характеризующей, например, объем работ $1Y$, объем $2Y$ может быть достигнут в конкретной производственной системе путем реализации, например, новой технологии бесконечным множеством сочетаний труда и прочих ресурсов. Например, точки B, C и D , показывающие три варианта выхода на достижение объема работ, характеризуемого как $2Y$. В зависимости от возможностей ПС, квалификации кадров, качества управления, социальных условий, качества ресурсов, цели производственной системы, задач и др. выбирается тот или иной вариант использования ресурсов.

Рассмотрим три варианта выхода с $1Y$ на более высокий уровень $2Y$, обеспечиваемый реализацией новой технологии. Рассмотрим векторы \mathbf{AB}, \mathbf{AC} и \mathbf{AD} . Каждому из них соответствует свое сочетание использования ресурсов: $Ax_1, Ax_2, Bx_1, Bx_2, Cx_1, Cx_2, Dx_1, Dx_2$. Будем считать оптимальным с математических позиций вариант вектора \mathbf{AB} , так как $\mathbf{AB} \perp 2Y$ (к касательной в точке B) и является кратчайшим расстоянием между $1Y$ и $2Y$.

Из рис. 2 видно, что варианты выхода на уровень Y_2 не равноценны по объемам потребляемых ресурсов. Например, выход в точку C сопровождается уменьшением потребления ресурса X_1 , ($Bx_1 > Cx_1$), но увеличением объема ресурса X_2 , так как $Cx_2 > Bx_2$. Аналогичная ситуация связана с выходом в точку D . Однако в этой ситуации идет увеличение потребления ресурса X_1 и уменьшение по X_2 .

Предположим, что зафиксировано начало некоторого производственного процесса. Учитывая, что время связано с ресурсами и с их движением в пространстве, то «прошлое» процесса совпадает с его началом и время «течет» вместе с процессом преобразования ресурсов в пространстве. Отсюда можно сделать вывод, что время условно течет туда же, куда направлены изменения наблюдаемого объекта. Движение, как обобщенное понятие, принято характеризовать векторными величинами и можно предположить, что «собственное» время процесса будет направлено коллинеарно с вектором «перемещения». Покажем это графически, используя геометрическую интерпретацию пространства-времени, предложенную Г. Минковским (рис. 3) [14].

В реальных условиях производства управление в пространстве и времени начинается от точки C (от достигнутого результата) в направлении точки D (планируемого результата – например, строительство автомобильной дороги). Фактическое развитие процесса происходит с течением времени от C к D' . Заметим, этому процессу соответствует вид времени – запланированное время строительства. В зависимости от процессов, связанных с управлением, развивающихся во времени, точка D вектора \mathbf{CD} описывает достаточно сложную траекторию (см. рис. 3).

В силу влияния совокупности факторов, развивающихся во времени, не учтенных проектом – изменяющихся условий, запаздывания в реакции управляющей системы на изменения в процессе производства, в том числе и перерегулирование [15], и других причин, траекторию перемещения вектора управления во времени в общем виде можно представить, например, в виде волнообразной поверхности (см. рис. 3).

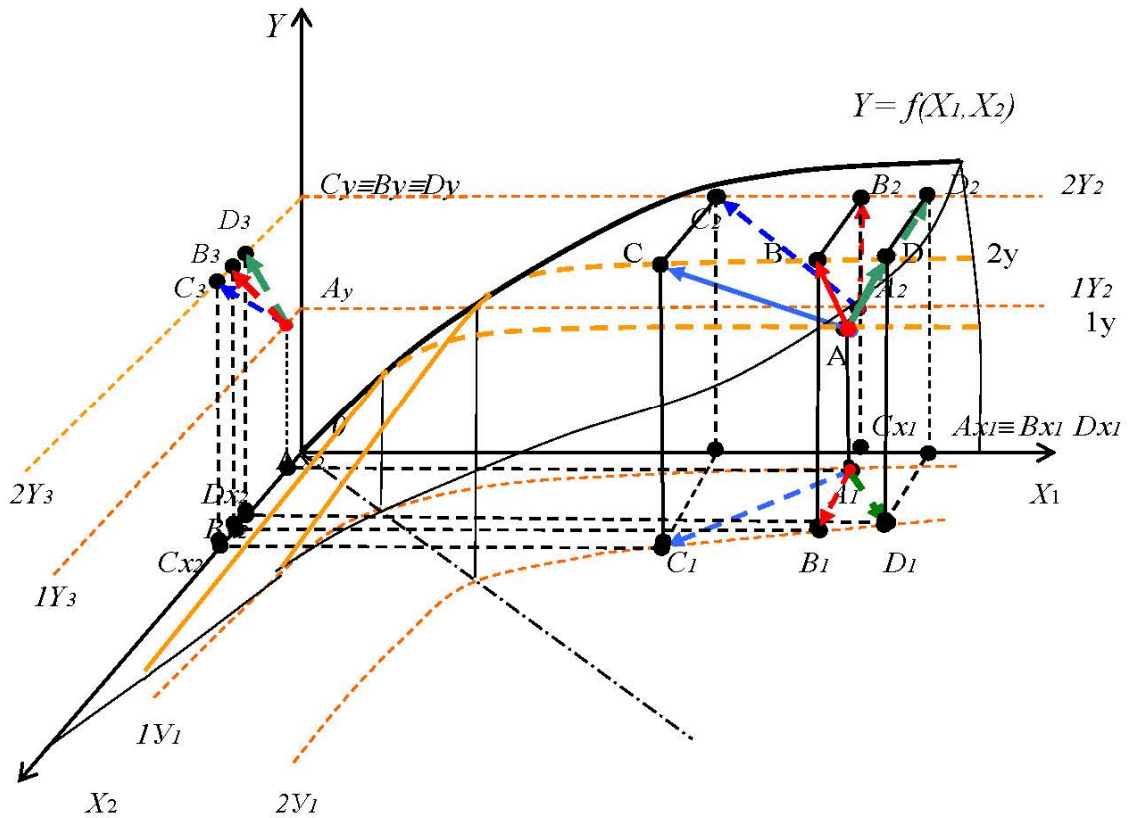


Рис. 2. Пространственная модель 3D на основе ПФ, отображающая поверхность с управлением при внедрении передовой технологии, характеризуемым различными сочетаниями потребления ресурсов при перемещении с уровня 1V на 2V

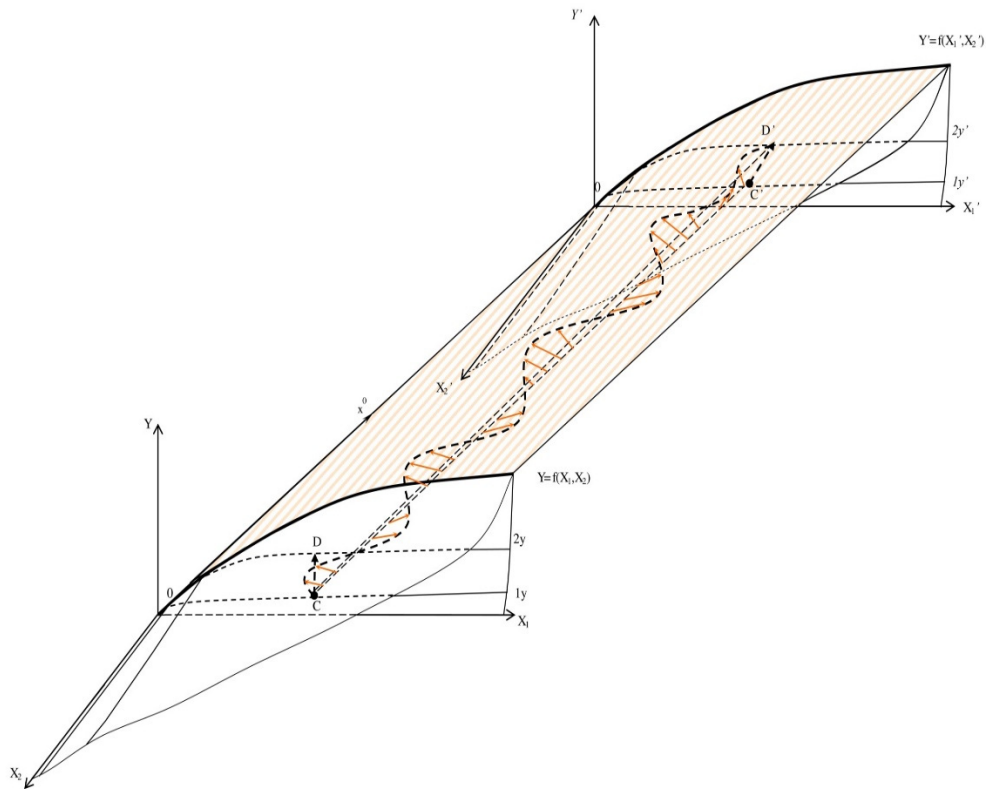


Рис. 3. Пространственная модель, иллюстрирующая временные сечения пространства Минковского для вектора управления CD (преобразования CD в $C'D'$) с учетом реакции вектора управления на влияние внешних и внутренних факторов во времени в ПС

Поверхность образована с одной стороны прямой CC' , совпадающей с направлением вектора перемещения в пространстве и характеризуется Y_1 – ранее достигнутым объемом производства продукта. С другой – кривой, характеризующей траекторию, описываемую точкой D – концом вектора CD , направленного на достижение объема производства продукта Y_2 в точке D' .

Известно, что система подвижного равновесия стремится измениться таким образом, чтобы свести к минимуму эффект внешнего воздействия [16]. Тогда для дальнейшего рассмотрения процесса появляется необходимость введения времени на реализацию работ, не учтенных проектом. Для выполнения каждой операции, совокупности операций, каждому исполнителю и т. д. необходимо свое время.

Объединим оси, используемые для количественной характеристики ресурсов в одну ось OX . Получим удобный для рассмотрения рис.4. $\Delta R = R_2 - R_1$. $\Delta Y = \Delta R - \nabla Y|_{x=x_1} = R_2 - R_1 - \nabla Y|_{x=x_1}$. При этом $\nabla = \frac{\partial}{\partial x_1} e_1 + \frac{\partial}{\partial x_2} e_2$, что подтверждает векторный характер

движения, связанного с ПП. Учитываем, что плотность распределения массы, температура, потенциальная энергия в непрерывно протяженной производственной системе, рассматриваемые каждая как функция места, являются элементами скалярного поля. Поле сил, в котором к каждой точке приложена определенная сила, является элементами векторного поля [17].

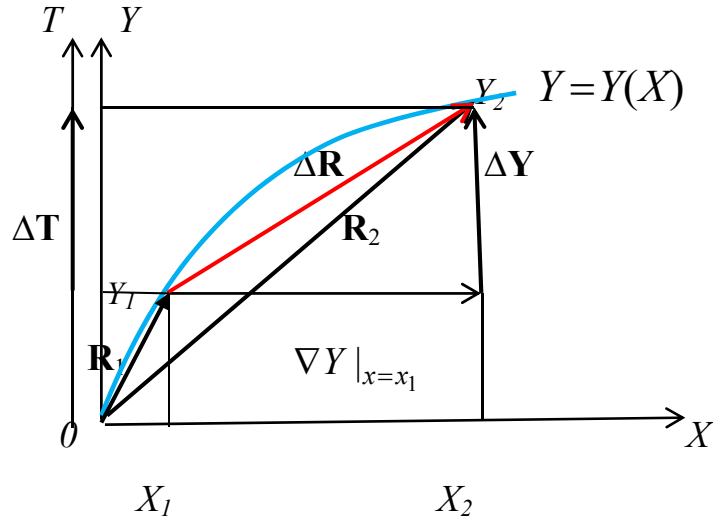


Рис. 4. Иллюстрация векторов использования ресурсов во времени

Каждой точке пространства производственной системы x, y, z соотносится определенный скаляр $Q = f(x, y, z)$ и в каждой точке пространства прикладывается определенный вектор $X = \varphi(x, y, z)$, $Y = \psi(x, y, z)$ и $Z = \chi(x, y, z)$. Скалярную энергию в векторную силу преобразует ход времени [18].

Обратимся к зависимости:

$$\Delta Y = Q(t) \cdot \Delta T, \quad (2)$$

где: ΔY – прирост объема работ; $Q(t)$ – производительность; ΔT – рассматриваемый период времени. Приращение объема работ равно числовому значению, созданному за определенный промежуток времени. Однако необходимо сделать принципиальный вывод. Учитывая, что ΔY – вектор, Q – скаляр, то формулу (2) следует представить в виде:

$$\Delta Y_i = Q(t) \cdot \Delta T_i, \quad (3)$$

так как для сохранения равенства в (2) необходимо, чтобы ΔT_i был вектором (тензором 1-го ранга). Отсюда $\Delta T_i \uparrow \uparrow \Delta Y_i$, т. е. векторы времени ΔT_i и прироста объема работ ΔY_i

коллинеарные и сонаправленные. Следовательно, время, связанное с ПП, будет столь же неравномерным, как производительность труда и объем производства. Этот вывод не противоречит теории А. Эйнштейна – вектор времени меняет свою относительную величину в полном соответствии с теорией относительности.

Из формулы (3) следует, что чем выше производительность труда, тем меньше времени необходимо для достижения фиксированного прироста объема работ. Отсюда возникает возможность «сжимания» и «растяжения» времени в производственном процессе (вместе с ΔY и $Q(t)$). Учитывая, что время рассматривается нами в неразрывной связи с факторами производства, (так как материя, пространство и время – единая сущность неравномерной «плотности» [18]) вопрос рассмотрения его как ресурса в моделях планирования производственного процесса представляется очевидным.

Следует заметить, что достижение ΔY всегда сопровождается и достижением бесконечного числа других $\Delta Y_i, i = 1, 2, \dots \infty$. Например, выполнение объема работ ΔY сопровождается износом машин, изменением природных условий, объемами строительных материалов, изменяющейся температурой грунта и т. д. Каждому ΔY_i соответствует ΔT_i . Следовательно, бесконечному числу ΔY_i соответствует бесконечное число ΔT_i .

Отсюда вывод. Учитывая, что в $\Delta Y_i = Q_i(t) \cdot \Delta T_i$, время, связанное с конкретным производственным процессом, представляет собой систему взаимозависимых и взаимосвязанных векторов ΔT_i , и ΔY_i . Например, вектор установленного директивного времени коллинеарен вектору выполнения этого объема работ. Или вектор выполнения объема работ коллинеарен вектору времени выполнения этого объема.

Рассмотрим формулу (3) более детально.

Матрица $Q(t)$ в общем случае с учетом неравномерности её элементов во времени $\Delta T \equiv |\Delta t_1, \Delta t_2 \dots \Delta t_n|$ может быть записана в виде:

$$Q = \left| x'_{1t_1}(t_1); x'_{2t_2}(t_2) \dots x'_{nt_n}(t_n) \right|$$

Тогда формула (3) в скалярной записи примет вид:

$$\Delta Y = \sum_{i=1}^n K_{qi} \beta_i \Delta Y_i = K_q \beta_1 \int_0^{t_1} \frac{dx_1}{dt_1} dt_1 + K_q \beta_2 \int_0^{t_2} \frac{dx_2}{dt_2} dt_2 + \dots + K_q \beta_n \int_0^{t_n} \frac{dx_n}{dt_n} dt_n. \quad (4)$$

K_q – коэффициент функционирования системы (предприятия) определяется по формуле:

$$K_{qj} = \frac{Y_f}{\sum_1^n X_i},$$

где Y_f – фактически выполненный объем работ; X_i – ресурсы, участвующие в создании продукта; j – объем выборки $j = 1 \dots n$

$$\beta_{1i} = \frac{X_{1i} \cdot n}{\sum_{i=1} X_{1i}}; \quad \beta_{2i} = \frac{X_{2i} \cdot n}{\sum_{i=1} X_{2i}}; \quad \beta_{3i} = \frac{X_{3i} \cdot n}{\sum_{i=1} X_{3i}}.$$

β_i – коэффициент, характеризующий использование ресурсов; n – объем выборки.

В формуле (4) $t_1, t_2 \dots t_n$ могут совпадать или не совпадать с запланированными значениями. В случае не совпадения, все верхние пределы интегрирования выбираются, очевидно, из соотношения: $t_n = \min \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$, так как система работает только до тех пор, пока функционируют её элементы. Тогда значения интегралов, как функции t_h , будут меняться в зависимости от конкретных производственных условий и, соответственно, будет меняться $|\Delta Y|$, что не учитывается при традиционных расчетах с помощью ПФ.

4. Пример расчета

Рассмотрим для примера расчет параметров ПФ дорожно-строительного предприятия вида (1). Результаты расчета приведены в табл. 1 столбцы 2–6. Для того, чтобы ввести в расчет влияние времени определим функции: $\dot{X}_1 = f(t_1)$; $\dot{X}_2 = f(t_2)$; $\dot{X}_3 = f(t_3)$.

X_1, X_2, X_3 – соответственно основные фонды, материалы и трудовые затраты (в стоимостном выражении). Выберем в качестве примера функцию, например, вида: $\dot{X}_i = at_i^k$.

Функция отражает скорость потребления i -го ресурса. Функция $\dot{X}_i = at_i^k$ выбрана из условий упрощения процесса интегрирования. Для конкретных расчетов вид функции определяется исходя из возможностей получения исходной информации, необходимой точности и др.

условий. В нашем случае это будут функции: $\dot{X}_1 = a_1\sqrt{t_1}$; $\dot{X}_2 = a_2\sqrt{t_2}$; $\dot{X}_3 = a_3\sqrt{t_3}$.

Пусть плановое время t_{pl} выполнения работ составляет 12 декад.

$$1. \text{ Определим вид функции } X_1 = \int_0^{t_{pl}} a_1\sqrt{t_1} dt_1 = 8689.$$

8689 – среднее значение объема основных фондов за анализируемый период определено из табл. 1 столбец 2. Тогда $\frac{2}{3}a_1\sqrt{t_1^3}\Big|_0^{12} = 8689$. Тогда $a_1 = \frac{3}{2} \cdot 8689 \frac{1}{12\sqrt{12}} = 313,57$.

Итак: $\dot{X}_1 = 313,57\sqrt{t_1}$.

$$2. \text{ Аналогично: } X_2 = \int_0^{t_{pl}} a_2\sqrt{t_2} dt_2 = 21558,7.$$

Величина 21 558,7 выбрана из табл. 1 столбец 3. Характеризует среднее значение затрат на материалы.

$$\frac{2}{3}a_2\sqrt{t_2^3}\Big|_0^{12} = 21558,7; \quad a_2 = \frac{3}{2} \cdot 21558,7 \frac{1}{12\sqrt{12}} = 778; \quad \dot{X}_2 = 778\sqrt{t_2}.$$

$$3. \quad X_3 = \int_0^{t_{pl}} a_3\sqrt{t_3} dt_3 = 2090,6; \quad \frac{2}{3}a_3\sqrt{t_3^3}\Big|_0^{12} = 2090,6.$$

Величина 2090,6 выбрана из табл. 1 столбец 4 характеризует среднее значение затрат на труд.

$$a_3 = \frac{3}{2} \cdot 2090,6 \frac{1}{12\sqrt{12}} = 75,4; \quad \dot{X}_3 = 75,4\sqrt{t_3}.$$

Определим входящие в формулу (4) коэффициенты $\beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}$.

$$\text{Например: } \beta_{1i} = \frac{8767}{8689} = 1,14; \quad \beta_{2i} = \frac{21042}{21558,7} = 0,98; \quad \beta_{3i} = \frac{2014}{2090,6} = 0,96.$$

$$Y_{r4D} = K_q \sum_{i=1}^n \left(\beta_i \int_0^{t_i} \dot{X}_i dt_i \right) = K_1 \beta_1 \int_0^{t_1} \dot{X}_1 dt_1 + K_2 \beta_2 \int_0^{t_2} \dot{X}_2 dt_2 + K_3 \beta_3 \int_0^{t_3} \dot{X}_3 dt_3 + \dots$$

$$+ K_n \beta_n \int_0^{t_n} \dot{X}_n dt_n.$$

Расчеты Y_{r4D} приведены в столбце 12 табл. 1. В столбце 18 приведены данные сравнения результатов разработанного метода и по традиционной модели ПФ. Оценка точности результатов показала, что средняя квадратическая ошибка определения объема работ по модели 4D составила: $\sigma_{4D} = \pm 252 \text{ тыс. руб.}$ Точность расчета по модели, не учитывающей взаимное и взаимозависимое влияние времени и ресурсов – $\sigma_{PF} = \pm 361 \text{ тыс. руб.}$ Разница составляет 109 тыс. руб. или 43 %.

Заключение

На основе модели 4D показано, что в дорожно-строительном производстве время и ресурсы (например, основные фонды, материалы и труд) необходимо рассматривать как факторы, взаимосвязанные и взаимозависимые. Установлено, что время, в конкретном производственном процессе можно представить как систему векторов приращения времени ΔT_i , коллинеарных и сонаправленных системе векторов приращения объемов работ ΔY_i ($i = 1, 2, \dots, \infty$). Каждому ΔY_i соответствует ΔT_i , и, бесконечному числу ΔY_i соответствует бесконечное число ΔT_i . Показано, что неравномерность производственного процесса обуславливает «сжимаемость» и «растяжение» параметра времени вместе с изменениями приращений объема работ ΔY и производительности $Q(t)$. Выполненный пример расчета, связанный с определением перспективных объемов работ при внедрении передовых технологий в пространстве 4D, включающим основные производственные ресурсы и время, показали возможность повышения на 40 % точности определения искомого параметра.

Литература

1. Казарян В. П. (1980) Понятие времени в структуре научного знания. М.: Изд-во МГУ, 1980. 225 с.
2. Lee Smolin. (2006) The trouble with physics: the rise of string theory, the fall of a science, and what comes next. Houghton Mifflin, Boston, 2006. ISBN 9780618551057.
3. Солодкий А. И. Организационно-экономические основы формирования дорожной сети в контексте регионального развития: Монография. – СПб: Изд-во СПбГУЭФ, 2007.
4. Зиналиев М. Т. Физика времени. LAP LAMBERT Academic Publishing 2015
5. Шумпетер Й. (2004) История экономического анализа. В трех томах. СПб.: Экономическая школа, 2004.
6. Tinbergen, Jan. (1974) The Dynamics of Business Cycles: A Study in Economic Fluctuations. Chicago: U of Chicago P, 1974 . ISBN 0-226-80418-6.
7. П. Г. Gaikwad, Prashant П. Nagrale, Nilesh Patil. (2016) Analysis of Time and Cost Overruns in Road Project // Journal of Construction Engineering, Technology & Management, V 6, № 2 (2016) p. 42-51.
8. Bonsang Koo, Martin Fischer. (2000) Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction // Journal of Construction Engineering and Management . Volume 126, Issue 4 (July 2000).
9. K.A. Liapi (2003) 4D visualization of highway construction projects //
10. DOI:10.1109/IV.2003.1218054 Seventh International Conference on Information Visualization, 2003. IV 2003.
11. P.P.A. Zanen, T. Hartmann , S.H.S. Al-Jibouri , H.W.N. Heijmans. (2013) Using 4D .
12. CAD to visualize the impacts of highway construction on Thy public//Automation in Construction. Volume 32, July 2013, Pages 136–144.
13. Adam Platt. (2007) 4D CAD for Highway construction projects // Technical Report. No. 54 August 2007 Computer Integrated Construction Research Program Department of Architectural Engineering The Pennsylvania State University 104 Engineering Unit A University Park, PA 16802.
14. Боровик В.С. (2013) Модель управления внедрением новой технологии на основе производственной функции / В.С. Боровик, В.В. Боровик, Ю.Е. Прокопенко // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. -№ 42 (345). – С.25-30.
15. Бессонов В. А. (2016) Проблемы построения производственных функций в российской переходной экономике. Стр. 39, 73. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.economicus.ru/macroeconomica/readings/Prois_funk.pdf – Дата обращения 11.04.2016.
16. V. Borovik, V Borovik. (2016) Modelling of crystallization process of polymeric composition in space and time //Eastern-European Journal Enterprise Technologies, 3/5 (81), 4-10. Doi:10.15587/1729-4061.2016.69383.
17. Михайлов В. С. (1988) Теория управления. Киев: Выща школа. Головное издательство, 1988. 312 с.
18. Богданов А.А. (1989) Тектология: всеобщая организационная наука. Издание третье, заново переработанное и дополненное. – М., 1989. Электронный ресурс. URL: <http://gtmarket.ru/laboratory/basis/5909> Дата обращения 07.10.2016.
19. Векторный анализ. Математическая энциклопедия. Т. 1. Издательство «Советская энциклопедия». М., 1977. 648 с.
20. Пан. В. (2016) Физика природы причинно-следственных свойств пространственного физического времени. 2011 г. Электронный ресурс: http://otvp.info/arx_in/1_rrouca/a102_in_rus.php Дата обращения 19.09.2016.

УДК.2

Юлия Всеволодовна Бородина
(Санкт-Петербургский горный университет)
E-mail: yulia.borodina@mail.ru

YuliaVsevolodovna Borodina
(Saint-Petersburg Mining University)
E-mail: yulia.borodina@mail.ru

**ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПАРКА АВТОМОБИЛЕЙ-ТАКСИ**

**FORMATION OF THE METRIC FOR DETERMINING THE RATIONAL STRUCTURE
OF THE TAXIMETER CARS PARK**

В статье рассмотрен вопрос формирования рациональной структуры парка автомобилей-такси. Проанализированы системы показателей, по которым, как правило, проводится сравнение легковых автомобилей. Выявлены некоторые особенности работы автомобилей-такси, на основании чего сформирован перечень критериев, которые могут иметь вес при решении задачи выбора автотранспортного средства и формирования модельного ряда таксомоторного парка. Предложена свертка выбранных критериев в комплексные показатели. В статье предлагается подход, основанный на разделении автомобилей-такси согласно классу обслуживания, который предлагается перевозчиком. В рамках трех основных тарификационных групп установлены весовые коэффициенты для частных критериев и для комплексных показателей, по которым рекомендуется проводить сравнение автомобилей.

Ключевые слова: автомобиль-такси, таксомоторный парк, экспертная оценка, таксомоторные перевозки, пассажирские перевозки.

In the article the question of formation of rational structure of a park of cars-taxis is considered. Analyzed systems of indicators, which generally are compared cars. The peculiarities of the operation of taxi cars have been revealed, on the basis of which a list of criteria has been developed that can have weight in solving the problem of choosing a motor vehicle and forming a model line of a taxi fleet. The convolution of the selected criteria into complex indicators is proposed. The article suggests an approach based on the division of taxi cars according to the class of service offered by the carrier. Within the framework of the three main charging groups, weights are set for the individual criteria and for complex indicators, which recommend comparing cars.

Keywords: taxicab, taxicab fleet, expert analysis, cabbings, passenger transportation.

Одной из основ функционирования конкурентоспособного автотранспортного предприятия является рационально сформированный автопарк. Состав и состояние автопарка оказывает непосредственное влияние на качество предоставляемых услуг, а, следовательно, на спрос и, в конечном итоге, прибыль, получаемую организацией.

Автомобили, эксплуатирующиеся сверх установленного срока, могут оказывать негативное влияние на итоговые показатели работы парка подвижного состава, экологическую безопасность и безопасность дорожного движения. Таким образом, формирование и своевременное обновление автопарка является одной из основополагающих проблем, стоящих перед руководством автотранспортных предприятий. Но такая задача не может быть решена интуитивно и без использования научно обоснованных методов [2].

Научный подход к формированию автопарка, безусловно, может оказать положительное влияние на эффективность работы автотранспортных предприятий. Однако необходимо отметить, что методы, применяемые на уровне специалистов АТП, должны быть удобны и относительно просты в использовании.

Стоит отметить, что задача выбора автомобилей-такси стоит перед перевозчиками регулярно, так как в крупных городах, такие АТС находятся в эксплуатации, как правило, около 3 лет.

К автомобилям-такси предъявляются повышенные требования в безопасности, комфорте и экономичности. Соответствие этим требованиям может быть определено наличием у автомобиля широкого спектра разнородных характеристик.

Так, например, в работе [3] автомобиль относится к группе ремонтируемых изделий, которые характеризуются безотказностью, долговечностью, эргономичностью, стандартизацией и унификацией, ремонтпригодностью, транспортабельностью, эстетическими и па-

тентно-правовыми показателями. Известен интегральный показатель качества автомобилей, представляющий собой сумму произведений показателей оценки динамики, комфортабельности, безопасности, затрат на топливо, ТО и Р, надежности и их коэффициентов весомости. Авторами работы [1] сравнение легковых автомобилей личного пользования производится по следующим показателям конкурентоспособности: цена, уровень комфортности, безопасность, дизайн, динамические качества, надежность. ГОСТ 4.396-88 «Система показателей качества продукции. Автомобили легковые. Номенклатура показателей» [4] устанавливает ряд показателей качества, характеризующих следующие свойства автомобиля: несущая способность, характеристики двигателя, энергетические возможности автомобиля, характеристики конструкции, вместимость, маневренность, аэродинамическое совершенство, автономность, комфортабельность, грузовместимость, динамические качества, долговечность, безотказность, топливная экономичность, гарантийные обязательства, акустические условия в кабине, соответствие силовым возможностям человека, эксплуатационная технологичность и ремонтпригодность, степень загрязнения окружающей среды, соответствие требованиям активной и пассивной безопасности.

Разумеется, применять все вышеперечисленные характеристики нет необходимости. Более того, при использовании весовых коэффициентов вес каждого из них неизбежно будет убывать, и станет ничтожным для показателей в конце приоритетного ряда. Поэтому имеет смысл производить свертку пригодных для решения поставленной задачи критериев в комплексные показатели.

Пожалуй, ключевым вопросом при выборе автомобиля является оценка уровня его экономичности. Существенная роль здесь отводится цене и, разумеется, расходам на топливо. Однако, учитывая факт, что автомобили-такси эксплуатируются в интенсивном режиме и имеют немалый среднегодовой пробег, также необходимо учитывать затраты на техническое обслуживание таких транспортных средств. Эта характеристика, как и стоимость полиса КАСКО, могут существенно отличаться от модели к модели, поэтому их учет также может быть целесообразен.

Учитывая высокий уровень конкуренции на рынке, необходимо уделять внимание вопросам привлекательности предлагаемых услуг для потребителя. Разумеется, в первую очередь пассажиры будут акцентировать внимание на своевременности подачи автомобиля, способе заказа, вежливости диспетчера и водителя, чистоте в салоне. Однако марка автомобиля, уровень его комфорта и эстетика также окажут влияние на конечный выбор потребителя. Формализация таких параметров может составлять некоторую проблему, в таком случае оценку можно производить на основании экспертного мнения. Например, многие крупные автомобильные издания создают экспертные группы журналистов, оценивающих автомобиль с точки зрения потребителя. Так, издание Авторевю использует балльную оценку плавности хода, уровня внутреннего шума (акустического комфорта) и других характеристик автомобиля.

Немаловажными характеристиками являются рабочий объем двигателя, мощность, а также маневренность автомобиля, последний показатель может иметь особое значение в условиях городской среды.

Автомобили, эксплуатируемые для пассажирских перевозок, должны обладать достаточным уровнем безопасности. Разумеется, все выпускаемые транспортные средства соответствуют государственным стандартам, однако оценка уровня безопасности автомобиля на основании лишь этого факта будет являться некорректной. Применение имитационных и измерительных методов также может быть несколько затруднительным. Оценка уровня безопасности целесообразно проводить на основании экспериментальных методов (краш-тестов). Их результаты общедоступны, поэтому для лица, принимающего решения, не будет затруднительным получение таких сведений.

Сравнение уровня активной безопасности различных моделей автомобилей возможно проводить по набору включенных опций, таких как антиблокировочная, антипробуксовочная системы и т. д.

Однако множество приведенных в ГОСТе показателей не применимы для поставленной задачи или же просто неактуальны. Так, например, не имеет смысла учитывать усилие на педали тормоза, так как многие современные автомобили оснащены усилителями и не требуют существенных физических затрат при нажатии на педаль.

Учитывая недолгий срок службы автомобилей- такси на линии, не имеет смысла учитывать показатели долговечности. Показатели надежности (средняя наработка на отказ) могли бы быть интересны для рассмотрения, однако они добываются экспериментальным путем в процессе эксплуатации автомобиля, а получение таких сведений от дилерского центра может быть затруднительно, так как они могут составлять коммерческую тайну.

Уровень экологической безопасности также не является приоритетным для рассмотрения показателем, так как все выпускаемые в настоящий момент автомобили должны соответствовать стандарту ЕВРО-5.

Таким образом, перечень необходимых при выборе автомобиля-такси показателей можно представить следующим образом:

- а) k_1 (экономическая составляющая):
 - 1) k_{11} – стоимость автомобиля, руб.;
 - 2) k_{12} – затраты на ТО, руб./км;
 - 3) k_{13} – стоимость полиса КАСКО, руб.;
 - 4) k_{14} – расход топлива, л/100 км;
- б) k_2 (маркетинговая составляющая):
 - 1) k_{21} – объем багажника, л;
 - 2) k_{22} – комфорт пассажирских мест, балл;
 - 3) k_{23} – акустический комфорт, балл;
 - 4) k_{24} – плавность хода, балл;
- в) k_3 (техническая составляющая):
 - 1) k_{31} – мощность двигателя, л. с.;
 - 2) k_{32} – рабочий объем двигателя, л;
 - 3) k_{33} – минимальный внешний радиус поворота, м;
 - 4) k_{34} – наличие систем активной безопасности;
 - 5) k_{35} – уровень пассивной безопасности.

Как показывает практика, таксомоторные парки, функционирующие на территории крупных населенных пунктов, стремясь удовлетворить нужды различных категорий потребителей, предлагают пассажирам перевозки автомобилями различных «классов», таких как, например, эконом-класс, комфорт-класс, бизнес-класс, минивэн, люкс-класс. Есть основание полагать, что к автомобилям, относящимся к различным тарификационным группам не могут предъявляться одинаковые требования. Так, например, очевидно, что для таксомоторов эконом-класса, спрос на которые максимален, а цена не так высока, в структуре годовых затрат на первый план выйдет расход топлива, а для автомобилей бизнес-класса, эксплуатирующихся в менее интенсивном режиме, затраты на амортизацию транспортного средства. Таким образом, логично предположить, что в комплексном показателе, отражающем экономичность использования автомобиля, для двух этих тарификаций частные показатели должны иметь различный вес.

С целью определения веса, который могут иметь критерии при свертке их в комплексный показатель, было проведено экспертное оценивание. При решении вопроса о расстановке весовых коэффициентов необходимо учитывать мнение всех заинтересованных сторон и квалифицированных специалистов. Во избежание поляризации мнений было решено провести оценивание для трех категорий экспертов: работники высшей школы, занимающиеся вопросами транспорта, лица, регулярно пользующиеся услугами таксомоторов, и работники автотранспортных предприятий. Экспертам было предложено проранжировать частные показатели, входящие в три комплексных показателя на трех матрицах ответов. При этом ранжирование проводилось для трех наиболее часто используемых тарификаций «Эконом», «Комфорт» и «Бизнес».

Обработка экспертных мнений проводилась по следующей схеме:

- формирование общих матриц ответов для трех экспертных групп по трем тарификациям;
- вычисление среднего значения ранга z_i по формуле:

$$z_i = \frac{1}{m} \cdot \sum_{j=1}^m c_{ij}, \quad (1)$$

где c_{ij} – ранг i -го показателя, назначенный j -м экспертом; m – количество экспертов;

- вычисление среднеквадратичного отклонения по формуле:

$$\delta_i = \sqrt{\frac{1}{m \cdot (m-1)} \cdot \sum_{j=1}^m (c_{ij} - z_i)^2}, \quad (2)$$

- расстановка предварительных рангов. При этом, если некоторые средние значения показателей места z_u и $z_v (u \neq v)$ отличаются не более чем на Δ_z , где

$$\Delta_z = |z_u - z_v| \leq 0.1 \cdot \left(\frac{n^2}{m-1} \right)^{0.25}, \quad (3)$$

то предварительные ранги назначаются как среднее по числу их возможных порядковых номеров;

- проверка правильности назначения предварительных рангов с учетом условия равенства их сумме $0,5n(n+1)$;
- определение ранговой корреляции по формуле:

$$\rho_j = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n}, \quad (4)$$

где d_i^2 – квадрат разностей между рангами;

- определение коэффициента компетентности экспертов по формуле:

$$\alpha_j = \frac{1 + \rho_j}{m + \sum_{j=1}^m \rho_j}, \quad (5)$$

- вычисление среднего значения ранга с учетом компетентности экспертов:

$$z_i^* = \sum_{j=1}^m \alpha_j \cdot c_{ij}, \quad (6)$$

- вычисление среднего квадратичного отклонения рангов:

$$\delta_i^* = \sqrt{\frac{1}{m \cdot (m-1)} \cdot \sum_{j=1}^m \alpha_j \cdot (c_{ij} - z_i^*)^2}, \quad (7)$$

- определение согласованности экспертов по методу Николаева-Темнова [6]:

$$W_H = 1 - \frac{H}{n \cdot \log_2(n)}, \quad (8)$$

где $H = - \sum_{1,k=1}^n P_{ik} \log P_{ik}$, $P_{ik} = \frac{m_{ik}}{m}$,

где m_{ik} – количество экспертов, указавших i -му показателю k -е место по значимости;

- присвоение окончательных рангов показателям;
- определение весовых коэффициентов для частных показателей.

Как правило, определение веса осуществляется на основании формулы

$$\gamma_i = \frac{1/r_i^*}{\sum_{i=1}^n 1/r_i^*}, \quad (9)$$

где r_i^* – окончательный ранг i -го показателя.

Однако в результате применения такого подхода для строгого приоритетного ряда мы получим жесткую систему весовых коэффициентов. Например, для системы из 4 показателей набор весовых коэффициентов будет выглядеть следующим образом: 0,48; 0,24; 0,16; 0,12. Вне зависимости от тарификационной группы и реально присвоенных экспертной группой рангов. Поэтому было принято решение при расчете весовых коэффициентов опираться не на окончательное значение ранга, а на его среднее значение по результатам экспертной оценки с учетом компетентности экспертов. Таким образом, формула определения веса приняла вид:

$$\gamma'_i = \frac{1/z_i^*}{\sum_{i=1}^n 1/z_i^*}. \quad (10)$$

Весовые коэффициенты, присвоенные частным показателям для трех тарификационных групп, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Весовые коэффициенты частных показателей

Класс	Комплексные показатели												
	k_1				k_2				k_3				
	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{21}	k_{22}	k_{23}	k_{24}	k_{31}	k_{32}	k_{33}	k_{34}	k_{35}
Э	0,327	0,165	0,134	0,374	0,316	0,375	0,133	0,176	0,35	0,29	0,12	0,14	0,1
К	0,364	0,167	0,132	0,337	0,165	0,449	0,141	0,245	0,176	0,107	0,153	0,375	0,189
Б	0,49	0,214	0,15	0,49	0,135	0,362	0,196	0,307	0,217	0,198	0,097	0,332	0,157

Определение весовых коэффициентов для частных показателей не может являться завершающим этапом, так как остается открытым вопрос о весовых коэффициентах для комплексных показателей для выбора автомобилей-такси. Поэтому следующим этапом исследования стало их определение.

Во время проведения предыдущей процедуры высокий уровень корреляции в оценках показали экспертные группы работников высшей школы и автотранспортных предприятий, по этой причине было принято решение объединить их в единую экспертную группу. При этом было решено исследовать, насколько мнение экспертов может колебаться в зависимости от предлагаемой для оценивания шкалы. По этой причине экспертам было предложено оценить взаимное положение комплексных показателей тремя различными способами [5]:

- при помощи прямой расстановки;
- при помощи процедуры ранжирования;
- методом анализа иерархий [7].

В первом блоке экспертам предлагалось самостоятельно определить весовые коэффициенты комплексных показателей для трех тарификационных групп. Процедуры, выполняемые при обработке второго блока, описаны выше. На третьем этапе эксперты по предложенной Саати шкале отношений определяли взаимное положение предложенных показателей. При обработке результатов вычислялись индекс согласованности (ИС) и качество экспертов (ОС).

При этом было установлено, что данная группа экспертов, в отличие от группы, эксперимент с участием которой описан в [5], установила больший коэффициент корреляции между методами анализа иерархий и ранжирования.

Весовые коэффициенты, присвоенные комплексным показателям для трех тарификационных групп, приведены в табл. 2.

Таким образом, гипотеза о необходимости индивидуального присвоения весовых коэффициентов при многокритериальной оценке автомобилей-такси различных тарификационных групп была подтверждена. Установлены системы весовых коэффициентов для частных и комплексных показателей, по которым рекомендуется проводить сравнение и выбор автомобилей-такси классов «Эконом», «Комфорт» и «Бизнес».

Весовые коэффициенты комплексных показателей

Тарификационная группа	Комплексные показатели		
	k_1	k_2	k_3
Эконом-класс	0,577	0,25	0,174
Комфорт-класс	0,469	0,347	0,184
Бизнес-класс	0,4	0,422	0,178

Литература

1. Андрейчиков А. В., Полозов М. В., Рацевский В. С. Применение метода анализа иерархий при проведении маркетинговых исследований (на примере рынка легковых автомобилей класса В). Известия ВУЗов. Машиностроение. № 3. 2006. с. 65-72.
2. Афанасьев А. И., Беляев А. И. Efficiency of Vehicle Operation. International Journal of Economics and Financial Issues. Volume 6, 2016. С. 24–30.
3. Гличев А.В., Рабинович Г.О., Примаков М.И., Сеницын М.М. Прикладные вопросы квалиметрии: учебник – М.: Издательство стандартов, 1983. 136 с.
4. ГОСТ 4.396–88 «Система показателей качества продукции. Автомобили легковые. Номенклатура показателей»
5. Коробов В. Б. Сравнительный анализ методов определения весовых коэффициентов «влияющих факторов». Социология: методология, методы, математические модели // Научный журнал института социологии РАН. 2005. № 20.
6. Николаев В. И., Темнов В. Н. Об одном методе формирования экспертной оценки // Известия АН СССР. 1973. № 5. С. 23–26.
7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М. : Радио и связь, 1993. 278 с.

УДК 656.1

Елена Геннадьевна Веремеенко, ассистент кафедры
«Организация перевозок и дорожного движения»
(Донской государственный технический университет)
E-mail: lena_dedyeva@mail.ru

Elena Gennadievna Veremeenko, assistant
of the traffic management department
(Don State Technical University)
E-mail: lena_dedyeva@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УДАЛЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ В ТРАНСПОРТНОМ УЗЛЕ

MODELING OF THE SYSTEM OF REMOTE REGISTRATION OF CARS FOR MAINTENANCE IN THE TRANSPORT NODE

В статье рассмотрена необходимость управления автомобильным транспортом внутри терминалов для повышения пропускной способности улично-дорожной сети городов. В качестве инструмента управления грузовыми автомобилями предложена разработанная автором модель удаленной регистрации заявок на обслуживание в транспортном узле. На основе разработанной модели написана компьютерная программа, которая позволяет не только удаленно регистрировать заявку на обслуживание, но и способна вырабатывать фиксированный оптимальный интервал прибытия транспортных средств на терминал. Оптимальный интервал определяется путем сравнения зависимостей суммарного ожидания обслуживания и количества обработанных ТС от интервала прибытия, а также путем сопоставления затрат автомобильного транспорта, связанных с ожиданием, и экономических потерь порта, возникающих при простое оборудования.

Ключевые слова: транспортный узел, удаленная регистрация, грузовые автомобильные перевозки, ожидание обслуживания.

The article considers the need to manage road transport within terminals to increase the carrying capacity of the city's road network. As a tool for managing trucks, the author has developed a model of remote registration of requests for servicing in a transport hub. Based on the developed model, a computer program is written that allows not only to remotely register a service application, but also is able to produce a fixed optimal interval for the arrival of vehicles to the terminal. The optimal interval is determined by comparing the dependencies of the total service expectation and the number of processed TSs from the arrival interval, as well as by comparing the costs of road transport associated with waiting and the economic losses of the port arising from idle equipment.

Keywords: transport hub, remote registration, freight road transport, waiting for service.

Для повышения пропускной способности автомобильных дорог необходимо управление автотранспортными потоками не только на улично-дорожной сети городов, но и внутри транспортных узлов [1]. В тех случаях, когда транспортный узел не успевает обслужить входящий поток грузовых автомобилей, вблизи него возникают заторовые ситуации. Особенно это актуально при организации сезонных автомобильных перевозок зерновых культур в южных регионах Российской Федерации. Зерновые терминалы не успевают вовремя обслужить прибывающие грузовые автомобили, возникают очереди, а также стихийные стоянки автомобильного транспорта. Указанные обстоятельства влекут за собой ряд негативных последствий для всего региона (подробно рассмотрены на рис. 1).

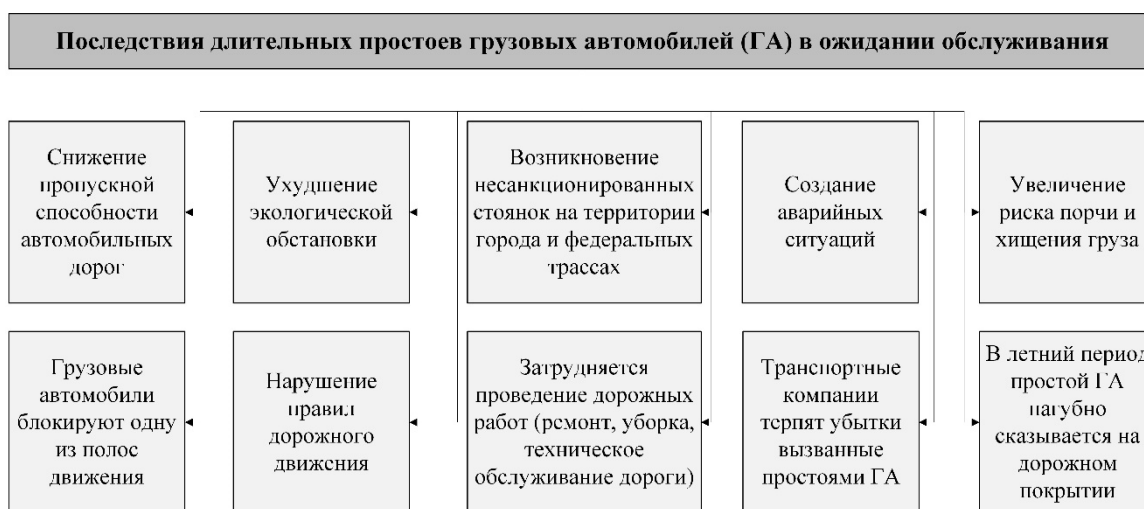


Рис. 1. Негативные последствия от длительного ожидания автомобилями обслуживания

Для определения причин возникновения очередей грузовых автомобилей были проанализированы статистические данные, собранные с крупнейших зерновых терминалов Ростовской области за 2015 год. Собрана информация о технической оснащённости терминальных комплексов, а также о временных характеристиках обслуживания автомобилей на них. Для анализа были выбраны три терминала г. Ростова-на-Дону (ПКФ «Братья», ООО «БУНГЕ СНГ» (Bunge), ООО МЗК-Ростов) и два терминала г. Азова (ООО «Промэкспедиция», Портный элеватор фирмы «Разгуляй-Зерно»).

В ходе проведенного исследования было установлено, что показателем, оказывающим наибольшее влияние на продолжительность ожидания автомобилями начала обслуживания, является интервал прибытия транспортных средств на терминал. В качестве меры, позволяющей перейти от случайного прибытия автомобилей на терминал к прогнозируемому, разработана система удаленной регистрации автомобилей для обслуживания, в которую заложен алгоритм [2], позволяющий определять фиксированный оптимальный интервал прибытия автомобильного транспорта.

Система удаленной регистрации автомобилей перед началом обслуживания предполагает необходимость формирования электронной очереди в он-лайн режиме. Под электронной очередью в данном случае будем понимать организованный прием заявок на обслуживание в транспортном узле. Внедрение данного мероприятия позволяет оптимизировать обслуживание, структурировать поток заявок, формировать отчетность исходя из ранее собранной информации [3].

Для управления прибытием автомобилей на терминал автором был разработан программный комплекс «Система предварительной on-line регистрации автомобилей на Зерновом терминале» (написан на языке C++) [4]. Данный инструмент предназначен для осуществления удаленной регистрации на терминале, используя глобальную сеть Интернет. Он позволяет избежать конфликтных ситуаций в момент пропуска автотранспортных

средств на территорию терминала. Предложенная система позволяет регистрироваться в очереди на терминал заранее, не покидая пункта отправления, и прибывать к назначенному времени. Пользовательский интерфейс программы представлен на рис. 2.

Главное диалоговое окно программы (рис. 2, а) предполагает заполнение трех укрупненных и информационных блоков сведениями о водителе, транспортном средстве и грузе. Предварительное заполнение этих полей позволяет существенно сократить время регистрации автомобиля на контрольно-пропускном пункте терминала. В процессе заполнения формируется база данных, а также появляется возможность анализировать ожидаемый груз по типу, объему и классу. Благодаря предварительной регистрации у сотрудников терминала появляется возможность вступить в контакт с водителем еще до его прибытия, что позволяет корректировать время начала обработки при возникновении изменений во внешней либо внутренней среде. До внедрения системы удаленной регистрации возможности обратной связи не существовало.

а)

Система предварительной онлайн-регистрации автомобилей на Земском терминале

Информация о водителе

Фамилия
Имя
Отчество
Номер паспорта
Серия паспорта
Контактный телефон

Информация о транспортном средстве

Гос.номер
Марка
Модель
Грузоподъемность т
Длина м

Информация о грузе

Наименование груза
Объем т
Класс груза
Примечание

Зарегистрироваться в электронной очереди

б)

Одно-подтверждение регистрации

Ваше транспортное средство зарегистрировано в очереди с номером 010912.0790

Дата и время регистрации 31.08.2015г. 12:10:41

Водитель Ивано Иван Иванович

Транспортное средство КамАЗ 3300

Груз Пшеница

Дата и время прибытия автомобиля на терминал 01.09.2015г. 12:10

ВНИМАНИЕ! Необходимо прибыть на терминал за 15 минут до назначенного времени

Предполагаемая продолжительность обработки данного автомобиля составляет 65 минут

Печать бланка-подтверждения регистрации

в)

Выбор времени начала обработки

Дата регистрации транспортного средства на Земском терминале 3.09.2015 г.

Пожалуйста, выберите удобное для Вас время начала обработки автомобиля

08:00	08:05	08:10	08:15	08:20	08:25	08:30	08:35	08:40	08:45	08:50	08:55	09:00
09:05	09:10	09:15	09:20	09:25	09:30	09:35	09:40	09:45	09:50	09:55	10:00	10:05
10:10	10:15	10:20	10:25	10:30	10:35	10:40	10:45	10:50	10:55	11:00	11:05	11:10
11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15
12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15	13:20
13:25	13:30	13:35	13:40	13:45	13:50	13:55	14:00	14:05	14:10	14:15	14:20	14:25
14:30	14:35	14:40	14:45	14:50	14:55	15:00	15:05	15:10	15:15	15:20	15:25	15:30
15:35	15:40	15:45	15:50	15:55	16:00	16:05	16:10	16:15	16:20	16:25	16:30	16:35
16:40	16:45	16:50	16:55	17:00	17:05	17:10	17:15	17:20	17:25	17:30	17:35	17:40
17:45	17:50	17:55	18:00	18:05	18:10	18:15	18:20	18:25	18:30	18:35	18:40	18:45
18:50	18:55	19:00	19:05	19:10	19:15	19:20	19:25	19:30	19:35	19:40	19:45	19:50
19:55	20:00	20:05	20:10	20:15	20:20	20:25	20:30	20:35	20:40	20:45	20:50	20:55

В случае если кнопка не активна - данное время уже зарезервировано!

Рис. 2. Пользовательский интерфейс системы предварительной регистрации автомобилей на терминале

Интерфейс программы призван обеспечить эффективное взаимодействие с пользователем, при этом максимально упрощая процесс регистрации.

В ходе исследований собранных статистических данных было установлено, что для минимизации простоев автомобильного транспорта необходимо определение фиксированного оптимального интервала поступления транспортных средств, генерируемого ежедневно. Диалоговое окно программы, отображающее возможность выбора времени начала обслуживания отображено на рис. 2, б.

Установлена корреляционная зависимость между интервалом прибытия автомобилей и средним временем ожидания начала обслуживания (рис. 3, а). Увеличение интервала

прибытия автомобилей на терминал, с одной стороны сокращает время ожидания автомобилями обработки, а с другой происходит уменьшение среднесуточного количества обслуженных автомобилей, что влечет экономические потери для порта.

Необходимо определять оптимальный интервал прибытия автомобилей на терминал, путем сравнения зависимостей суммарного ожидания обслуживания и количества обработанных ТС от интервала прибытия, а также путем сопоставления затрат автомобильного транспорта, связанных с ожиданием, и экономических потерь порта, возникающих при простое оборудования.

На рис. 3, б отображены следующие зависимости:

- пунктирной линией показано влияние интервала прибытия ТС на совокупные затраты автомобильного транспорта, возникающие в процессе ожидания обработки;
- сплошная линия отображает влияние интервала прибытия автомобилей в порт на потери терминала, связанные с неполным использованием производственных мощностей.
- Согласно графику, для рассматриваемых условий, наиболее предпочтительным является интервал прибытия 9 мин, однако, в этом случае количество въезжающих на территорию автомобилей превышает количество обслуженных на 32 ТС/сут. В связи с этим возникает необходимость оборудования стоянки внутри территории терминала для организованного отстоя автомобильного транспорта [5, 6].

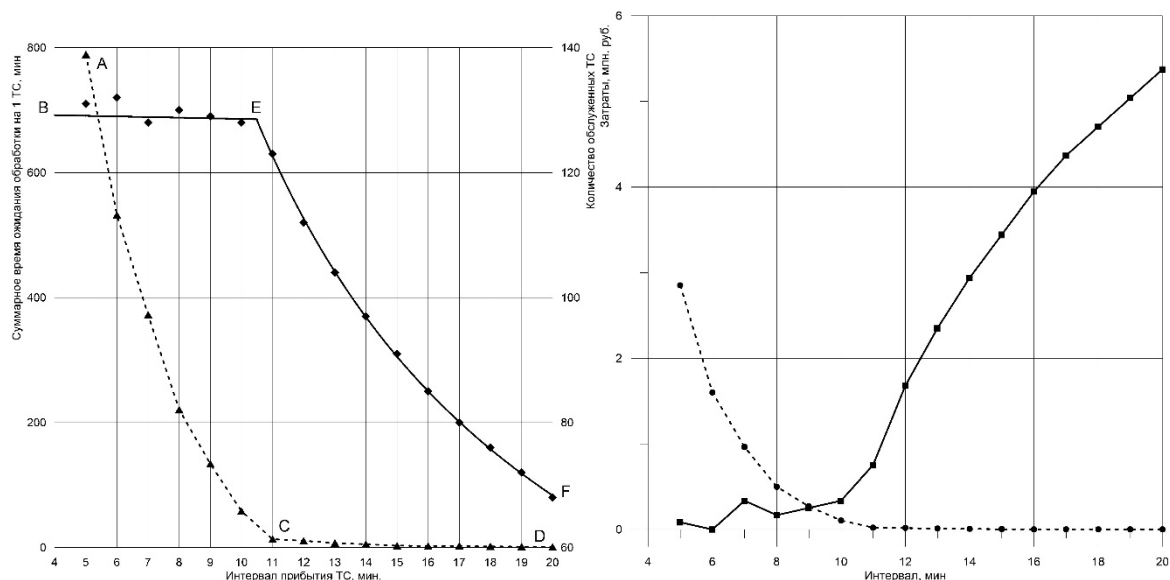


Рис. 3. Влияние интервала прибытия на:

- а) суммарное время ожидания обслуживания и количество завершивших обслуживание автомобилей
- б) затраты автомобильного транспорта и потери порта

В случае выбора интервала прибытия равного 10 минутам возможна потеря прибыли от одного необслуженного ТС в сутки, однако на территорию терминала въезжает лишь на 17 автомобилей сверх того количества, которое он в состоянии обслужить. Для рассматриваемых условий рекомендован оптимальный интервал равный 10 мин., так как он позволяет наиболее оптимально учитывать экономические интересы участников и территориальные интересы порта и региона в целом [7].

Литература

1. Жанказиев, С.В. Интеллектуальная транспортная система на дорогах России // Межотраслевой журнал навигационных технологий Вестник ГЛОНАСС. – М., 2011. – №2. – с. 7-11.
2. Зырянов, В.В. Методы оценки адекватности результатов моделирования // Инженерный вестник Дона. 2013. Т. 25. № 2 (25). с. 132.

3. Веремеенко Е.Г. Разработка адаптивной имитационной модели обслуживания автомобильного транспорта на зерновом терминале // Мир транспорта и технологических машин. 2016. № 4 (55). С. 90-96.
4. Веремеенко Е.Г. «Моделирование системы управления автомобильным транспортом на зерновом терминале» / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016614049, заявка № 2016611334 от 20.02.2016 г., регистрация 13.04.2016 г.
5. Зурапов V., Feofilova A. Simulation of evacuation route choice // Transportation Research Procedia 20:740-745
6. Зырянов, В. В. Методы формирования региональных транспортно-логистических систем // учеб. пособие для студентов – Ростов н/Д, 2004.
7. Веремеенко, Е.Г. Повышение уровня автотранспортного обслуживания зернового терминала порта: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 // Веремеенко Елена Геннадьевна – РнД., 2016. – 151 с.

УДК 711.4-167

Денис Николаевич Власов, д-р техн. наук,
профессор кафедры Архитектуры и градостроитель-
тельства
(НИУ Московский Государственный Строительный
Университет,
начальник мастерской ГУП «НИ и ПИ Генплана
Москвы»)

Бахирев Игорь Александрович, канд. техн. наук,
(руководитель объединения
ГУП «НИ и ПИ Генплана Москвы»)

Данилина Нина Васильевна, канд. техн. наук,
доцент кафедры Архитектуры и градостроитель-
ства
(НИУ Московский Государственный Строительный
Университет)

*E-mail: vlasych@mail.ru, nina_danilina@mail.ru,
npotid@mail.ru*

Denis Nikolayevich Vlasov, Dr. of tech. sc.,
professor of Department of Architecture and Urban
planning
(NRU Moscow State University of Civil
Construction, the head of the workshop of SUE
«Moscow Masterplan»)

Bakhirev Igor Alexandrovich, cand. of tech. sc.
(Association Director
of SUE «Moscow Masterplan»)

Danilina Nina Vasil'evna, cand. of tech. sc.
associated professor of Department of Architecture and
Urban planning
(NRU Moscow State University
of Civil Construction)

*E-mail: vlasych@mail.ru, nina_danilina@mail.ru,
npotid@mail.ru*

**ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ
РАЗРАБОТКЕ МАСШТАБНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

**ASSESSMENT OF TRANSPORT CAPABILITY OF URBAN TERRITORIES IN THE
DEVELOPMENT OF A LARGE-SCALE INVESTMENT PROJECT**

В процессе развития городов неизбежно меняются транспортное поведение населения и структура его транспортной мобильности, которые во многом определяют инвестиционную привлекательность городских территорий. В статье, на примере Москвы, рассмотрены подходы к оценке транспортного потенциала городских территорий, которые позволят определить приоритетные направления развития определенных зон города исходя из условия развития транспортной инфраструктуры. Работа выполнялась на примере на примере территорий, прилегающих к Московскому центральному кольцу и ее результаты использованы в практической разработке Комплексной Концепции их развития.

Ключевые слова: транспортный потенциал, Московское центральное кольцо, транспортно-пересадочные узлы, городской пассажирский транспорт, уровень обслуживания

City development processes inevitably influence on the transport behavior of the population and the structure of its mobility that significantly determine the investment attractiveness of urban areas. In the article, on the example of Moscow, we consider scientific approaches to the assessment of transport capability of urban areas, which will allow determining the priority directions of development of certain city areas based on the conditions of its transport infrastructure development. The work was carried out on the example of the territories adjacent to the Moscow Central Ring and its results are used as the practical activity in the integrated Concept of these territories development.

Keywords: traffic capacity of the Moscow Central ring, transport hubs, public passenger transport, level of service.

Масштабные инвестиционные проекты являются эффективным механизмом развития экономики. Правительством Российской Федерации [1] определены критерии, которым

должен соответствовать проект для отнесения его к «масштабным». Основной преференцией государства при реализации данных проектов является выделение земельных участков без конкурсных процедур.

В Москве реализовано и реализуется значительное количество инфраструктурных проектов, которые могут быть отнесены к масштабным. Запущено пассажирское движение по Малому кольцу Московской железной дороги, ведется строительство третьего пересадочного контура Московского метрополитена, ведется комплексное развитие улично-дорожной сети в Новой Москве и т. д. и т. п. С точки зрения градостроительства все эти проекты объединяет одно – их реализация приводит к развитию прилегающих городских территорий [2].

Для обеспечения комплексного подхода к развитию городских территорий необходима разработка документации, охватывающей значительные городские территории, в составе которой будут определены: основные направления развития территории, предельные показатели освоения территории, определен уровень дополнительного развития всех видов инфраструктуры [3, 4]. Кроме того, результатом данной работы должно стать определение необходимости изменения в Генеральный план города и ПЗЗ, а также определение границ для последующей разработки проектов планировки территории. То есть речь идет о не стадийной работе, которая может называться концепцией развития, градостроительным потенциалом территории и т. д.

Одним из важнейших вопросов, решаемых в указанных работах, является вопрос определения потенциальных возможностей транспортной инфраструктуры по восприятию дополнительных нагрузок, связанных с развитием территории города [5]. В настоящей работе рассмотрен общий подход к определению транспортного потенциала на примере развития территорий прилегающих к Московскому центральному кольцу (МЦК) [6].

Пассажирское движение по трассе МЦК (ранее МКЖД – Малое кольцо Московской железной дороги) было запущено в сентябре 2016 года. На сегодняшний день все транспортно-пересадочные узлы (ТПУ) сформированы в «плоскостном» исполнении, ведется строительство капитальных зданий ТПУ. Одновременно ведется строительство новых станций на радиальных направлениях железной дороги для организации удобных пересадок (рис. 1). Одновременно разрабатывается комплексная концепция развития территории прилегающей к МЦК.

Определение потенциала транспортной инфраструктуры реализуется в несколько этапов. На первом этапе был проведен опрос пассажиров МЦК. В дальнейшем: определена зона влияния ТПУ МЦК и определена величина транспортного потенциала.

Основная цель опроса – определить те изменения, которые принесло открытие пассажирского движения по Московскому центральному кольцу пассажиру и изменение сценариев транспортного поведения пассажиров МЦК. Для реализации основной цели, был решен ряд задач:

- определены характеристики пассажиров МЦК;
- выявлены цели поездок;
- определена регулярность пользования МЦК его пассажирами;
- определены расположение целей поездки, для определения корреспонденций пассажиров;
- определены предпочтительные способы достижения остановочного пункта МЦК для ее пассажиров и причины выбора данного способа;
- проанализирован пеший подход к остановочным пунктам МЦК;
- определены изменения в маршруте следования пассажиров, обусловленные запуском пассажирского движения по МЦК;

оценен бюджет времени пассажира на совершение поездки и его динамика, связанная с использованием МЦК. Опрос проводился в «характерный» период времени (в начале

весны 2017 года), в утренние часы пик рабочих дней. Основанием для расчета выборки послужили официальные отчетные данные МЦК по посадке пассажиров в утренний час «пик», уточненные в ходе пилотных обследований.

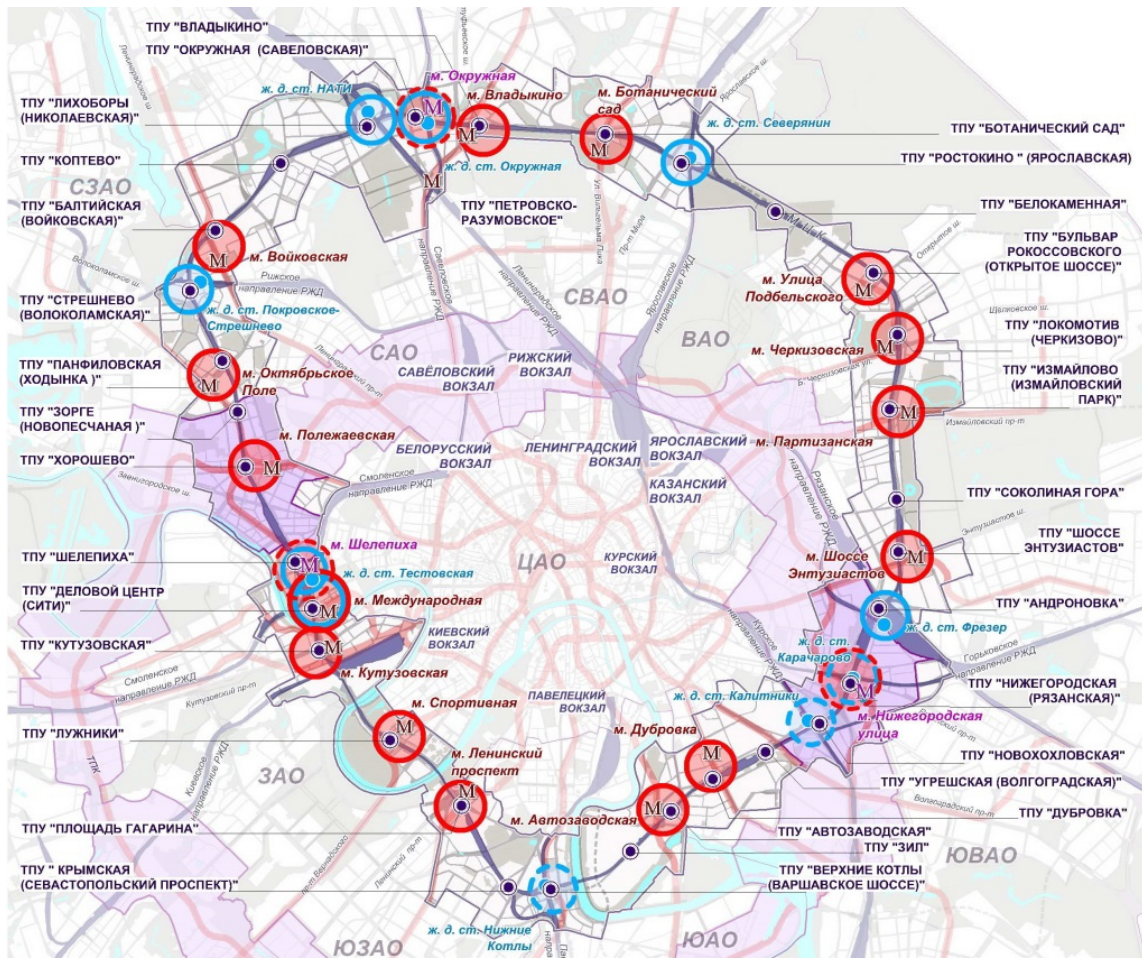


Рис. 1. Схема Московского центрального кольца

К наиболее важным результатам опроса (с точки зрения определения транспортного потенциала территории) относятся полученные данные о дальности подхода к станциям МЦК – значительно отличающиеся от используемых нормативных значений СП «Градостроительство». Правильные формулировки вопросов в анкете позволило определить, не только дальность подхода по воздушной прямой, но и по пути следования респондентов. Результаты, расчетов, в виде кумулятивных кривых представлены на рис. 2.

Второй важной задачей являлось: определение зон влияния транспортно-пересадочных узлов МЦК. Для определения зоны влияния для каждого ТПУ были построены изохроны по времени прибытия к ТПУ на наземном пассажирском транспорте. При их построении использовались следующие подходы:

- изохроны строились по времени прибытия к узлу маршрутами наземного пассажирского транспорта;
- изохроны строились по временным интервалам: до 5 мин, 5–10 мин, 10–15 мин, 15–20 мин, 20–30 мин;

Исходными данными для построения изохрон являлись данные:

- граф улично-дорожной сети;
- треки движения наземного пассажирского транспорта;
- размещение остановочных пунктов наземного пассажирского транспорта;
- данные портала «Яндекс – транспорт».

Полученные изохроны и радиус пешеходной доступности определяют зону влияния транспортно-пересадочного узла.

Определение транспортного потенциала территории велось с использованием интегрального показателя, состоящего из двух основных частей:

– оценка состояния улично-дорожной сети – оценивалось через индекс связанности, показывающий соотношение времени сообщения по свободной и загруженной сети (рис. 3);

– оценка состояния сети пассажирского транспорта – оценивалась через интегральный показатель учитывающий: уровень загрузки участков линий и станций скоростного внеуличного транспорта, показатели работы наземного пассажирского транспорта и др (рис. 4)

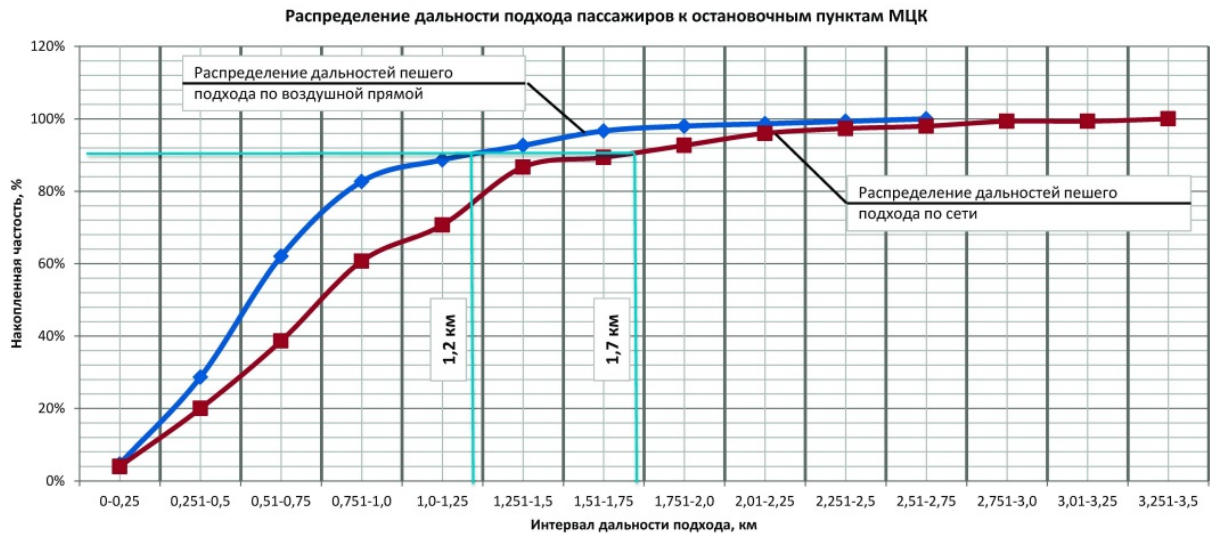


Рис. 2. Распределение дальности подхода пассажиров МЦК

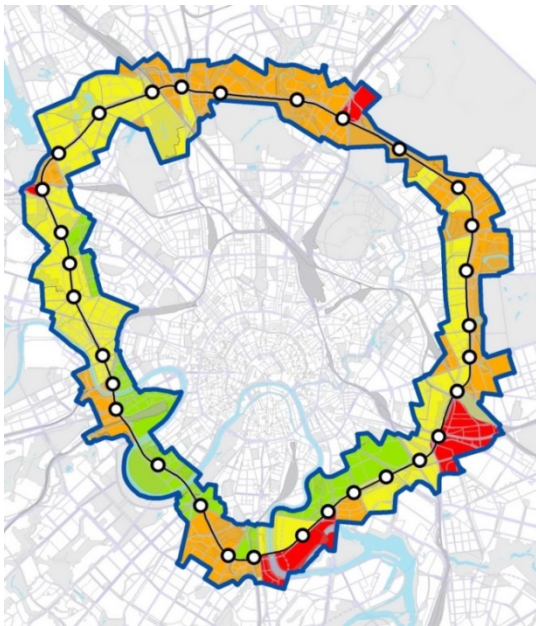


Рис. 3. Оценка состояния улично-дорожной сети

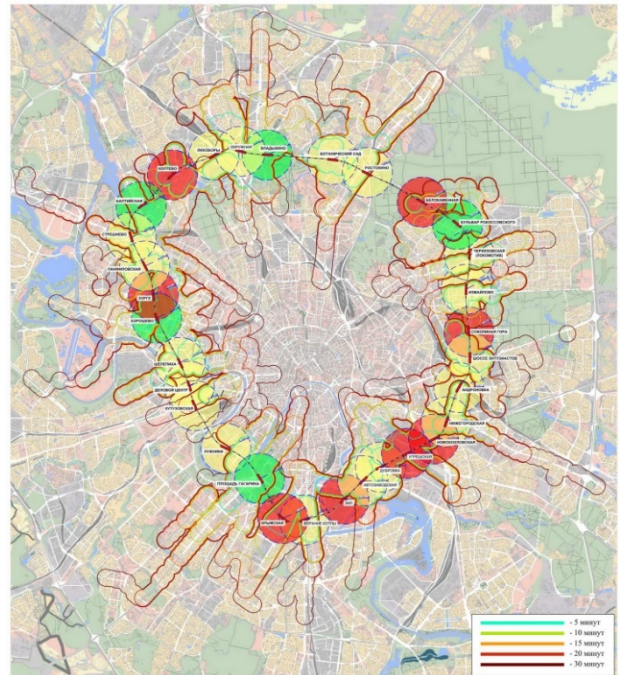


Рис. 4. Оценка состояния сети пассажирского транспорта

Результаты расчетов для существующего положения представлены на рис. 5.

Выполненная оценка существующей транспортной ситуации является основой для расчетов различных вариантов планируемого развития территории, которые используются в создании Комплексной Концепции развития территорий, прилегающих к МЦК. В дальнейшем плане работы намечено использование и накопление результатов расчетов, которые позволят выйти на отечественный показатель уровня (качества) транспортного обслуживания, который должен является аналогом показателя «Level Of Service», существующего и имеющего широкий спектр применения в практике зарубежного транспортного планирования.

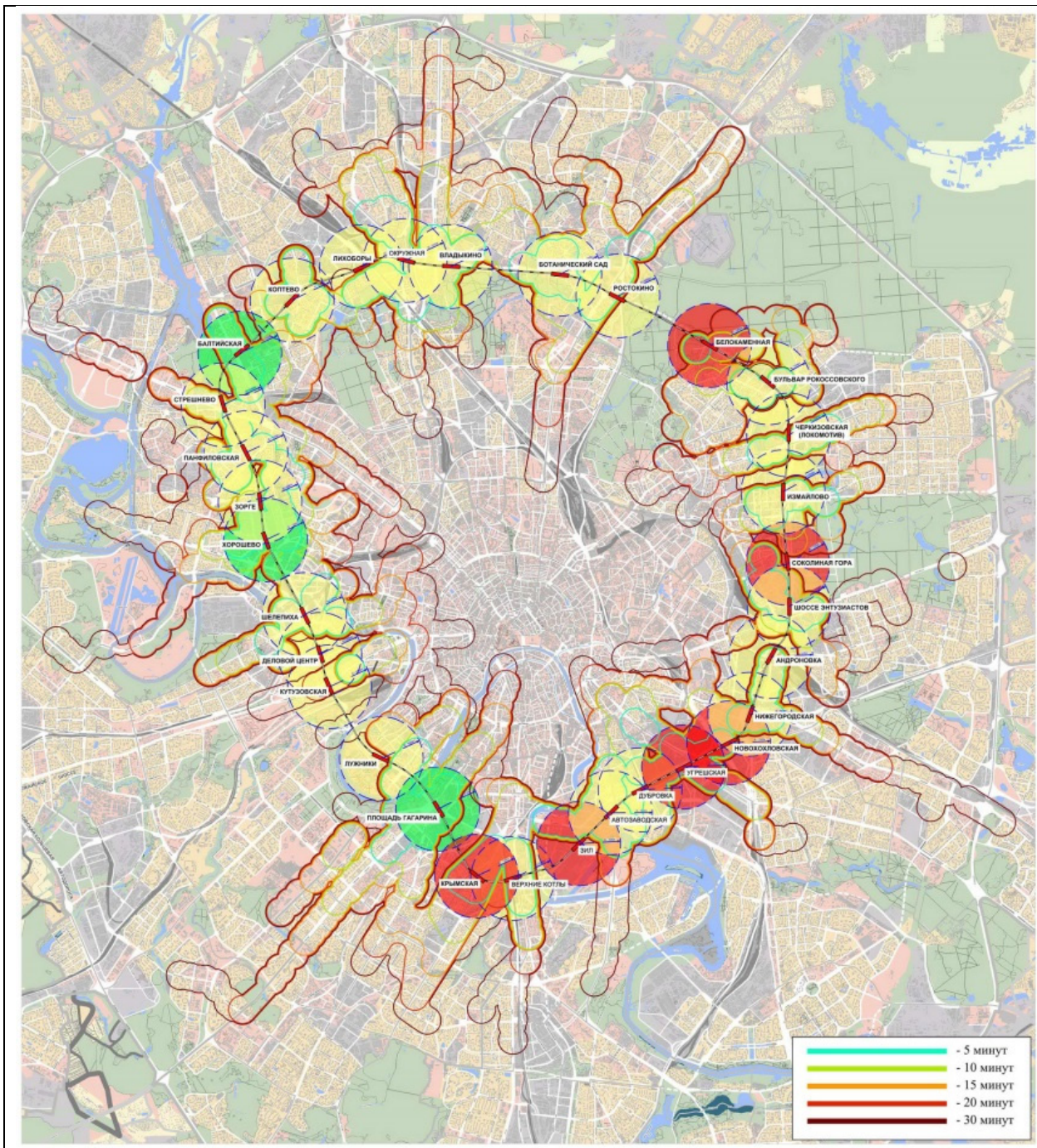


Рис. 5. Оценка транспортного потенциала территорий вдоль МЦК

Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.12.2014 N 1603 URL: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173335.
2. *Sherbina E.V.E., Danilina N.V.E., Vlasov D.N.* City planning issues for sustainable development / International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 22. С. 43131-43138.
3. *Власов Д.Н., Данилина Н.В.* Устойчивое развитие транспортных узлов в градостроительном планировании, Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 9. С. 44-49.
4. *Бахирев И.А.* Транспортные проблемы современного города, Градостроительство. 2016. № 2 (42). С. 12-19.
5. СП 42.13330.2011. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* URL: www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=STR&n=1387.
6. *Власов Д.Н.* Принципы застройки, ориентированные на массовые виды транспорта, в планировании зарубежных пересадочных узлов / Архитектура и строительство России. 2015. № 8. С. 20-29.

УДК 656.11

Павел Павлович Володькин, докт. техн. наук,
профессор
Ольга Михайловна Дьячкова, ст. преподаватель
Александра Сергеевна Рыжова, канд. экон. наук,
доцент
(Тихоокеанский государственный университет)
E-mail: chefra@mail.ru, PVolodkin@mail.khstu.ru

Pavel Volodkin, doctor of engineering,
professor
Olga Mihaylovna Djachkova, head teacher
Aleksandra Ryzhova, PhD of Ec. Sci.,
Associate Professor
(Pacific National University)
E-mail: chefra@mail.ru, PVolodkin@mail.khstu.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА УЧАСТКЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ Г. ХАБАРОВСКА

THE IMPROVEMENT OF THE ROAD TRAFFIC ORGANIZATION ON THE ROAD NETWORK SEGMENT IN Khabarovsk CITY

В статье рассматривается последовательность исследования для разработки комплекса мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения на участке улично-дорожной сети г. Хабаровска. Поэтапно представлен анализ существующей на данный момент организации дорожного движения: определены расположение пешеходного перехода, светофоров, знаков дорожного движения и нанесенных линий дорожной разметки; составлена схема пофазного разъезда транспортных и пешеходных потоков, интенсивности транспортных потоков, пешеходного движения, проведено обследование скоростей движения и задержек транспортных средств на перегонах. Разработаны мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения, такие как выделение дополнительной полосы разгона и оборудование автобусной остановки, представлена схема участка с нанесенной разметкой и знаками в соответствии с предложенными мероприятиями.

Ключевые слова: дорожное движение, участок улично-дорожной сети, транспортное средство, организация дорожного движения, опасная дорожная ситуация, транспортный поток, пешеходный поток, светофор, перекресток, дорожная разметка, знак дорожного движения,

In this article consider the sequence for the study of a set of measures to improve the road traffic organization on the road network segment in Khabarovsk city. This analysis is presented in stages. Here are determined: the location of the pedestrian crossing, traffic lights, traffic signs and applied road marking lines; a scheme of phase-by-phase transportation of traffic and pedestrian flows, intensity of traffic flows, pedestrian traffic, a survey of speeds and delays of vehicles on the hauls. The events are designed to improve the organization of traffic, such as: the allocation of an additional acceleration band and equipment of a bus stop, a new scheme of the site with marked markings and signs.

Keywords: road traffic, road network segment, vehicle road, traffic organization, dangerous traffic situation, traffic flow, pedestrian traffic, traffic light, intersection, road marking, traffic sign,

Для совершенствования организации дорожного движения выбран участок улично-дорожной сети (УДС) города Хабаровска, находящийся в Кировском районе, на улице Тихоокеанская, между остановкой «38 школа» и остановкой «Завод Дальдизель», до развилки улиц Тихоокеанская и Джембула.

На первом этапе было проведено исследование элементов дороги и их параметров на данном участке УДС и дана их характеристика (рис. 1) [1].

Выполняя второй этап исследования, мы произвели подсчет интенсивности движения транспортных потоков на участке УДС. Проезжающие транспортные средства соответствующих типов по каждому направлению, а также по разным полосам движения фиксировались и заносились в бланк учета транспортных средств. Нами была рассчитана приведенная интенсивность движения, теоретическая пропускная способность одной полосы движения, пропускная способность многополосной проезжей части и уровень загрузки дороги транспортным потоком.

Результаты замеров интенсивности движения по типам ТС и направлениям движения сводим в таблицу и по данным таблицам строится картограмма интенсивности ТП на исследуемом участке УДС.

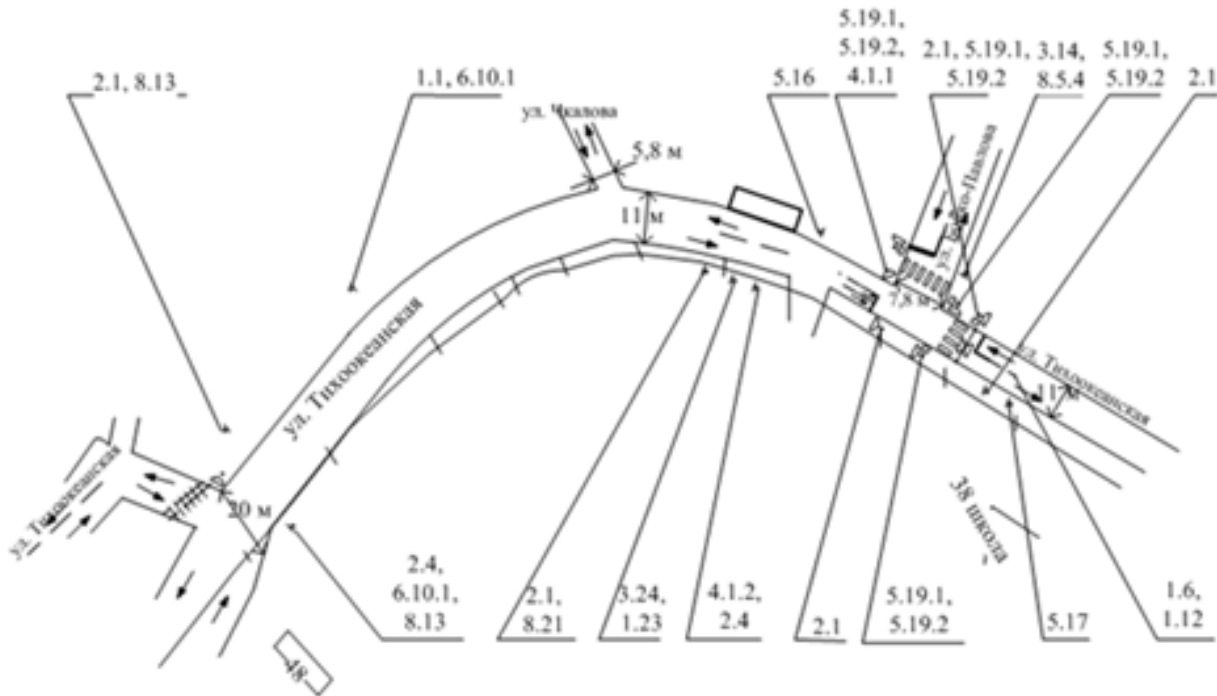


Рис. 1. Схема обследуемого участка УДС

Далее на основании таблицы и картограммы выбираются основные транспортные потоки. Для данного участка УДС основной транспортный поток движется в направлении 54 (прямое) и 56 (обратное) по главной дороге – ул. Тихоокеанская, поэтому в дальнейшем целесообразно исследовать именно их состав по направлениям (рис. 2).

Далее проводим изучение внутричасовой неравномерности приведенной интенсивности транспортного потока по полосам и направлениям. Рассчитывается теоретическая пропускная способность одной полосы движения, многополосной проезжей части с учетом распределения транспортных средств по полосам, уровень загрузки дороги транспортным потоком (табл. 1) [2].

Третьим этапом работы является выполнения обследования скоростного режима движения ТС, нами было проведены замеры на наиболее удобном сечении дороги в сухую, ясную погоду. Скоростной режим определялся через время прохождения ТС, намеченного участка УДС (длиной 30 м). Всего было зарегистрировано 50 ТС, распределение скоростей в зависимости от типа представлено на рис. 3.

Так же отмечено что неравномерность скоростей транспортного потока характерна не только для различных категорий транспортных средств, но также сохраняется внутри одного типа транспорта, в силу различных тягово-динамических свойств автомобилей и различного психического состояния водителей, что наглядно отображено на рис. 4.

Так же можно сказать, что автобусы и грузовые транспортные средства имеют меньшую скорость движения из-за специфики деятельности и сложностей при маневрировании, что проиллюстрировано на рис. 5 и 6.

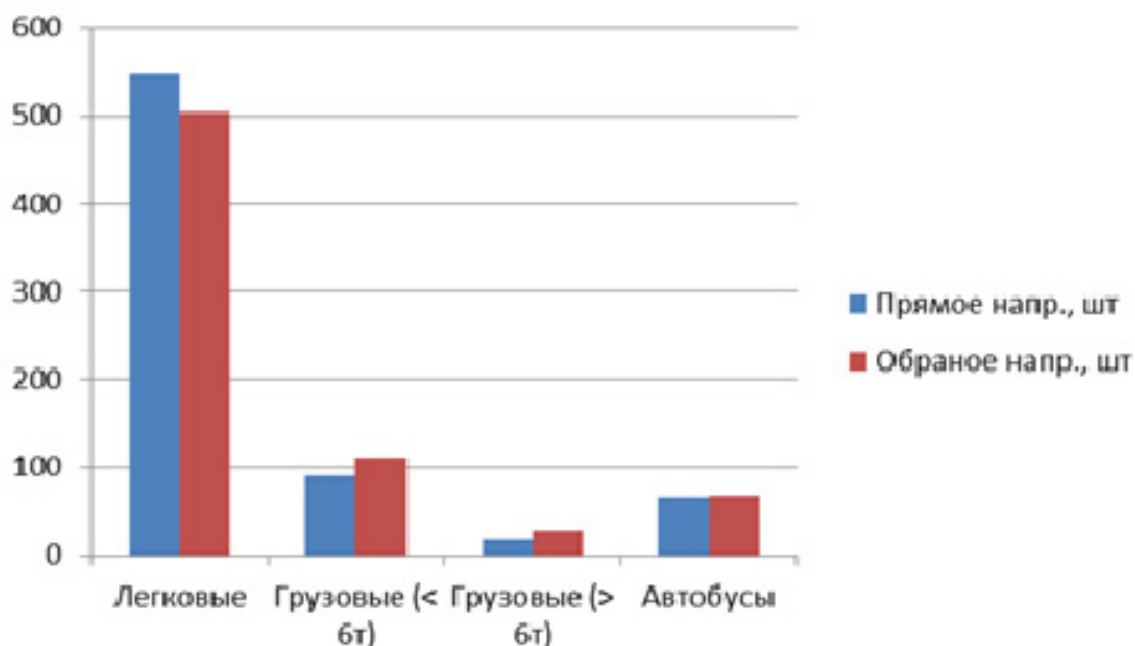


Рис. 2. Диаграмма состава транспортного потока по направлениям выраженная в процентах

Таблица 1

Расчет уровня загрузки дороги

Показатель	Значение
Теоретическая пропускная способность одной полосы движения	1866,34
Число полос движения в одном направлении	1
Коэффициент многополосности	1
Пропускная способность многополосной проезжей части,	1866,34
Уровень загрузки дороги	0,77

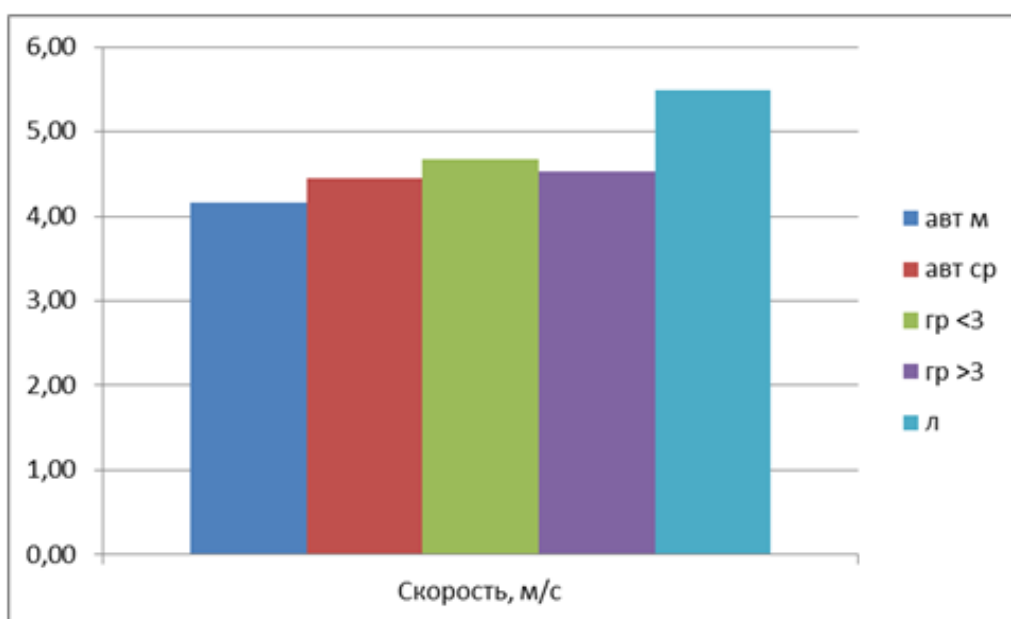


Рис. 3. Распределение скоростей движения в транспортном потоке по типу ТС, в м/с

На основании полученных диаграмм распределение скоростей различных видов транспортных средств можно сделать вывод о том, что легковые автомобили движутся с большей скоростью.

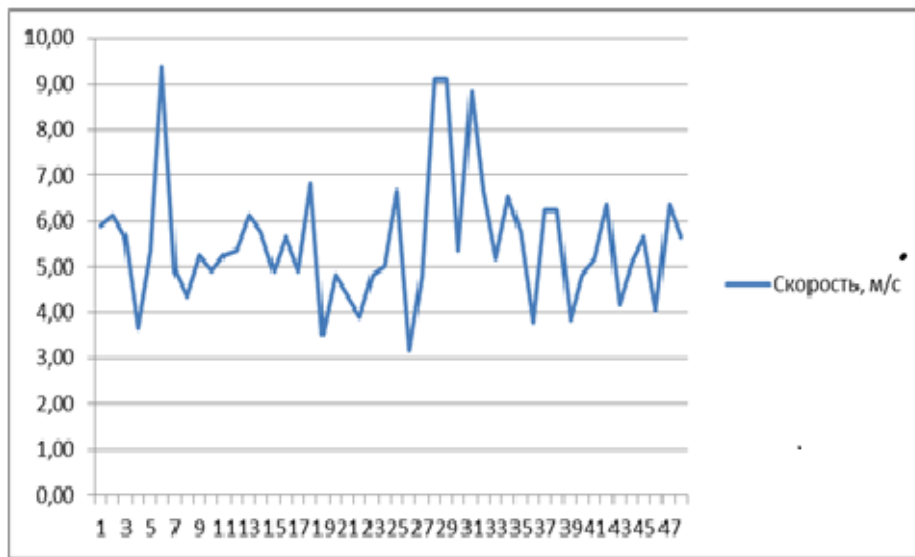


Рис. 4. Распределение скоростей движения легковых автомобилей в км/ч

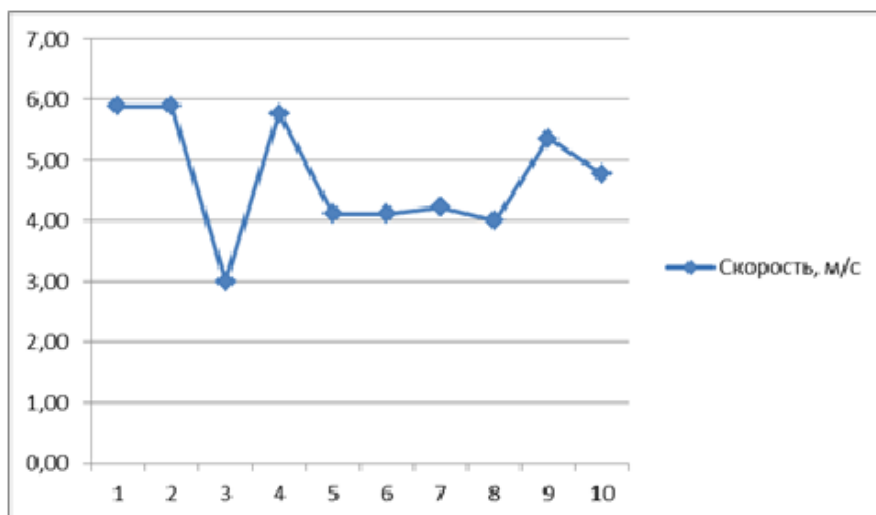


Рис. 5. Распределение скоростей движения автобусов в км/ч

В четвертом этапе работы проводится исследование параметров, характеризующих пешеходное движение. Для пешеходных потоков характерна значительная временная неравномерность в течение суток. Она существенно зависит от функционального значения того или иного участка улицы и расположения на нем объектов притяжения пешеходов.

Для данного участка УДС исследования пешеходного потока проводились на тротуаре и двух пешеходных переходах визуальным методом, с ранжированием пешеходов по возрасту и полу. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что интенсивность и возрастная группа пешеходного движения на данном участке УДС во многом зависит от времени суток. Так как вблизи данного участка находится школа, то возраст большинства количества пешеходов варьируется от 10-20 лет, что увеличивает вероятность возникновения опасной дорожной ситуации.

Пятым этапом была проведена оценка задержек транспортных потоков. Задержки движения в реальных условиях можно разделить на две основные группы: на перегонах дорог и на пересечениях. Задержки на перегонах могут быть вызваны маневрирующими

или медленно движущимися транспортными средствами, пешеходным движением, помехами от стоящих автомобилей, в том числе при погрузочно–разгрузочных операциях. Задержки на пересечениях обусловлены необходимостью пропуска транспортных средств и пешеходов по пересекающим направлениям на нерегулируемых перекрестках, простоями при запрещающих сигналах светофоров.

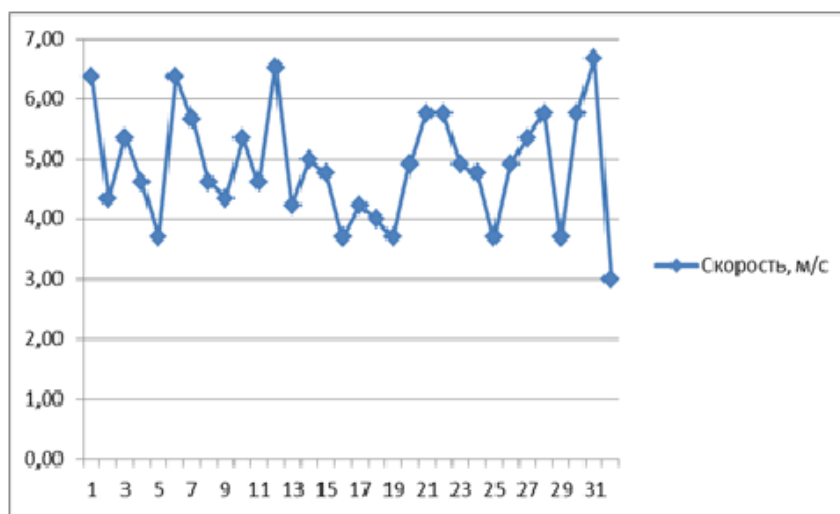


Рис. 6. Распределение скоростей движения грузовых транспортных средств, в км/ч

В качестве расчетной скорости для городской улицы можно принять разрешенную ПДД РФ предельную скорость (40 км/ч), либо установленную согласно дорожным знакам скорость движения на данном участке. Задержки определяются через общие потери времени для транспортного потока, через коэффициент задержки и через среднюю задержку автомобиля, определяемую подсчетом числа стоящих автомобилей на входе перекрестка через равные, достаточно малые промежутки времени.

В процессе исследований мы выяснили расположение участков, где необходимо провести измерение задержек ТС: на подъездах к перекрестку ул. Бойко-Павлова и ул. Тихоокеанская, и со всех сторон перегона Тихоокеанская – Джамбула. Было проведено обследование задержек транспортных средств на выбранных перегонах. Задержек автомобилей на участке подсчитываются в течение 5 мин с интервалом 15с, число автомобилей, задержавшихся на рассматриваемом участке в ожидании проезда. Параллельно фиксируется количество автомобилей, проследовавших в течение минуты через пост наблюдения. Измерения повторяются 3 раза. Результаты заносятся в журнал обследования.

Проведя необходимые исследования на участке УДС, мы получили необходимые данные, для проведения ряда мероприятий в области ОДД на основании которых можно сделать вывод о необходимости применения мер по оптимизации данного участка УДС.

Во-первых, исходя из параметров интенсивности и задержек ТС необходимо сделать дополнительную полосу разгона, со стороны улицы Бойко-Павлова, для минимизации задержек в связи с затруднением поворота на улицу Тихоокеанская. Полоса разгона вводится с правой стороны улицы Бойко-Павлова, шириной 3,5 метра. Также необходимы изменения в светофорном регулировании данного участка УДС, а именно введение дополнительной стрелки для правоповоротного потока. Соответственно изменяется тип светофора на улице Бойко-Павлова и схема пофазного разъезда транспортных и пешеходных потоков.

Во-вторых, исследования параметров пешеходного потока показали, что на данном участке УДС, основная категория пешеходов – школьники 10-17 лет, что увеличивает опасность возникновения опасной дорожной ситуации (ОДС). Для уменьшения возникновения ОДС необходимо оборудовать автобусную остановку, проходящую через трамвайные пути. Так как на данном участке большая пропускная способность общественного пассажирского транспорта, необходима установка закрытого автопавильона со скамьями.

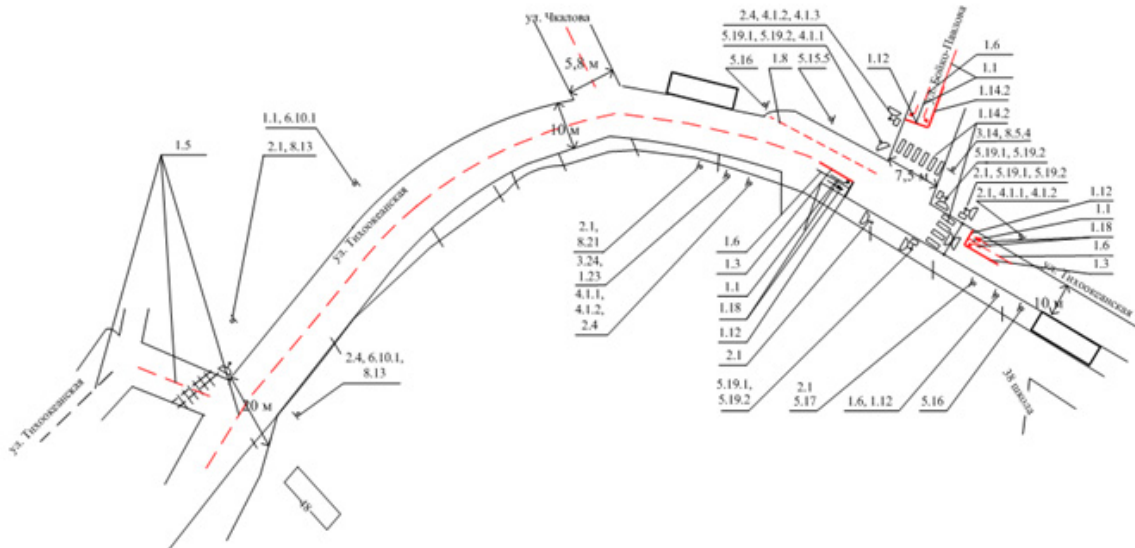


Рис. 7. Схема участка УДС после внедрения мероприятий

Успешность решения задачи организации движения зависит во многом и от профессионализма водителей. В повышении его уровня велика роль организаторов движения, которые должны доводить до водителей, работающих на данном маршруте, результаты проводимых обследований и разработок. Для водителей необходимо подготавливать информационные листки по маршрутам, периодически обсуждать состояние условий движения или организовывать соответствующий анкетный опрос. Для вновь поступающих на маршрут водителей всегда должна быть в наличии информация (схема и легенда) не только о расположении остановочных пунктов, но и о характеристиках светофорного режима на регулируемых перекрестках, пешеходных переходах, местах («очагах») концентрации дорожно-транспортных происшествий. Важна также информация о специфике пассажиропотока на основных остановочных пунктах маршрута. Это позволяет водителям значительно быстрее адаптироваться к условиям на новом маршруте.

Литература

1. Дьячкова О.М. Технические средства и информационные технологии в управлении транспортными технологическими процессами : учеб. пособие / О.М. Дьячкова, А.С. Рыжова, П.П. Володькин. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. Гос. ун-та, 2016. – 215 с.
2. Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения: учебник для вузов / Ю. А. Кременец. – М. : Транспорт, 2005. – 254 с.
3. Дьячкова О.М. Анализ способов организации дорожного движения вблизи средних образовательных учреждений и их влияние на детский дорожно-транспортный травматизм в г. Хабаровске / О.М. Дьячкова, А.С. Рыжова // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (с международным участием), 20-22 декабря 2016 г. В 2 т. Т. 2. / Отв. редактор А. В. Медведев. – Тюмень: ТИУ, 2016. – 382 с. – С. 155-162.
4. Дьячкова О.М. Анализ аварийности на автомобильном транспорте в городе Хабаровске / О.М. Дьячкова, А.С. Рыжова // Организация и безопасность дорожного движения: Материалы IX все-русской научно-практической конференции (с международным участием) 16 марта 2016 г. – Тюмень: Тюм-нГНГУ, 2016. – С. 122-128.
5. ОСТ 218.1.002-2003 «Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования.» [Электронный ресурс] / «Помощь по ГОСТам». – Электрон. Дан. – Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/OST21810022003Avtobusnyeo.html> / (дата обращения 12.01.2017).
6. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств: ГОСТ Р 52289 – 2004. – Введ.2004-01-01. – М. 2004. 48 с.
7. Федеральный закон от 10.12.1995 №196-ФЗ (ред. от 26.04.2013) «О безопасности дорожного движения» [Электронный ресурс] / Система «Консультант Плюс». – Электрон. Дан. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru/>(дата обращения 12.01.2017).

УДК 656.025.2

Андрей Эдльвич Горев, д-р экон. наук, профессор
Ольга Валентиновна Попова,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: a-gorev@mail.ru, o-popova@mail.ru

Andrey Edlvich Gorev, Dr. of Ec. Sci., Professor
Olga Valentinovna Popova, PhD of Techn. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: a-gorev@mail.ru, o-popova@mail.ru

СИСТЕМА МЕТОДОВ И КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИИ ПРИОРИТЕТНОГО ДВИЖЕНИЯ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

SYSTEM OF METHODS AND COMPLEX OF ORGANIZATION OF PRIORITY FOR PUBLIC TRANSPORT

В статье рассматриваются цели, задачи и методы, обеспечивающие приоритетные условия движения маршрутным транспортным средствам. Приведена классификация мероприятий, обеспечивающих приоритетное движение транспорта общего пользования техническими средствами организации дорожного движения. Показана специфика обеспечения приоритета на перегонах и пересечениях. Описаны архитектурные решения для обеспечения приоритетного проезда маршрутных транспортных средств. Показаны способы получения бюджетного и социально-экономического эффектов от реализации мероприятий, обеспечивающих приоритет маршрутным транспортным средствам. Сформулирован комплекс мер по обеспечению приоритета транспорту общего пользования.

Ключевые слова: приоритет, пассажирский транспорт, организация движения, АСУДД, повышение скорости.

The article consider the goals, tasks and methods that provide priority to public transport. The classification of measures providing priority to public transport by technical means of organizing traffic is given. The specifics of priority for public transport on the sections and intersections are shown. Architectural solutions are described for priority to public transport. The ways of obtaining different types of effects for the city, carrier and passenger from the realization of measures providing priority to public transport are shown. Formulated a series of measures to ensure the priority of public transport.

Keywords: priority, public transport, traffic organization, ASUDD, speed increase.

При увеличении интенсивности транспортных потоков задача повышения скорости, регулярности движения и безопасности маршрутного пассажирского транспорта становится особенно актуальной и вместе с тем трудноразрешимой. Ее решение требует предоставления **приоритета в движении маршрутным транспортным средствам**. Такие преимущества обеспечиваются:

- соответствующими положениями Правил дорожного движения Российской Федерации, предусмотренными ГОСТ Р 52290–2004¹³ и ГОСТ Р 52282–2004¹⁴ специальными знаками и средствами светофорного регулирования;
- обеспечением первоочередного проезда регулируемых пересечений специальными методами организации дорожного движения и введением приоритета в цикле светофорного регулирования на пересечениях;
- введением отдельных ограничений для остальных транспортных средств на улицах, по которым проходят маршруты общественного транспорта;
- выделением полосы приоритетного движения маршрутного пассажирского транспорта, по которой запрещается движение остальных видов транспортных средств.

Реализация мероприятий, обеспечивающих приоритет маршрутных транспортных средств позволяет получить как бюджетный, так и социально-экономический эффект для пассажиров. Величина обоих эффектов зависит от степени повышения скорости движения

¹³ГОСТ Р 52290-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования»

¹⁴ГОСТ Р 52282-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования Методы испытаний»

маршрутного транспорта. Следовательно, *цель внедрения приоритета маршрутного – повышение скорости его движения.*

В зависимости от степени повышения скорости движения бюджетный эффект будет связан с сокращением необходимого количества подвижного состава при тех же параметрах транспортного обслуживания населения, что вызывает снижение потребности как в инвестициях, так и в эксплуатационных расходах, связанных с количеством водителей и кондукторов, затратами на топливо, обслуживанием и ремонтом подвижного состава (ПС). Так при эксплуатационной скорости 10 км/ч и протяженности маршрута 12 км при интервале движения 10 мин потребуется 15 единиц ПС. Если повысить скорость до 20 км/ч, потребность в ПС снижается практически в 2 раза и составит 8 единиц.

Годовой экономический эффект от сокращения эксплуатационных затрат может быть с целью оценки выражен следующим образом:

$$\mathcal{E}_{\text{гпер}} = N * L_{\text{м}} * q_{\text{н}} * s_{\text{пс}} * 365,$$

где N – суточные суммарные потери времени маршрута городского пассажирского транспорта (ГПТ), эквивалентные высвободившемуся количеству рейсов в сутки; $L_{\text{м}}$ – длина маршрута, км; $q_{\text{н}}$ – номинальная вместимость подвижного состава, пасс.; $s_{\text{пс}}$ – удельные эксплуатационные затраты на обслуживание 1 единицы подвижного состава, руб./место*1 км.

Повышение скорости и регулярности движения неизменно повышает привлекательность использования ГПТ населением, что ведет к увеличению пассажиропотока и повышению доходности.

Для пассажиров социально-экономический эффект будет связан с сокращением транспортного времени:

$$\mathcal{E}_{\text{гпасс}} = t_{\text{пасс}} * Q * s_{\text{пасс}} * 365,$$

где $t_{\text{пасс}}$ – выигрыш во времени для каждого пассажира, использующего данный маршрут ГПТ, в сутки, ч; Q – среднесуточный объем перевозок пассажиров, пасс.; $s_{\text{пасс}}$ – удельная стоимость пребывания пассажира в пути, руб./ч.

Правила дорожного движения и государственные стандарты предусматривают ряд преимуществ маршрутным транспортным средствам. На их основе ограничения, направленные на предотвращение задержек маршрутного пассажирского транспорта и повышение безопасности его движения, могут быть самыми различными. Так, с этой целью всем остальным транспортным средствам может быть запрещен поворот направо на пересечении, если перед ним расположен остановочный пункт. На отдельных участках интенсивного движения маршрутного пассажирского транспорта можно дополнительно при помощи знаков запрещать остановку или стоянку других транспортных средств. Улицы и перекрестки, по которым проходят автобусные маршруты, могут обозначаться знаками приоритета 2.1 «Главная дорога».

Специальные методы организации движения ГПТ могут быть сгруппированы в следующие рекомендации:

- Разделение существующего дорожного пространства между ГПТ и автомобильным транспортом. Это решение требует тщательного планирования и оценки эффективности, но является наиболее дешевым решением по сравнению со строительством новых путей для ГПТ.

- Для организации приоритетного проезда на регулируемых пересечениях иногда достаточно обеспечить проезд ГПТ по ближайшему по времени разрешающему сигналу светофора, не допуская его нахождения в очереди. Для скоростных маршрутов может потребоваться специальное регулирование работы светофоров для безостановочного проезда. Уменьшение потерь для автомобильного транспорта в этом случае может обеспечиваться синхронизацией проезда пересечения ПС ГПТ, следующих с разных направлений по одной фазе и т. п.

- Мониторинг эффективности реализованных мероприятий с анализом степени повышения эксплуатационных скоростей ГПТ и возможностей их дальнейшего роста. При необходимости корректировка принятых решений.

- Постоянный контроль соблюдения ограничений по использованию полос для движения маршрутного транспорта автомобильным транспортом.

- Максимально широкое внедрение безналичных форм оплаты проезда. На магистральных маршрутах с большими пассажиропотоками хорошую эффективность показало использование закрытых остановочных пунктов с предварительной оплатой проезда на входе в него.

- Оптимизация расположения остановочных пунктов позволяет сократить общее время поездки как за счет повышения эксплуатационной скорости ГПТ за счет сокращения количества остановочных пунктов, так и за счет оптимального соотношения между временем пешего подхода, интервалом движения и дальностью поездки. Для сокращения общего времени поездки большое значение имеет сокращение времени пересадки между маршрутами и между различными видами ГПТ. Необходимо стремиться к одинаковой высоте посадочной платформы и уровня пола в салоне ПС, что позволит сократить время посадки и высадки, обеспечить максимальную безопасность и удобство для пассажиров с детскими колясками, велосипедами и лиц с ограниченными физическими возможностями.

- Ликвидация дублирования маршрутов позволяет существенно повысить экономическую эффективность системы ГПТ.

- Необходимо использовать ПС, конструкцией которого предусмотрено максимально удобные условия для входа и выхода пассажиров: широкие двери, низкий уровень пола в салоне и т. п.

Мероприятия, обеспечивающие приоритетное движение городского пассажирского транспорта, можно классифицировать в зависимости от применяемых технических средств организации дорожного движения, в три основные группы, представленные на рис. 1.

В связи с тем, что основной целью организации приоритета движения маршрутного транспорта является повышение скорости и регулярности движения, в комплекс обеспечивающих мер включают следующие мероприятия:

- Определение коридоров движения ГПТ как набора элементов улично-дорожной сети (УДС), связывающих основные точки транспортного притяжения (основные маршруты), в которых концентрируется движение маршрутного транспорта с учетом заданного уровня его доступности.

- Оценка потоков ГПТ и автомобильного транспорта, их времени задержки в течении суток, объемов перевозки и возможностей концентрации маршрутов ГПТ в коридоре с учетом сохранения их доступности и альтернативных путей следования для автомобильного транспорта.

- Определение необходимости и целесообразности организации приоритетного движения маршрутного транспорта на элементах УДС исходя из градостроительных условий, технических возможностей и величины достигаемого снижения суммарных издержек всех пользователей УДС.

- Выполнение проекта организации движения и при необходимости реконструкции элементов УДС для обеспечения приоритета ГПТ.

- Расчет пропускной способности коридора движения ГПТ и при необходимости корректировка маршрутной сети, режимов ее обслуживания и используемых типов ПС.

- Определение режимов обслуживания предприятий, если это обслуживание осуществляется с полосы для движения маршрутных транспортных средств.

Для определения оптимальных и обоснованных решений при планировании перечисленных мероприятий используются транспортные модели. На рис. 2 в качестве примера приведены результаты моделирования движения трамвая по маршруту № 6 в Санкт-Петербурге в различных условиях. В существующих условиях без приоритета средняя эксплуатационная скорость составляет около 11 км/ч при очень большой вариации отдельных модельных результатов. При организации полосы для движения маршрутных транспортных средств, которая должна предотвратить выезд автомобильного транспорта на рельсовый

путь на перегонах и перед перекрестками скорость возрастает до 17 км/ч и время поездки сокращается более чем на треть. При организации дополнительно к выделенной полосе приоритетного проезда трамвая на регулируемых пересечениях скорость возрастает до 23 км/ч и время поездки сокращается более чем в 2 раза. При этом на графике хорошо видно, что задержек движения в этом случае нет. График, также показывает участки, где проводимые мероприятия дают максимальный эффект и вообще целесообразны. Хорошо видно, что начале маршрута реализация мероприятий по предоставлению приоритета не целесообразна.

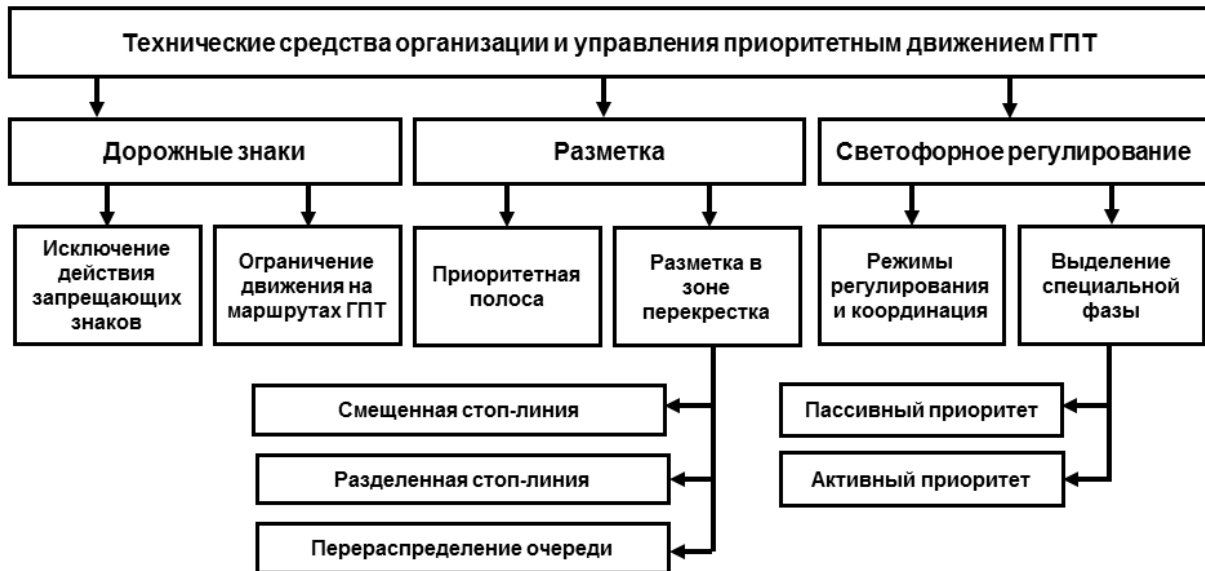


Рис. 1. Классификация мероприятий, обеспечивающих приоритетное движение ГПТ техническими средствами организации дорожного движения

Организация приоритета на перегонах. Эффективным методом ускорения пропуск маршрутных транспортных средств является выделение транспортного пространства, по которому запрещено движение другим транспортным средствам. Для этого в зависимости от конкретных условий можно выделять одну или несколько полос движения, обеспечивать беспрепятственное движение ГПТ средствами ИТС или запрещать по улице движение автомобилей. Сравнение различного размещения полосы для маршрутных транспортных средств приведено в табл. 1.

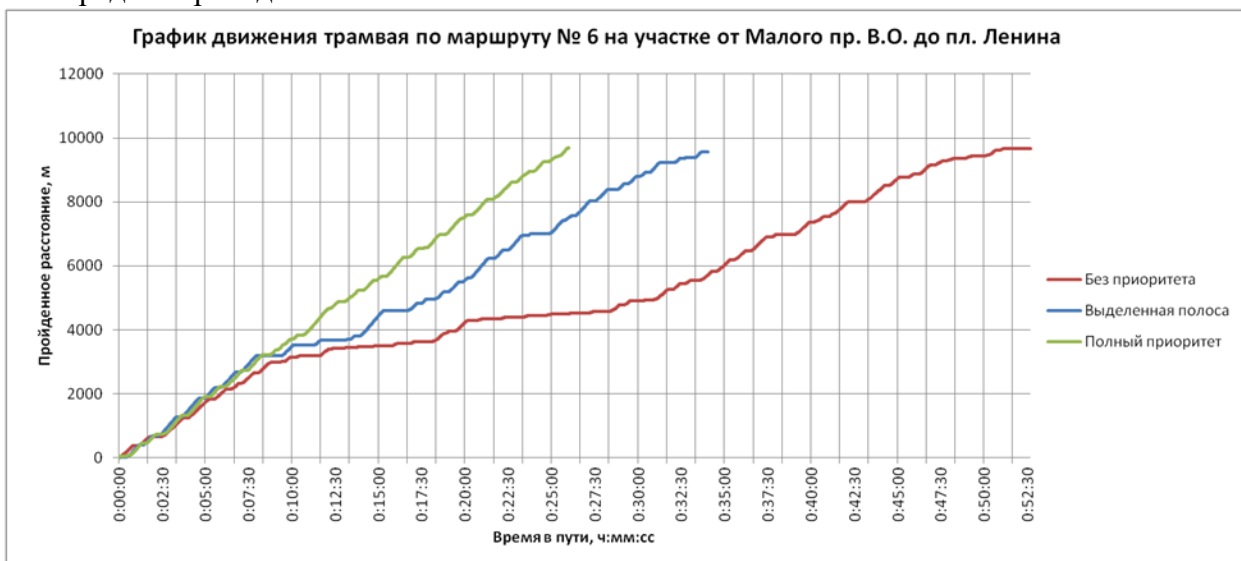


Рис. 2. Результаты моделирования движения трамвая по маршруту № 6 в Санкт-Петербурге

Особенности обеспечения приоритета ГПТ на перегоне

Метод	Достоинства	Недостатки
Улица или ее участок для движения только ГПТ и пешеходов	Наиболее простая организация Формирование комфортной городской среды	Необходимость альтернативных путей для движения автомобилей Трудность обслуживания жилой и коммерческой застройки с данной улицы
Изолированный путь для движения ГПТ	Обеспечивает наибольшую скорость и безопасность движения	Требует выделения пространства вне УДС или строительства эстакад и путепроводов (тоннелей)
Крайне правая полоса для маршрутных транспортных средств	Наиболее простая организация Минимальные капитальные затраты	Трудность организации правого поворота для основного потока Ликвидация остановки и стоянки автомобилей Необходимость ввода специального режима обслуживания предприятий, которое происходит с УДС
Вторая справа полоса для маршрутных транспортных средств	Сохранение стоянки автомобилей Возможность обслуживания предприятий с УДС	Необходимость капитальных затрат для реконструкции проезжей части для размещения остановочных пунктов Пересечение полосы для маршрутного транспорта автомобилями для заезда и выезда со стоянки
Крайне левая полоса для маршрутных транспортных средств	Возможность повышенной скорости движения Сохранение существующих условий подъезда к объектам вдоль УДС	Трудность организации левого поворота для основного потока Необходимость капитальных затрат для организации остановочных пунктов и подхода к ним
Полоса навстречу потоку при одностороннем движении (контрполоса)	Наиболее простая организация Минимальные капитальные затраты	Отсутствие, как правило, возможности организации полосы для маршрутного транспорта по направлению основного транспортного потока

Улица или ее участок для движения только ГПТ выделяется, как правило, в центральной части городов, парковых зонах и т. п., там, где необходимо повысить комфортность городской среды или невозможно совместить полосу для движения маршрутных транспортных средств с движением автомобилей, например из-за ограниченной ширины улицы. На таких улицах реализуются меры для улучшения движения пешеходов и велосипедистов.

Изолированный путь для движения ГПТ реализуют при необходимости обеспечения высокой скорости сообщения. Как правило, он сочетается с сооружениями, позволяющими избежать пересечения транспортных и пешеходных потоков (ограждения, путепроводы, тоннели, эстакады, надземные или подземные пешеходные переходы), поэтому требуют повышенных инвестиций. Наиболее часто такой метод используется в трамвайных системах. Для движения колесного ПС изолированный путь оснащается боковыми ограничителями, по которым движутся направляющие ролики, стабилизирующие движение автобуса или троллейбуса.

Крайне правая полоса выделяется, как правило, в сложившейся транспортной инфраструктуре на нешироких дорогах с частыми остановочными пунктами, и, следовательно, не высокой эксплуатационной скоростью.

Вторая справа полоса выделяется в ситуациях, когда необходимо сохранить возможность подъезда не маршрутных транспортных средств к тротуару и их стоянку. В этом случае для организации остановочных пунктов устраивают выступ.

Крайне левая полоса выделяется при необходимости обеспечить более высокую скорость движения маршрутных транспортных средств, при относительно редких остановках, для удобства въезда и выезда с эстакад, и тоннелей.

Полоса на односторонних улицах навстречу основному потоку удобна для пассажиров, которым не надо искать улицу с противоположным направлением движения, но в этом случае практически всегда возникают сложности с организацией выделенной полосы в направлении основного движения, если улица имеет менее 4 полос движения в обе стороны.

Обособленная полоса с боковыми направляющими используется для уменьшения ее ширины практически до габаритной ширины ПС. Как правило, при этом необходимо использовать на ПС боковые направляющие ролики или другие технические средства, фиксирующие его положение на полосе.

Самый надежный способ выделения полос для движения ГПТ – сооружение конструктивно выделенных обособленных путей, что гарантирует невозможность появления на выделенном полотне постороннего ПС в пределах перегона. На участках дорог, где в движении участвует рельсовый и безрельсовый ГПТ, целесообразно устраивать совмещенные выделенные пути. Расположение остановочных пунктов различных видов ГПТ в едином месте снижает интенсивность пешеходного потока, пересекающего проезжую часть.

Организация приоритета на пересечениях. Для пропуска маршрутных транспортных средств на регулируемом пересечении могут использоваться *специальные параметры регулирования и режимы координации*, рассчитанные с учетом приоритета движения по улицам, по которым следует транспорт общего пользования (*пассивный приоритет*), а также *активные методы*, связанные с идентификацией приближающегося к пересечению транспортного средства.

Технология обеспечения **пассивного приоритета** не учитывает в явном виде фактическое местонахождение ПС ГПТ. Средствами обеспечения приоритетности движения являются предварительно составленные циклы работы сигналов светофоров, которые получены на основе статистически надежных измерений режима движения ГПТ и других видов транспорта на этом пересечении и которые ускоряют их вероятный проезд через перекресток с учетом условий безопасности движения. В этом случае к мерам по обеспечению приоритетности движения ГПТ относятся:

- изменение продолжительности цикла: укорочение продолжительности цикла может уменьшить задержку проезжающих транспортных средств, но потенциально уменьшает пропускную способность перекрестка, что могло бы проявиться в общем увеличении колонного движения на перекрестке;
- увеличение длительности разрешающей фазы по направлению движения ГПТ;
- деление фаз: фаза, в течение которой может проехать ПС ГПТ, вводится до/между другими фазами, в результате чего ПС ГПТ, благодаря большому количеству фаз, предназначенных для направлений движения ГПТ, имеют больше возможностей проезда через перекресток без остановки;
- графики смещения режима работы светофоров на смежных пересечениях при координированном управлении: графики времени и временной сдвиг для координирования рассчитываются с учетом скорости ПС ГПТ и времени его простоя на остановочных пунктах.

Пассивный приоритет в режиме реального времени поддерживают такие системы управления дорожным движением как SCOOT и BALANCE.

Несмотря на то, что данный метод является самым экономичным (для таких систем не требуется никакой дополнительной инфраструктуры), такие технологии не получают широкого распространения ввиду низкой эффективности, поскольку не позволяют учитывать мгновенное фактическое местоположение ПС, не обеспечивают гарантированное соблюдение графика движения и вызывают чрезмерные задержки остальных транспортных средств независимо от присутствия или отсутствия приоритетного транспорта. Использование методов пассивного приоритета дает хорошие результаты, когда через пересечение в отдельном направлении ПС ГПТ движется с высокой интенсивностью, время простоя на остановочных пунктах небольшое и предсказуемо.

Для того чтобы принять решение о необходимости создания локального приоритета или выделения полосы на значительном протяжении магистрали, должны быть проведены соответствующие обследования дорожного движения и на их основе выполнен технико-экономический анализ эффективности принимаемого решения. Критерием целесообразности внедрения приоритетного движения маршрутного пассажирского транспорта является сокращение суммарных затрат времени участников движения на рассматриваемом участке улично-дорожной сети с учетом наполнения маршрутного пассажирского транспорта и легковых автомобилей.

Для реализации активных методов предоставления приоритета светофорный объект должен быть оборудован специальными датчиками, идентифицирующими транспорт общего пользования. Для включения разрешающего движение сигнала может использоваться условный и безусловный пропуск. При *безусловном пропуске* зеленый сигнал включается с расчетом обеспечить безостановочное движение общественного транспорта независимо от ситуации на пересекаемом направлении. *Условный пропуск* предусматривает оценку ситуации на всех направлениях и поиск ближайшего времени включения зеленого сигнала без создания или с минимальными помехами другим участникам движения.

Методы *активного приоритета* формируют одну из групп алгоритмов адаптивного управления светофорным регулированием, объединенных общей целью и общей схемой реализации. Эта схема в самом общем виде реализуется следующими шагами:

- формирование сигнала о подходе транспорта к перекрестку (запроса на приоритет) и передача системе управления светофорной сигнализацией (контроллеру или центру);
- прогноз момента подхода транспортной единицы, требующей приоритета, к стоп-линии;
- выбор стратегии предоставления приоритета;
- расчет параметров светофорного регулирования, реализующих приоритетный пропуск и их отработка;
- фиксация прохода ПС, потребовавшего приоритета стоп-линии (зоны перекрестка) и снятие запроса на приоритетный пропуск.

Помимо перечисленных обязательных шагов, схема приоритетного пропуска может предусматривать и дополнительные операции. К таким операциям, например, относятся:

- информирование водителя транспорта, требующего приоритетного пропуска, о получении контроллером запроса на приоритет. В Германии, например, такое информирование реализуется включением специального сигнала («А») на специальном светофоре;
- информирование водителя о предоставлении приоритета и его условиях. Оно также реализуется включением специального сигнала, при этом форма представления этой информации не регламентирована, и в разных странах, и даже в разных городах одной страны, оно может быть реализовано по-разному. В нормативных документах РФ использование таких сигналов не предусмотрено, оно может быть реализовано в кабине водителя при наличии специального бортового оборудования.

Эффективность использования методов активного приоритета зависит в первую очередь от того, насколько заранее и точно можно спрогнозировать прибытие ПС ГПТ к перекрестку. Высокая загрузка перекрестка или наличие остановочного пункта перед пересечением может привести к сложности реализации безостановочного пропуска ПС, требующего приоритета. Снижение эффективности активных методов приоритета также вызывают следующие факторы:

- большая длительность минимально допустимого времени для пересечения улицы пешеходами;
- большие очереди транспортных средств перед пересечением;
- наличие координированного управления светофорными объектами;
- высокая интенсивность движения ГПТ в одном и особо в обоих пересекаемых направлениях.

Активный приоритет может быть условным и безусловным.

Условный активный приоритет предоставляется с учетом загрузки перекрестка и пропуск ГПТ через перекресток может быть отложен на короткое время для того, чтобы избежать существенного снижения пропускной способности из-за прерывания фазы и т. п. При наличии локальной или централизованной оптимизации светофорного регулирования, типа SCOOT, обнаруженному ПС ГПТ может быть присвоен весовой коэффициент, равнозначный 20 или 50 (в зависимости от конкретных условий) легковым автомобилям. В результате направление движения ПС ГПТ в системе регулирования получит преимущество перед другими направлениями. В большинстве случаев такой подход может быть разумным компромиссом для маршрутов, где не требуется высокая скорость сообщения.

При *безусловном активном приоритете* пропуск ГПТ выполняется без учета загруженности пересечения. Такой подход обычно используется на линиях скоростного пассажирского транспорта, например, на маршрутах трамвая.

Необходимо отметить, что требуемая точность расчета параметров светофорного регулирования составляет 1 с. Эта же точность желательна и для прогноза момента прибытия транспорта к стоп-линии. Для получения достоверного прогноза необходимо отсутствие помех движению транспорта, требующего приоритета, со стороны транспортного потока.

Запрос на приоритет должен обязательно содержать информацию о местонахождении ПС для дальнейшего прогноза его прибытия к стоп-линии. Помимо этой информации, запрос может содержать данные, позволяющие идентифицировать ПС. Это позволяет определить направление его движения через перекресток, соблюдение графика движения и т. п.

Определение местоположения ПС при реализации активного приоритета должно выполняться с точностью не менее 5-10 м. Это может выполняться различными способами, например, при использовании:

- пассивных или активных петлевых детекторов;
- специальных радиочастотных детекторов (RFID), которые могут идентифицировать ПС по сигналу, формируемому бортовым устройством – транспондером;
- дифференциальных систем спутниковой навигации (GPS/ГЛОНАСС) при гарантированной достижимости требуемой точности позиционирования;
- инфракрасных, видеодетекторов и датчиков других типов, используемых в составе светофорного поста.

Система с одним детектором позволяет обнаружить ПС только перед перекрестком. Расстояние точки запроса должно составлять 100–300 м от стоп-линии.

В случае использования одного детектора для обнаружения ПС существует опасность предоставить приоритет на слишком короткое или слишком длительное время – так, что-либо ПС, для которого предоставляется приоритет, не сможет своевременно подъехать к перекрестку, либо приоритет еще не будет включен в момент подъезда ПС к перекрестку. Поэтому для уточнения ситуации и прогноза времени прибытия используется второй детектор, устанавливаемый за 100 м до стоп-линии, при этом первый детектор устанавливается за 300–400 м от стоп-линии.

Третий детектор, стоящий за перекрестком, предназначен для снятия запроса на приоритет. Своевременное снятие запроса позволяет снизить негативное влияние приоритетного пропуска на транспортный поток, следующий в конкурирующем направлении. В некоторых случаях для снижения длительности приоритетной фазы детектор для снятия запроса размещают после стоп-линии перед перекрестком.

При выполнении основного запроса для более точного прогнозирования времени прибытия маршрутного ПС к перекрестку желательно определить его скорость. Если используются детекторы фиксирующего типа (петлевые, RFID-метки), то устанавливаются два детектора и скорость определяется по разнице времени фиксации прохождения маршрутного транспорта.

Необходимо отметить, что использование для определения местоположения ПС систем спутниковой навигации позволяет обойтись без установки дорожных детекторов. Требуемая точность в этом случае достигается использованием дифференциальных навигационных систем, что существенно удорожает систему в целом.

Для прогноза момента прибытия транспорта, требующего приоритета, используются математические алгоритмы и статистические данные длительности проезда по участку от точки запроса до стоп-линии, а также оперативные данные о текущих режимах регулирования и транспортной ситуации в целом.

Существуют три основные *локальные стратегии предоставления приоритета* средствами светофорного регулирования.

- продление разрешающего сигнала;
- сокращение запрещающего сигнала;
- включение специальной фазы, разрешающей движение транспорту, требующему приоритета.

Кроме того, на перегонах значительной протяженности, возможны:

- пошаговая коррекция режима светофорного регулирования в течение нескольких циклов;
- сокращение длительностей фаз, предшествующих вызываемой (так называемый «быстрый цикл»).

Стратегия продления разрешающего сигнала увеличивает длительность разрешающей фазы, когда приближается ПС, требующий приоритетного пропуска. Эта стратегия применима тогда, когда прогнозируемое время прибытия этого ПС приходится на момент, следующий после планового окончания разрешающего сигнала, и его продление до этого момента не приводит к превышению допустимой длительности разрешающей фазы.

Продление разрешающего сигнала заканчивается, когда от всех ПС, которые его вызвали, поступит сообщение о снятии запроса на приоритет, и, следовательно, прохождении перекрестка, или, когда длительность разрешающей фазы с учетом продления достигнет максимально возможного значения.

Значения минимально и максимально допустимых длительностей разрешающих сигналов при наличии нескольких конфликтующих потоков маршрутного транспорта на перекрестке распределяются пропорционально интенсивностям движения потоков транспорта в соответствующих фазах. Минимально и максимально допустимые значения разрешающих сигналов определяются на стадии проектирования светофорных объектов с учетом планировочных характеристик перекрестка с учетом ограничений, накладываемых на длительность циклов регулирования. В общем случае при двухфазном регулировании длительность цикла не должна превышать 70 с, при трехфазном – 90 с, при четырехфазном – 110 с.

Стратегия сокращения запрещающего сигнала обеспечивает включение разрешающего сигнала для ПС, требующего приоритета, в момент более ранний, чем плановый. Эта стратегия применима тогда, когда прогнозируемое время прибытия этого ПС приходится на момент, предшествующий плановому времени окончания запрещающего сигнала, и его выключение до этого момента не приводит к сокращению длительности запрещающей фазы до величины, меньшей допустимого минимального значения.

Включение специальной фазы, разрешающей движение транспорту, требующему приоритета, может осуществляться в тех случаях, когда совместное движение ГПТ и автомобильного транспорта в разрешенном направлении может создать помехи ГПТ. Специальная фаза включается на время, необходимое для пропуска ТС, пользующегося приоритетом, через перекресток, после чего выполняется либо возврат к предшествующей ей фазе, либо включение следующей фазы. Обеспечение требования минимальной длительности специальной фазы позволяет минимизировать отклонение от нормального режима работы перекрестка.

В ряде случаев стратегия включения специальной фазы используется не для сокращения его задержек, а для обеспечения выполнения им отдельных маневров, запрещенных для других видов транспорта, как правило, маневров левого поворота.

Пошаговая коррекция режимов светофорного регулирования позволяет увеличить возможность сокращения задержки транспорта, требующего приоритета за счет более раннего прогнозирования момента его прибытия. При раннем (за 5-7 мин) прогнозировании прибытия ПС возникает возможность корректировки режима светофорного регулирования в течение нескольких циклов работы светофора. Кроме того, может потребоваться корректировка режимов регулирования на промежуточных светофорах.

При реализации этой стратегии необходимо обеспечить обнаружение ПС на достаточно далеком расстоянии от стоп-линии, чтобы иметь достаточный запас времени для пошаговой коррекции режимов. Например, при обеспечении коррекции в течение трех циклов светофорного регулирования необходимо обеспечить обнаружение ПС с упреждением 180–240 с до его возможного прибытия к стоп-линии, что при скорости 60 км/ч соответствует расстоянию 3-4 км. В городских условиях транспорт, проезжая такое расстояние, обычно пересекает несколько перекрестков. Это, в свою очередь, снижает достоверность прогноза и требует для его формирования информации о режимах работы светофоров и условиях движения транспортных потоков на всем участке движения. При наличии такой информации целесообразно обеспечивать пошаговую коррекцию с учетом полной характеристики транспортной ситуации, применяя методы активного условного приоритета.

Алгоритм «быстрого цикла» основан на сокращении длительности фаз, предшествующих вызываемой. Он может использоваться при детектировании транспортного средства за 30-40 с до его возможного прибытия к стоп-линии, что соответствует расстоянию около 600 м при скорости 60 км/ч.

При наличии систем обеспечения активного приоритета может быть организованы *приоритетные полосы со смешанным движением*. Такие полосы организуются при небольшой интенсивности движения маршрутного транспорта, но необходимости его беспрепятственного проезда из условия обеспечения требуемой скорости сообщения.

По смешанной полосе допускается движение основного транспортного потока, пока он не мешает маршрутному транспорту. Движение маршрутного транспорта отслеживается, и полоса с помощью светофоров или знаков переменного значения своевременно закрывается на определенных пересечениях с тем расчетом, чтобы основной транспортный поток успел пройти до появления маршрутного транспорта.

В системах обеспечения приоритетного проезда могут использоваться **архитектурные решения**, приведенные в табл. 2.

Использование только дорожной инфраструктуры позволяет сделать систему более простой и универсальной, что особенно удобно при работе нескольких различных перевозчиков, направлении ПС на другой маршрут и т. п. В наиболее простых системах один или несколько датчиков определяют приближение ПС ГПТ к регулируемому пересечению, передают эти данные на светофорный контроллер, программное обеспечение которого корректирует работу светофора одним из изложенных выше способов.

При использовании для определения положения ПС ГПТ бортового оборудования могут использоваться локальные или централизованные системы. Общим для них является использование модуля космического позиционирования. Повысить точность получения навигационных данных позволяет использование дифференциальной GPS – Differential GPS (DGPS). Ее принцип основан на использовании двух приемников. Один – ведущий, располагается на опорной станции, координаты которой определены с высокой точностью. Второй приемник располагается на ПС. Так как координаты первого приемника известны, сигналы со спутников могут быть скорректированы для получения правильного значения. Эффективность коррекции будет зависеть от расстояния между ПС и опорной станцией, а также от качества используемого оборудования. В любом случае для передачи данных, в том числе сигнала коррекции потребуются специальные системы связи, например, транкинговые системы. Преимуществом такого подхода является возможность получения данных о положении ПС ГПТ в режиме реального времени, что позволяет более точно прогнозировать момент прибытия ПС ГПТ к пересечению.

В централизованных системах, как правило, решение о предоставлении приоритета принимается в АСУ ДД. В некоторых реализациях таких систем требуется взаимодействие с АСУ ГПТ для получения данных о графиках движения ПС ГПТ, отклонении от графика загруженности ПС и т. п. Такие системы целесообразно применять на отдельных линиях при одномаршрутной схеме организации движения ГПТ.

Таблица 2

Архитектурные решения для обеспечения приоритетного проезда маршрутных транспортных средств

Описание архитектуры	Применение
<i>Используется только бортовое оборудование</i>	
Положение ПС ГПТ определяется АСУ ГПТ посредством спутниковой навигации, запрос на приоритет передается в АСУ ДД, которая формирует управляющее решение и передает его на светофорный контроллер	Турин, Тулуза, Страсбург, Нанси и др.
Положение ПС ГПТ определяется АСУ ГПТ посредством спутниковой навигации, запрос на приоритет передается на светофорный контроллер оборудованием ПС. Светофорный контроллер может корректировать режим работы за счет встроенных программных средств или с помощью АСУ ДД	Хельсинки, Лондон
<i>Используется только дорожная инфраструктура</i>	
Положение ПС ГПТ определяется дорожными датчиками, которые передают данные светофорному контроллеру	Наиболее широкое использование в локальных системах управления дорожным движением и в трамвайных системах
Положение ПС ГПТ определяется дорожными датчиками, которые передают данные светофорному контроллеру. Контроллер передает запрос АСУ ГПТ, которое формирует управляющее решение и передает его на светофорный контроллер	Наиболее широкое использование в централизованных системах управления дорожным движением
<i>Смешанные системы</i>	
Положение ПС ГПТ определяется различными способами и данные о нем передаются в АСУ ГПТ и АСУ ДД. Запрос на приоритет передается на светофорный контроллер оборудованием ПС, но его реализация контролируется АСУ ДД путем анализа различных данных об обстановке на перекрестке, графика движения ПС ГПТ и т. п.	Генуя

В табл. 3 приведены методы предоставления приоритета в наиболее широко применяемых АСУ ДД, имеющих функции предоставления приоритета ГПТ.

Таблица 3

Предоставление приоритета ГПТ в коммерческих АСУ ДД

Наименование	Характеристика предоставления приоритета ГПТ	Эффективность
Bus SCOOT	Централизовано за счет присвоения повышенного весового коэффициента ПС ГПТ в процессе оптимизации светофорного регулирования Локально в зависимости от степени загрузки перекрестка, момента прибытия ПС ГПТ к перекрестку и избирательно для отдельного ПС	Снижение времени поездки до 30 %
SCATS	Локально путем продления разрешающего сигнала, сокращения запрещающего или введением специальной фазы с последующей компенсацией времени для других направлений движения	Снижение времени поездки на 6–10 %
MOTION	Централизовано может быть реализован только пассивный приоритет Активный приоритет реализуется локально контроллером светофорного объекта	Нет данных
Utopia/Spot	Централизовано за счет присвоения повышенного весового коэффициента ПС ГПТ в процессе оптимизации светофорного регулирования	Снижение времени поездки на 2–10 %

Примером локального предоставления приоритета ГПТ является АСУ ДД Bus SCOOT, реализованная в Лондоне. На автобусах устанавливается компьютерный модуль iBIS plus, который получает данные от приемника GPS, датчика открытия дверей, спидометра, одометра и т. п. В соответствии с заложенными в программу данными при достижении автобусом контрольных точек модуль передает сигнал в модуль предоставления приоритета светофорного контроллера. Схема системы приведена на рис. 3.

Современные АСУ ДД с централизованным управлением для прогнозирования оптимальных режимов управления используют транспортные модели. На рис. 4 приведена схема управления в АСУ ДД Utopia/Spot.

Модуль управления Utopia получает данные о дорожном движении с датчиков, установленных на регулируемых пересечениях и информацию о движении ПС ГПТ от АСУ ГПТ, эти же данные получает модель микромоделирования VISSIM, которая в режиме реального времени прогнозирует режимы движения. Для прогнозирования времени задержки ПС ГПТ на остановочных пунктах используется реляционные зависимости, получаемые на основе статистики.

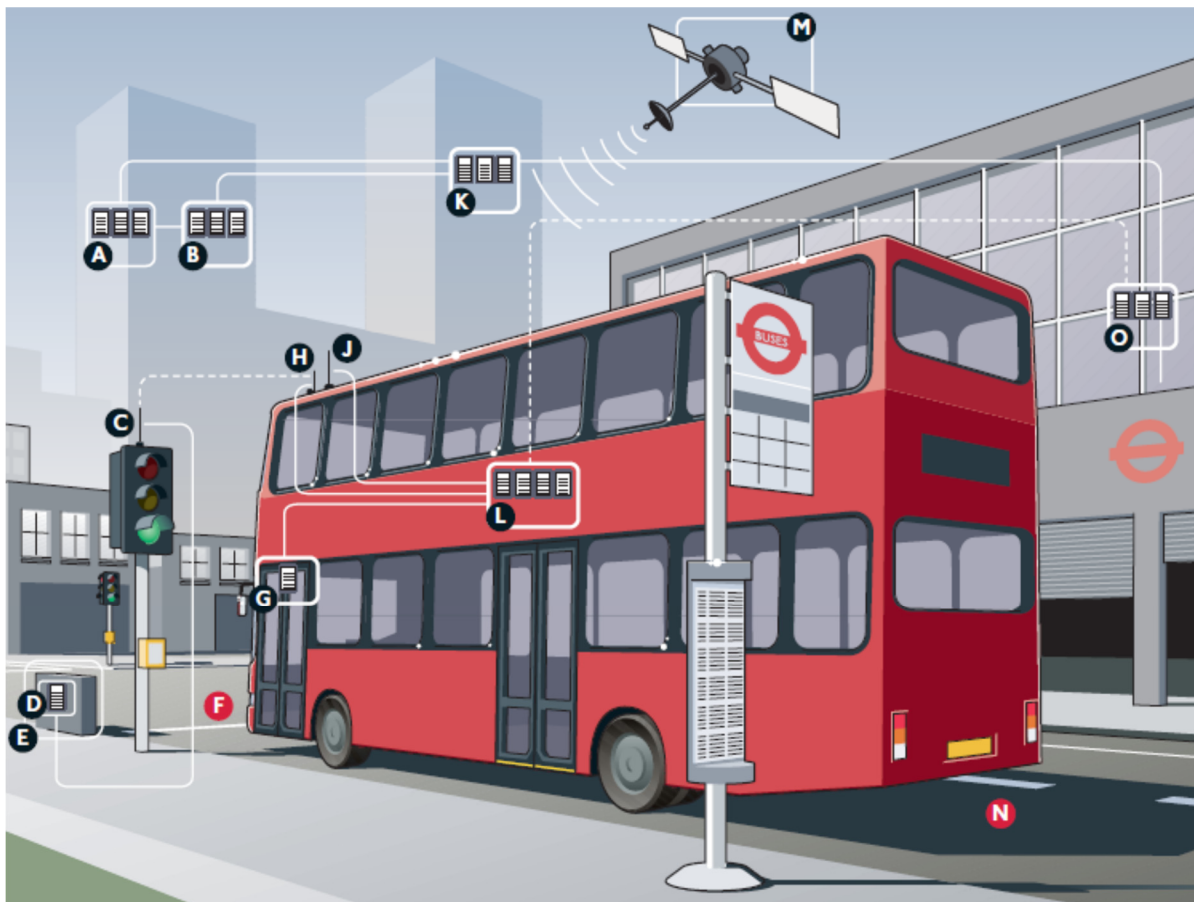


Рис. 3. Блок-схема управления в АСУ ДД Utopia/Spot:

A – модуль фиксации ошибок детектирования положения автобусов; B – база данных; C – приемник Wi-Fi модуля предоставления приоритета; D – модуль предоставления приоритета; E – светофорный контроллер; F – сечение передачи данных о проезде автобусом пересечения; G – датчик открытия дверей; H – радиопередатчик данных в модуль предоставления приоритета; J – приемник GPS; K – центральный сервер системы; L – компьютерный модуль iBIS; M – система GPS; N – сечение предварительного детектирования автобуса; O – передача данных в/из модуля iBIS в центральный сервер

Так, например, для расчета времени простоя автобусов особо большого класса на остановочных пунктах в Стокгольме в зависимости от числа входящих $n_{\text{вход}}$ и выходящих $n_{\text{выход}}$ пассажиров используется следующая зависимость:

$$T_0 = 11,3 + 2 n_{\text{вход}} + 0,5 n_{\text{выход}}$$

Зарубежный опыт предоставления приоритета ГПТ на регулируемых пересечениях свидетельствует о необходимости индивидуального подхода к каждому пересечению, так как экономия времени поездки для ГПТ может значительно различаться в зависимости от геометрии пересечения, режима управления светофорным регулированием, расположением остановочных пунктов и т. д. Так же может существенно различаться достигаемый эффект при движении ПС в различных направлениях.

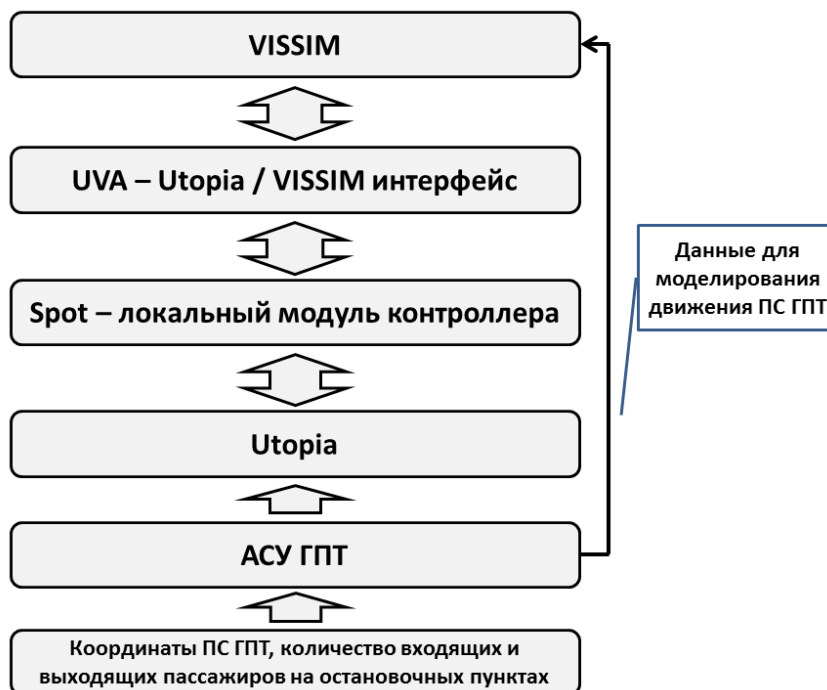


Рис. 4. Блок-схема управления в АСУ ДД Utopia/Spot

Литература

1. Попова О.В. Разработка методики планирования приоритетного движения наземного общественного транспорта : диссерт. канд. техн. наук : 05.22.10 / Попова Ольга Валентиновна ; [СПбГАСУ]. – СПб., 2003.
2. Попова О.В. О некоторых теоретических подходах к обеспечению приоритетных условий движения маршрутного транспорта. В сб.: Труды молодых ученых, ч.2, СПб., 1999. С.136-139.
3. Попова О.В. Обеспечение приоритета общественного транспорта средствами светофорного регулирования. В сб.: Доклады 56-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета, СПбГАСУ, СПб., 1999.
4. Попова О.В. Оптимизация разметки – как средство обеспечения приоритетных условий движения общественному транспорту. В сб.: Доклады 57-ой научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета, СПбГАСУ, ч.1, СПб., 2000. С.7-9.
5. Горев А.Э., Попова О.В. О программе обеспечения приоритетного движения общественного транспорта. В кн.: Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Сборник докладов четвертой международной конференции, СПбГАСУ, СПб., 2000. С.160-162.
6. Попова О.В. Методика планирования приоритетных условий движения наземного общественного транспорта. // Материалы 5-й междунар. конф. «Орг. и безопасность дорож. движения в круп. городах». 19-20 сент. 2002 г./ С.-Петербург. гос. архитектур.-строит. ун-т. СПб., 2002. С. 272–275.
7. Горев, А.Э. К вопросу об экономической эффективности городского пассажирского транспорта // Транспорт Российской Федерации, № 3-4 (40-41), 2012. С. 34-36.
8. Жанказиев С.В. Динамическое предоставление приоритета проезда для средств общественного транспорта/ С.В.Жанказиев, Пржибыл П., Шадрин А.В.// Автотранспортное предприятие. 2011.№ 7. С. 24-27.
9. Методические рекомендации по оценке целесообразности введения приоритетных условий движения наземного городского пассажирского транспорта // Региональный отраслевой методический документ. Комитет по транспорту и Комитет развития транспортной инфраструктуры Правительства Санкт-Петербурга. СПб., 2014. 25 с.

10. Bus Rapid Transit. Planning Guid / 3-rd edition, June 2007. New York: Institute for Transportation & Development Policy, 2007. 836 p.
11. Evaluation of bus priority strategies in coordinated traffic signal systems / Johan Wahlstedt. Royal Institute of Technology, School of Architecture and the Built Environment, Department of Transport Science, Division of Traffic and Logistics. Stockholm: 2014. 181 p.
12. Best practice guide 2. Public transport – Planning the Networks / Gustav Nielsen, 2005. Oslo: HiTrans 180 p.

УДК 629.039.58

Виктор Никифорович Громов,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого)
E-mail: vgromov45@list.ru

Victor Nikiforovich Gromov
Dr.of Sci.Techn., Professor
(Saint Petersburg polytechnic university
of Peter Great)
E-mail: vgromov45@list.ru

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА МЕТРОПОЛИТЕНОВ

ESPECIALLY ENSURING MICROCLIMATE SUBWAYS

Среда безопасности метрополитена создается как комплекс целенаправленных технических и организационных мероприятий. Предлагается создать систему мониторинга и управления параметрами воздушной среды метрополитенов на основе внедрения современных IT- технологий. Внедрение системы позволит решить проблему обеспечения качества воздушной среды метрополитена в повседневных условиях, повысить энергоэффективность и снизить риски при чрезвычайных ситуациях. Учитывая связь вентшафт метрополитена с наружным воздухом нельзя не принимать во внимание возможность техногенных аварий на близко расположенных от воздухозаборов потенциально опасных предприятий. Требуется значительно расширить нормативную базу по проблеме пожарной безопасности на метрополитенах и выполнить замену устаревших агрегатов на современные типы вентиляторов с частотным регулированием электропривода. Для решения проблем предлагается применить системный подход.

Ключевые слова: метрополитены, вентшахта, транспортная безопасность, риски, микроклимат, пожарная безопасность, системный подход.

The metro security environment is created as a set of purposeful technical and organizational measures. It is proposed to create a system for monitoring and managing the air environment of subways based on the introduction of modern IT technologies. The introduction of the system will solve the problem of ensuring the quality of the metro air environment in everyday conditions, increase energy efficiency and reduce risks in emergency situations. Given the connection between the metro air shaft and the outside air, one should not take into account the possibility of man-made accidents at potentially hazardous enterprises close to the air intakes. It is required to significantly expand the normative base on the problem of fire safety on metro and replace the obsolete units with modern types of fans with frequency regulation of the electric drive. To solve the problems, it is proposed to apply the system approach.

Keywords: subways, air shaft, transport safety, risks, microclimate, fire safety, system approach.

Сложность инженерной инфраструктуры метрополитенов, развитие социальных запросов и, прежде всего, требование минимизировать последствия внештатных ситуаций привели к разработке норм и правил, которые превратили современные метрополитены в высокотехническую инфраструктуру с передовыми системами управления и контроля.

С целью предотвращения угроз природного и техногенного характера, а также актов незаконного вмешательства, и для формирования единой и эффективной системы обеспечения безопасности на транспорте, Правительство Российской Федерации выработало курс, нашедший отражение в Федеральном законе РФ №16 «О транспортной безопасности» [1] и «Комплексной программе обеспечения безопасности населения на транспорте» [2].

Цели создания благоприятных и безопасных условий перевозки, сохранения жизни и здоровья пассажиров, поддержания высокой работоспособности персонала, защиты окружающей среды в процессе эксплуатации технических систем могут быть достигнуты только при соблюдении всех требований российского законодательства.

При этом следует учитывать, что метрополитен это:

– социально-транспортный, потенциально опасный, технически особо сложный и критически важный объект двойного назначения;

– единственный в мире вид транспорта, в котором присутствуют атрибуты всех других известных видов транспорта;

– строительный объект во многом со своей замкнутой системой жизнеобеспечения, способный в определенный период стать последней защитой для жителей города в период возможной внешней угрозы их уничтожения;

– основное транспортное предприятие крупных городов с населением более 1 млн чел., воспринимающее все проблемы внешней окружающей среды (включая экологические, ЧС техногенного и природного характера и т. п.);

– транспортное средство способное доставить населению и органам власти огромные неприятности в случаях отказов и сбоев функционирования;

– пространство, обладающее своим, только ему присущим, во многом еще неизученным, воздействием на системы и человека.

В силу большого количества требований и норм проектирования вентиляционные системы в подземных сооружениях (метрополитенах, автомобильных тоннелях, шахтах, объектах ГО и т. п.) можно отнести к разряду самых сложных и самых ответственных систем.

Система микроклимата и вентиляция – важнейший комплекс инженерной инфраструктуры метрополитена, направленный на поддержание требуемых параметров воздушной среды в объектах метрополитена при их повседневной эксплуатации и при ЧС.

Эксплуатационные показатели метрополитена в значительной степени зависят от эффективности и конструктивного совершенства этой системы.

Тоннельная вентиляция метрополитена, как и автодорожных тоннелей, предназначена для выноса на поверхность всевозможных вредностей с целью поддержания в тоннелях, поездах и на станциях заданных параметров микроклимата и химического состава воздуха.

В сооружениях метрополитена присутствуют следующие вредности [3]:

– тепло, выделяющееся от поездов, вентиляторов, кабельной сети, токоведущих рельсов, эскалаторов, электротехнических установок тяговых и понижающих электроподстанций (выпрямительных, аккумуляторных, электrorаспределительных устройств, пультов управления и др.), пассажиров и обслуживающего персонала;

– влага, выделяющаяся при дыхании и потовыделении пассажиров и обслуживающего персонала, испарении с мокрых поверхностей тоннелей, смачиваемых грунтовой водой, проникающей в тоннели через неплотности гидроизоляции, а также в периоды мытья тоннелей и платформ станций;

– газы, проникающие в тоннели через неплотности гидроизоляции с грунтовой водой из газопроводов, фекальной канализации и т. п., которые пересекают метрополитен или проходят вблизи него, а также выделяемые пассажирами и обслуживающим персоналом при дыхании (двуокись углерода). Аккумуляторные батареи, расположенные в тягово-понижительных электроподстанциях, также являются источником загрязнения воздуха аэрозолями серной кислоты или едких щелочей (в зависимости от типа применяемых аккумуляторов) и водорода, выделяющихся из электролита. Водород может создать в воздухе, в определенных условиях, взрывоопасную концентрацию;

– пыль, образующаяся в тоннелях вследствие истирания рельсов, колесных бандажей и тормозных прокладок подвижного состава, а также вследствие выветривания пути и обделки тоннелей и вносимая наружным воздухом и пассажирами;

– маслянистый туман – продукт охлаждения паров минеральных масел и керосина, применяемых для смазки и промывки подвижных частей вагонов;

– микробиологическая обсемененность – возникает от людей особенно в вагонах и на станциях в периоды наибольшего скопления пассажиров в часы пик.

В автомобильных тоннелях к основным вредностям добавляются выхлопные газы транспортных средств.

За счет, в основном, искусственного побуждения воздух принудительно (с использованием вентиляторов) подается и извлекается из подземных сооружений.

Тоннельная вентиляция метрополитенов является крупным потребителем электроэнергии, расход которой уступает только расходу на эксплуатацию подвижного состава. При этом из-за низкого КПД вентиляционных агрегатов (ВА), до 40 % потребляемой электроэнергии теряется, даже при идеальной эксплуатации, а бюджет несет значительные потери. Это происходит из-за несовершенства аэродинамических параметров действующего вентиляционного оборудования, что в свою очередь вызвано неполным соответствием типов применяемых вентиляторов разнообразию участков вентиляционных сетей. В этой связи особую актуальность приобретает обоснованный выбор оборудования, используемого в системах проветривания тоннелей.

Основными параметрами при подборе любого вентилятора должны являться только две величины, а именно, его расчетная производительность и полное давление при этой расчетной производительности. Только по этим двум параметрам подбираются вентиляторы, исходя из его максимальной энергоэффективности и стабильной аэродинамической характеристики при различных условиях работы. При этом выбирается наиболее подходящий номинальный диаметр вентилятора, тип его рабочего колеса, характеризующийся различным втулочным отношением и количеством лопаток, частота его оборотов, и только после этого определяется необходимая установочная мощность и частота вращения электродвигателя. Это самый правильный и оптимальный путь выбора вентиляторов.

На рис. 1 представлены типовые характеристики осевого вентилятора и рабочие характеристики обычного асинхронного электродвигателя (АД) с короткозамкнутым ротором в функции от производительности V и мощности $N_в$.

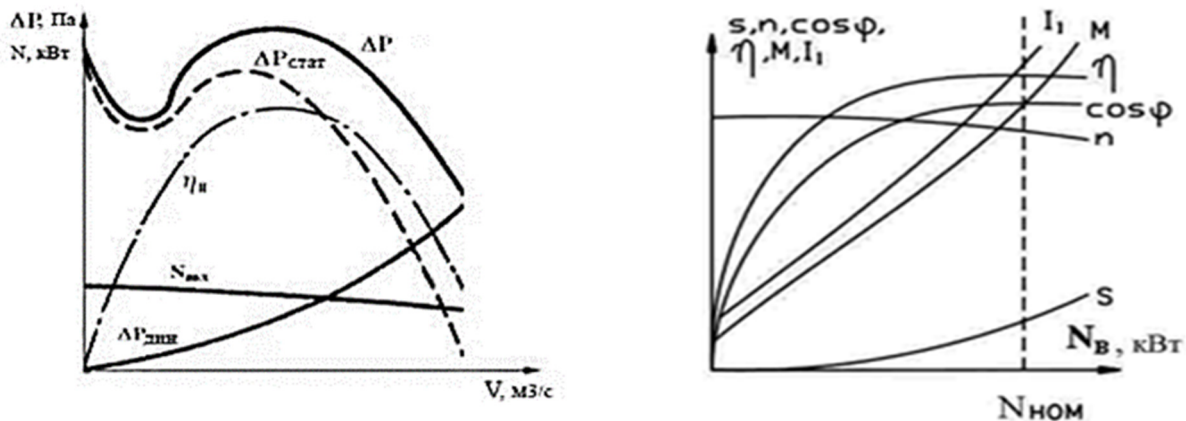


Рис. 1. Типовые характеристики: радиальных вентиляторов (слева), рабочие характеристики АД (справа)

Характеристики осевого вентилятора (рис.1) содержат зависимости статического $\Delta P_{стат}$, динамического $\Delta P_{дин}$ и полного давлений $\Delta P = \Delta P_{стат} + \Delta P_{дин}$ развиваемых вентилятором в зависимости от производительности V .

Левая часть характеристик осевого вентилятора имеет провалы и является неустойчивой, из-за чего его работа возможна только в области справа, ниже граничного напора. Правая (рабочая) часть характеристики осевых машин крутопадающая. Кривая КПД вентилятора с уменьшением напора также резко падает.

Рабочие характеристики АД (рис.1) представлены зависимостями: КПД (η), коэффициента мощности $\cos \varphi$, скольжения s , частоты вращения n , вращающего момента M и тока статора I_1 от нагрузки $N_в$ (полезной мощности) на валу двигателя при номинальном напряжении и неизменной частоте питающей сети.

КПД (η_9) асинхронных двигателей зависит от мощности АД и при номинальной нагрузке может быть в пределах от 85 до 98 % (верхний предел соответствует двигателям большей мощности). КПД АД определяется той долей перерасхода мощности, которая идет на покрытие магнитных потерь в стали статора, а также на покрытие электрических потерь в обмотках статора и ротора, обусловленных нагревом этих обмоток током.

Из приведенного анализа следует, что для достижения высокой энергоэффективности, надежности и адаптивности вентиляторных агрегатов требуется применять комплексный подход, рассматривая вентилятор и электродвигатель как единый агрегат, учитывая, как аэродинамические характеристики установки, так и электрические параметры привода.

В зависимости от типа применяемых вентиляторов реализуются два основных способа регулирования расхода и направления движения потока воздуха в тоннеле.

Первый способ – изменение угла поворота лопаток вентилятора и ступенчатое изменение частоты вращения за счет переключения числа полюсов при использовании многополюсных электродвигателей, второй – применение электронных регуляторов частоты вращения и реверса двигателя (для вентиляторов с фиксированным углом поворота лопаток).

Оба способа доказали свою жизнеспособность, однако использование того или иного варианта напрямую зависит от аэродинамических характеристик тоннеля в рабочем и аварийном режимах.

Оптимальным решением является комбинированная система управления и частотой вращения, и изменением угла поворота лопаток вентиляторного агрегата [4].

Системы тоннельной вентиляции согласно п. 5.17 СП 32-105–2004 «Метрополитены» должны обеспечивать:

- нормируемые параметры микроклимата и состав воздуха в сооружениях;
- баланс между количеством приточного и вытяжного воздуха с преобладанием количества приточного воздуха над вытяжным на 15–20 %;
- не менее чем трехкратный воздухообмен в час по внутреннему объему пассажирских и других помещений, обслуживаемых тоннельной вентиляцией;
- подачу наружного воздуха не менее 30 м³/ч, а в часы пик – не менее 50 м³/ч на одного пассажира;
- концентрацию вредных веществ в воздухе пассажирских помещений, не превышающих значений ПДК согласно ГОСТ 12.1.005 с учетом фактора кратковременности пребывания пассажиров в помещениях;
- годовой тепловой баланс, поддерживающий допустимые параметры температуры и относительной влажности воздуха и минимально возможный рост температуры окружающих грунтов;
- применение устройств для снижения шума и вибрации, возникающих при работе вентиляторных агрегатов;
- применение мероприятий по снижению влияния эффекта «дутья», возникающего при движении поездов;
- допустимый уровень звукового давления на станциях и в перегонных тоннелях следует принимать согласно п. 5.17 СП 32-105–2004 «Метрополитены», на поверхности земли – по СНиП 11-12.
- допустимую концентрацию пыли в приточном воздухе, подаваемом во внутренние помещения.

Существующая и планируемая загрузка метрополитенов больших городов в настоящее время требует принципиально новых подходов к обеспечению микроклимата в тоннелях, на станциях метрополитена и в подвижных составах.

Решение указанной проблемы возможно при наличии Единого центра контроля и управления микроклиматом метрополитена.

Настало время проведения полномасштабной модернизации системы мониторинга и управления параметрами воздушной среды метрополитенов на основе внедрения современных ИТ– технологий с переходом на более высокий качественный уровень при решении основных технологических, организационных и экономических задач.

Внедрение автоматизированной системы контроля и управления параметрами воздушной среды и микроклимата метрополитена (АСКПВС-М) позволит комплексно решить проблему обеспечения необходимого качества воздушной среды метрополитена.

АСКПВС-М обеспечит измерение параметров микроклимата во всех основных пассажирских помещениях, измерение показателей работы шахтных вентустановок, сбор, обработку и передачу информации на центральный диспетчерский пункт Единого центра контроля и управления микроклиматом метрополитена – «верхний уровень».

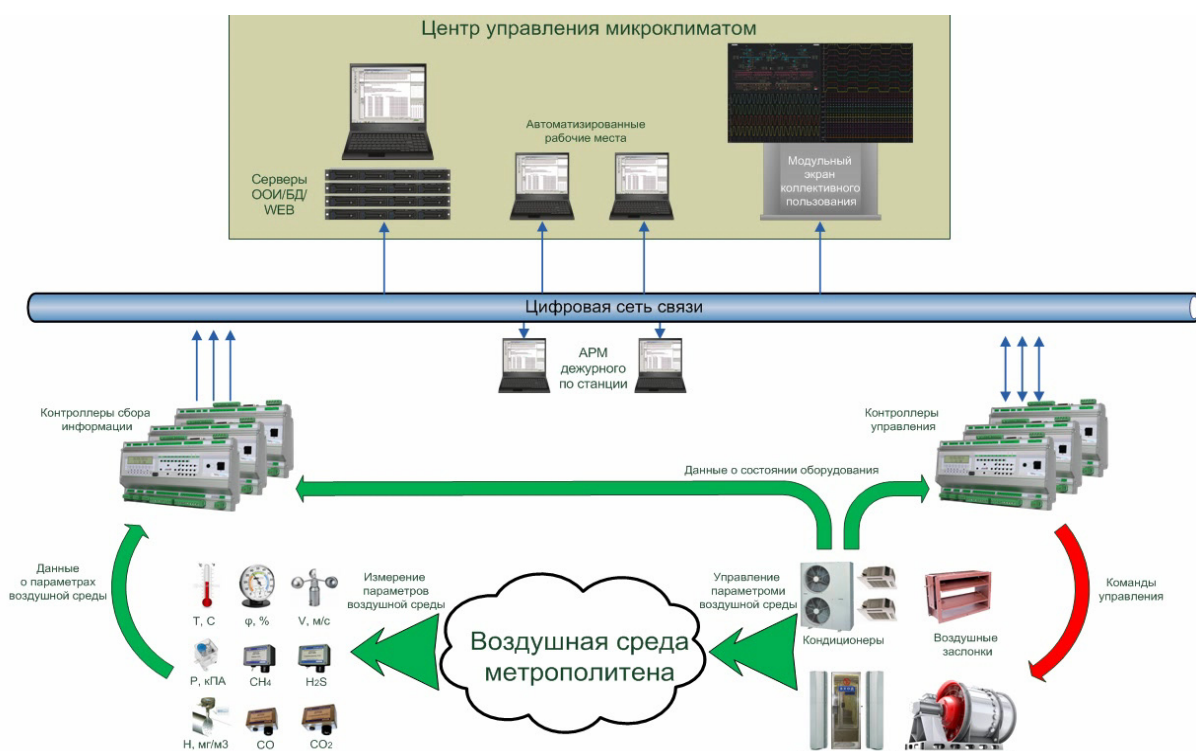


Рис. 2. Единый центр контроля и управления микроклиматом метрополитена

Создание Единого центра контроля и управления микроклиматом метрополитена позволит обеспечить:

- благоприятные и безопасные условия перевозки, сохранить здоровье пассажиров, поддержать высокую работоспособность персонала;
- повысить энергоэффективность и снизить энергопотребление метрополитенов за счет оптимизации работы системы вентиляции;
- снизить риски и смягчить последствия при пожарах, терактах и ЧС на метрополитенах за счет адаптивного управления вентагрегатами и мониторинга текущей обстановки.

При разработке и управлении системой вентиляции обеспечение пожарной безопасности является очень сложной задачей, что обусловлено отсутствием:

- требуемой нормативной базы по проблеме пожарной безопасности на метрополитенах;
- достоверных методик, алгоритмов и ПО моделирования задымления аварийных участков метрополитена.

Современные наука и техника еще не располагают абсолютно безопасными методами и средствами прогнозирования развития пожаров из-за многочисленных и разнообразных факторов, которые проявляются неожиданно, развиваются так стремительно, что не всегда удается принять правильные меры по ликвидации ЧС, спасению людей и материальных ценностей без мониторинга и системы поддержки принятия решений.

Многочисленные эксперименты с применением дымовых шашек на станциях показали низкую эффективность существующих способов дымоудаления.

Требуется поиск эффективных алгоритмов выбора вентиляционных режимов метрополитенов, которые удовлетворяют требованиям СНиП 32-02–2003 «Метрополитены» и СП 32-105–2004 «Метрополитены» в аварийных ситуациях.

Тоннельная вентиляция в комплексе с другими системами в режиме дымоудаления должна обеспечивать противодымную защиту путей эвакуации людей по заранее разработанным сценариям.

Учитывая связь вентиляционных шахт метрополитена с наружным воздухом нельзя не принимать во внимание возможность техногенных аварий на близко расположенных от воздухозаборов потенциально опасных предприятиях.

В связи с наличием в городах предприятий, работающих с химически опасными веществами (ХОВ), такими как, аммиак, хлор и т. п., необходимо использовать наружные метеостанции и моделирование для принятия правильных решений по защите пассажиров, находящихся в метро.

Пример моделирования разлива цистерны с хлором, представленный на рис. 3, показывает неравномерный характер распределяются концентрации хлора в зависимости от направления, скорости ветра и плана застройки местности.

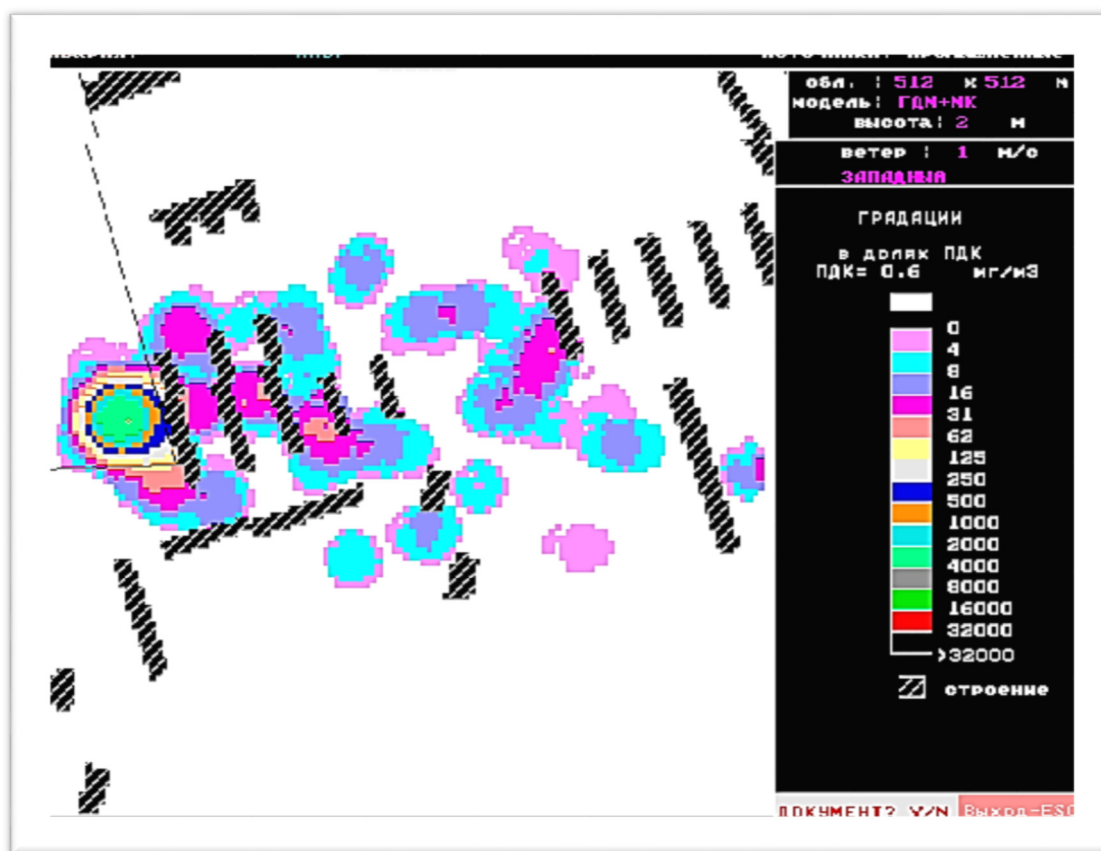


Рис. 3. Пример моделирования распределения концентраций хлора в городской застройке

В случае внезапных появлений в составе наружного воздуха у вентиляционных шахт опасных концентраций ХОВ необходимо их мгновенно обнаружить системой контроля параметров

воздушной среды и отсечь поступление зараженного воздуха во внутренние помещения и тоннели защитно-герметическими клапанами и затворами.

При возникновении опасной ситуации во внутренних объемах метрополитена вступает в силу план эвакуации и ликвидации аварии. Одна из основных целей плана – обеспечение безопасных путей эвакуации пассажиров и персонала метрополитена. В подобных случаях вентиляционные агрегаты должны работать таким образом, чтобы свежий воздух подавался навстречу эвакуируемым.

В сфере противопожарного нормирования и стандартизации на метрополитенах в первую очередь необходимо [6]:

- дополнить Федеральный Закон №123 от 22.07.2008г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» разделом по пожарной безопасности метрополитенов;
- правила пожарной безопасности на метрополитенах (ЦУО/4583) – 1988 г. переработать с учетом требований Федерального Закона № 123 от 22.07.2008г;
- переработать ППБО – 14–87 «Правила пожарной безопасности на метрополитенах» с учетом изменения нормативно-правовой базы ГПС и опыта зарубежных стран для включения их в ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» в качестве раздела;
- доработать свод правил «Метрополитены» и свод правил по проектированию метрополитенов СП 32-105-2004 (разделов, положений и требований, связанных с обеспечением пожарной безопасности) так как в них отсутствует раздел по эксплуатации метрополитенов;
- провести исследования и разработку методик расчета фактических пределов огнестойкости оборудования приточных и вытяжных систем вентиляции (включая кабельные линии, шкафы силовые и автоматики, электродвигатели вентиляторов и вентиляторы);
- разработать правила пожарной безопасности и систему сертификации в области пожарной безопасности применительно к подвижному составу метрополитена. В настоящее время они полностью отсутствуют;
- разработать Руководство по тушению пожаров на спецобъектах и на ситуационных центрах метрополитена КПМ и КПЛ (для городских и специальных подразделений ГПС).

Систему по поддержанию микроклимата на станциях метрополитена и тоннелях в повседневных условиях и при ЧС целесообразно создавать в три этапа:

- первая очередь – создание системы мониторинга параметров микроклимата на станциях – «нижний уровень»;
- вторая очередь – разработка алгоритма и системы управления параметрами микроклимата метрополитена – «верхний уровень», для обеспечения санитарных норм и безопасности пассажиров в повседневных условиях и при ЧС;
- третья очередь – модернизация существующих вентиляционных установок.

Для повышения энергоэффективности системы тоннельной вентиляции метрополитенов при модернизации существующих вентиляционных установок могут быть применены следующие решения:

- адаптивная схема работы системы вентиляции в зависимости от климатических условий;
- устранение несоответствий аэродинамических характеристик вентиляторов параметрам вентиляционной системы;
- модернизация существующих, и установка современных типов вентиляторов с частотным регулированием электропривода.

Время простых изолированных решений закончилось, и для решения проблемы обеспечения требуемых параметров микроклимата и безопасности [7] на метрополитенах необходим системный подход.

Выводы

1. Среда безопасности метрополитена создается как сложнейший набор целенаправленных технических и организационных мероприятий;
2. В повседневных условиях эксплуатации невозможно говорить о стабильном обеспечении требуемых параметров микроклимата, о надежности, о системном снижении расходов на энергоресурсы, о пожарной безопасности, без внедрения на метрополитенах единых центров контроля и управления микроклиматом;
3. Следует принять меры по реализации требований по пожарной безопасности, изложенных в Резолюции VI Международного форума «Безопасность на транспорте» Партии «ЕДИНАЯ РОССИЯ» «Санкт-Петербург – морская столица России» 6–7 апреля 2016 г., (п. 3.10, стр. 19).

Литература

1. Федеральный закон «О транспортной безопасности» от 09.02.2007 № 16-ФЗ (последняя редакция).
2. Комплексная программа обеспечения безопасности населения на транспорте. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.07.2010 г. № 1285-р.
3. Цодиков В.Я. Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов. М.: Недра, 1975. 237с.
4. Громов В.Н. Оценка энергоэффективности комбинированного способа управления установками вытяжной вентиляции в тоннеле №6 (г.Сочи). Труды I Международной конференции по энергосбережению, Национальный исследовательский Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Сборник докладов. СПбГТУ. 2011. С. 29-40.
5. СП 32-105–2004 «Метрополитены».
6. Резолюция VI Международного форума «Безопасность на транспорте» Партии «ЕДИНАЯ РОССИЯ» «Санкт-Петербург – морская столица России» 6–7 апреля 2016 г., (п. 3.10. стр 19).
7. Постановление Правительства РФ №410 от 05.04.2017г. «Об утверждении требований по обеспечению транспортной безопасности, в том числе требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий), учитывающих уровни безопасности для различных категорий метрополитенов».

УДК 658.352

Владимир Федорович Денисов,
ответственный секретарь ПК 125 «Взаимосвязь
оборудования для информационных технологий»
национального технического комитета по
стандартизации ТК-22 «Информационные технологии»
Владимир Андреевич Куделькин,
Президент консорциума «Интегра-С»
E-mail: zaovolga@integra-s.com
E-mail: den-vlad@rambler.ru

Vladimir Fedorovich Denisov,
executive secretary of the PC 125
«The relationship of information technology equip-
ment» National Technical Committee
of Standardization TC-22 «Information Technology»
Vladimir Andreevich Kudelkin,
president of consortium «Integra-S»
E-mail: zaovolga@integra-s.com
E-mail: den-vlad@rambler.ru

АРХИТЕКТУРА, СТАНДАРТЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ В УМНОМ ГОРОДЕ

ARCHITECTURE, STANDARDS AND TECHNOLOGIES OF INTEGRATED INTELLIGENT SYSTEMS OF MONITORING AND MANAGING ROAD TRAFFIC IN SMART CITY

Рассматриваются опыт разработок систем планирования, моделирования и мониторинга транспортной инфраструктуры и управления дорожным движением в современных городах. Предлагается открытая архитектура распределенной (полицентрической) сети ситуационных центров мониторинга и управления объектами транспортной инфраструктуры регионов, системные требования к технологиям сбора и обработки данных в узлах сети, компонентам, интерфейсам и протоколам обмена данными в системах межведомственного взаимодействия участников дорожного движения. Обсуждаются вопросы организационного и нормативно-

методического обеспечения разработок и консолидированного ресурсообеспечения проектов создания сети на основе развития национальных и международных стандартов информационных технологий и интеллектуальных транспортных систем регионов.

Ключевые слова: архитектура информационных систем, транспорт, ситуационный центр, моделирование, мониторинг, электронные коммуникации, интеграция, стандартизация

The experience of development of planning systems, modeling and monitoring of transport infrastructure and traffic management in modern cities is considered. The open architecture of the distributed (polycentric) network of situational centers for monitoring and management of objects of the transport infrastructure of the regions, system requirements for data collection and processing technologies in network nodes, components, interfaces and data exchange protocols in the systems of interagency interaction of road users is proposed. The issues of organizational and normative and methodological support for the development and consolidated resource provision of projects for the creation of a network based on the development of national and international standards for information technology and intelligent regional transport systems are discussed.

Keywords: architecture of information systems, transport, situational center, modeling, monitoring, electronic communications, integration, standardization

Распределенные интегрированные системы мониторинга и управления дорожным движением интеллектуальных транспортных систем (РС ИТС) рассматриваются как составные элементы архитектуры современных урбанизированных территорий и, по своему целевому назначению, являются системами информационного обеспечения служб транспортного планирования, технического регулирования, координации и управления транспортными потоками и проектами развития транспортной инфраструктуры региона [1– 4]. Такие системы:

- базируются на применении информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ) общего назначения и специализированных средств, моделирования проектирования, обоснованного выбора инженерно-технических средств защиты объектов, процессов и ресурсов транспортных систем;
- выполняют функции сбора и интеллектуальной обработки данных о состоянии стационарных и движущихся объектов от пассивных и дистанционно- управляемых источников информации, распределенных по территории региона;
- обеспечивают идентификацию событий о текшем состоянии и подготовку решений и рекомендаций по управлению объектами транспортной инфраструктуры;
- решают задачи планирования и распределения ресурсов, необходимых для функционирования ИТС и мероприятий по восстановлению целостности объектов в аварийных и критических ситуациях.

Проблематика создания и внедрения ИТС в современных высоко урбанизированных территориях и мегаполисов затрагивает ряд проблем научно-методического обеспечения совместной деятельности заказчиков, разработчиков и потребителей транспортных систем, требует системных и, главное, согласованных решений по выбору организационно-правовых, технических и экономических механизмов их создания [5, 6]. Основные проблемы создания РС ИТС связаны с исходной неопределенностью оценок реального состояния объектов, процессов и ресурсов транспортной инфраструктуры регионов, большим количеством участников дорожного движения многообразием внутренних и внешних негативных воздействий, приводящих к нарушению целостности объектов транспортной инфраструктуры региона и безопасности населения.

Проблемными вопросами являются:

- упорядочение процессов создания РС ИТС и организации должного взаимодействия между участниками дорожного движения.
- системная оценка потребности регионов и городов в развитии транспортных систем (дорожные сети, инфраструктура управления транспортными потоками, информационные технологии, средства обеспечения безопасности и др.);
- обоснованность и согласованность технических и организационных регламентов безопасности транспортных средств, инфраструктуры управления транспортом;

- создание отечественных программно-аппаратных платформ и специализированных программно-технических комплексов для интеграции транспортных систем (распределенная архитектура, операционные системы с открытым кодом (но в защищенном исполнении), унифицированные интерфейсы, кросс платформенные приложения, защита от несанкционированного доступа и использования ресурсов);
- отношение к гармонизации национальных и международных стандартов и их фактическому использованию в проектах как основы для обеспечения качества и повышения конкурентоспособности на развивающихся рынках ИКТ общего назначения и ИТС;
- государственная поддержка инфраструктурных проектов создания РС ИТС на основе частно-государственных партнерств и разработка механизмов привлечения инвестиций в проекты развития инфраструктуры транспорта;
- вопросы подготовки и обучения персонала по организационным и технологическим вопросам разработки, эксплуатации и сопровождения комплексов средств ИТС;
- интеграция комплексов средств ИТС и инженерно-технических средств защиты объектов транспортной инфраструктуры регионов и их «встраивание» в действующие организационно-технические системы на разных уровнях управления;
- организация эффективных электронных коммуникаций между участниками дорожного движения, владельцами транспортной инфраструктуры регионов и основными потребителями транспортных услуг;
- разработка соглашений регламентов и процедур оперативного взаимодействия с пользователями ИТС и спецслужбами регионов (МВД, МЧС и др.), в аварийных и критических ситуациях.

Опыт разработок информационных систем для стратегических и социально-значимых объектов государства и общества в целом [2, 3] показывает актуальность создания в регионах России распределенной (полицентрической) сети ситуационных и информационно-аналитических центров, работающих по единым регламентам и стандартам межведомственного взаимодействия (Указ президента РФ от 25 июля 2013 г. № 648 «О формировании системы распределенных ситуационных центров, работающих по единому регламенту взаимодействия»). В состав РС ИТС регионов могут входить ситуационные центры, обеспечивающие мониторинг и управление объектами, процессами и ресурсами по закрепленным направлениям деятельности, приведенными на рис. 1. При этом каждый из них работает по предметам своей деятельности, обладает определенными полномочиями, правами, функциями и обязанностями в соответствии с действующим законодательством РФ и организационно-правовыми нормами и оснащается автоматизированными информационными системами и средствами ИКТ.

Базовая модель взаимодействия участников реализации проектов транспортной инфраструктуры региона приведена на рис. 1.

Автоматизированные информационные системы организаций и служб транспортной инфраструктуры являются узлами единой сети РС ИТС взаимодействуют между собой и с органами государственной власти и местного самоуправления, владельцами знаний и технологий, учебными центрами, общественными профессиональными организациями, финансовыми институтами и др. Информационно-аналитические системы в узлах РС ИТС должны обеспечивать саморегулируемые информационные обмены между узлами сети, содержать средства мониторинга и оценки состояния закрепленных объектов и внешних событий – инцидентов угроз безопасности, средства аналитической обработки данных и принятия решений по восстановлению целостности объектов и обеспечения безопасности в аварийных и критических ситуациях на объектах транспортной инфраструктуры региона.

Учитывая многообразие и региональные особенности объектов транспортной инфраструктуры, а также объективную ограниченность ресурсов особый интерес представляет решение задач обоснования рациональной архитектуры РС ИТС в целом и выбора не-

обходимых и достаточных средств оснащения узлов сети средствами ИКТ общего назначения и специализированным оборудованием, и программным обеспечением для мониторинга и управления объектами транспортной инфраструктуры.



Рис. 1. Схема взаимодействия участников РС ИТС региона

Для обоснования рациональной архитектуры РС ИТС на этапах обследования и разработки концепции развития транспортных систем региона выделяются следующие типовые задачи системных исследований и разработки требований к компонентам (узлам РС ИТС):

- диагностические задачи оценки состояния транспортной инфраструктуры региона, выделение частных пилотных объектов и приоритетов реализации задач;
- определение альтернатив взаимодействия активных элементов РС ИТС с внешней средой;
- описание моделей взаимодействия узлов РС ИТС и определение интерфейсов и протоколов обмена данными с внешними системами;
- выбор моделей и инструментальных средств планирования, моделирования, принятия и согласования решений;
- конструирование организационно-экономических механизмов обеспечения эффективного взаимодействия активных элементов РС ИТС и внешнего окружения.

При постановке задач и обосновании рациональной архитектуры РС ИТС для конкретных регионов и муниципальных образований необходимо обеспечивать:

- определение и упорядочение объектов и субъектов ИТС, требований к защищенности объектов от опасных физических и информационных программно-технических воздействий, и природных явлений;
- оценку организационно – правовых и технических оснований для создания конкретных региональных транспортных систем;
- функциональную полноту комплексов средств обеспечения деятельности служб транспортной инфраструктуры региона;
- методическую и инструментальную поддержку процессов управления транспортными потоками;
- формирование требований к функциям и компетентности персонала по проектированию, эксплуатации, техническому обслуживанию и сопровождению систем.

Актуальным направлением развития РС ИТС является применение унифицированных программно-аппаратных технологических платформ интеграции оборудования и программного обеспечения ИКТ общего и специального назначения от различных производителей, применение операционных систем с открытыми кодами, открытых спецификаций требований к комплексам прикладных задач обработки данных на рабочих местах операторов и мобильных приложений для удаленных пользователей – потребителей информационных ресурсов РС ИТС.

Обобщение опыта отечественных и зарубежных разработок и эксплуатации систем безопасности на ряде объектов промышленных производств, предприятиях транспорта, энергетики и др. позволяет сформулировать основные положения формирования типовой архитектуры интегрированных интеллектуальных систем мониторинга и управления стратегическими и социально значимыми объектами государства [4–6] и, в частности, объектами транспортной инфраструктуры регионов.

Основными структурными элементами архитектуры РС ИТС являются базовые программно-технические (ПТК) и программно-методические (ПМК) комплексы, которые проектным путем могут объединяться в «индивидуальную» систему для конкретных условий применения в узлах РС ИТС в конкретных регионах. Принципиальным является то, что в основе своей архитектура РС ИТС является открытой, ее компоненты могут быть реализованы на разных программно-аппаратных платформах с использованием оборудования и программного обеспечения от различных производителей и интегрироваться с действующими автоматизированными системами и наследуемыми информационными системами организаций и предприятий.

В состав базовой архитектуры РС ИТС включаются:

- программно-аппаратная технологическая платформа интеграции прикладных систем, в отдельных узлах сети транспортной инфраструктуры региона;
- программно-технические комплексы (ПТК) мониторинга и управления объектами; (видеонаблюдение и контроль дорожного движения на перекрестках дорог, инженерно-технические средства защиты объектов и контроль доступа, жинесобеспечение, контроль и управление режимами энергоснабжения, климат-контроль и др.);
- системные интерфейсы и протоколы обмена данными, интерфейсы пользователей прикладных программ;
- программно-методические комплексы (ПМК) распределенных служб и сервисов средств эксплуатации и технического обслуживания ИКТ;
- комплексы прикладных программ обработки данных и принятия решений в ситуационных центрах;
- системы хранения «больших» данных о состоянии объектов;
- системы отображения динамических 3-D моделей объектов и территорий;
- системы организации доступа пользователей к геоинформационным базам данных градообразующих объектов и территорий региона.

Пример функциональной архитектуры РС ИТС приведен на рис. 2.

При принятии решений о разработке архитектуры информационных систем РС ИТС для конкретных муниципальных образований и отдельных узлов сети учитываются:

- перспективность функционирования и состояние объектов социальной и инженерной и транспортной инфраструктуры региона;
- социальные и правовые предпосылки решения задач обеспечения транспортной безопасности и антикриминальной защиты объектов;
- состояние наследуемых информационных систем предприятий – владельцев узлов РС ИТС и средств автоматизации управления объектами;
- наличие специализированных методик и инструментальных средств оценки специфических рисков и средств защиты объектов транспортной инфраструктуры от внутренних и внешних негативных воздействий;

– технико-экономические показатели проектов РС ИТС и оценки их влияния на показатели эффективности транспортной инфраструктуры региона (достаточность объектов дорожно-транспортной сети, пропускная способность, доступность, безопасность и др.).

Необходимость, достаточность и рациональность (эффективность) архитектуры РС ИТС для конкретных регионов и муниципальных образований (Городов) может определяться методами моделирования, среди которых целесообразно выделять 4 класса моделей:

- оценка объемов, динамических и статистических характеристик транспортных потоков, различного рода возмущений и реагировании на события;
- оценка объемов памяти для хранения оперативных данных мониторинга состоянии объектов, ведения общих метаданных РС ИТС (реестров объектов) и баз геопространственных данных градообразующих объектов региона, архивов событий, решений и действий;
- оценка производительности вычислительных средств в узлах РС ИТС и пропускной способности каналов связи и электронных коммуникаций;
- надежность функционирования и качества компонент РС ИТС, включая статистические модели оценки работоспособности операторов.



Рис. 2. Функциональная архитектура комплексов средств типового ситуационного (аналитического) центра РС ИТС

Программные средства реализации этих моделей могут входить как прикладные расчетные модули в состав ПТК «Проектирование конфигурации и настройка программно-аппаратной технологической платформы РС ИТС». Результаты расчетов по этим моделям или соответствующие им данные, определяемые экспертно-статистическими методами должны учитываться при выборе технических решений по комплектации объектов и ситуационных центров РС ИТС средствами ИКТ общего и специального назначения.

Развитие РС ИТС требует упорядочения формирования и применения геопространственных данных (картография, цифровые трехмерные модели объектов и местности, мониторинг природных явлений и техногенных катастроф). В ряде разработанных региональных системах транспортного планирования и моделирования используются различные интерфейсы, форматы и протоколы обмена геопространственными данными, что не в полной мере обеспечивает решение задач согласованного управления объектами.

В условиях интенсивного развития интеллектуальных транспортных сетей и систем электронных коммуникаций между участниками дорожного движения особая роль отводится вопросам идентификации состояния дорожно транспортной сети, стационарных и движущихся объектов – «умных вещей», применения интеллектуальных сетей сенсоров состояния объектов, привязки объектов к координатам местности, организации хранения «больших данных» в распределенных системах принятия согласованных решений на разных уровнях управления. В этом направлении для развития РС ИТС весьма актуальным является реализации концепции создания интеллектуальных сетей сенсоров состояния физических объектов («интернета вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Организация интеллектуальных систем сенсоров интернета вещей многими экспертами рассматривается как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключаяющее из части действий и операций необходимость участия человека.

Возрастающие потребности в средствах ИТС и повышенные требования к обеспечению их качества и надежности, заинтересованность в проектах достаточно больших коллективов заказчиков, поставщиков проектных решений и потребителей показывают объективную необходимость совершенствования организационно-методического и правового обеспечения разработок РС ИТС на основе развития национальных стандартов а также их гармонизации со смежными национальными и международными стандартами в сфере проектирования транспортных систем, дорожного строительства, информационных технологий, безопасности и антикриминальной защиты объектов и населения.

Применяемые стандарты требуют, на наш взгляд, достаточно существенных доработок в том числе относительно повышения уровня их «открытости» для обобщений и детализации требований к компонентам систем, учета реальной обстановки на объектах дорожно-транспортной сети, необходимости обеспечения взаимодействия (интероперабельности) в глобальных и корпоративных сетях электронных коммуникаций.

На основе анализа состояния разработок систем планирования, моделирования и управления транспортом в России и за рубежом в работах [8, 9] сформированы общие системные требования к архитектуре РС ИТС. В основу этих требований положены основные положения ГОСТ Р 56875–2016. Информационные технологии. Системы безопасности комплексные и интегрированные. Типовые требования к архитектуре и технологиям интеллектуальных систем мониторинга для обеспечения безопасности предприятий и территорий». В соответствии с требованиями этого стандарта и рекомендациями [2] в состав технологий проектирования функционально-полной архитектуры РС ИТС включаются методические и инструментальные средства проектирования, обеспечивающие:

- формализованное описание объектов транспортной инфраструктуры для разработки концептуальных, математических и информационных моделей, спецификаций требований к компонентам РС ИТС;
- анализ информационных потоков и выделение узлов принятия решений в РС ИТС;
- разработку соглашений о взаимодействии участников проектов (владельцев объектов, служб эксплуатации, провайдеров сетей связи и электронных коммуникаций, аналитиков, служб безопасности и восстановления целостности объектов и ликвидации последствий аварийных и чрезвычайных ситуаций);
- проектирования сценариев обработки данных о состоянии объектов;
- идентификацию пользователей, определения их прав, полномочий, документирование и защиты информационных ресурсов в, т.ч., с применением средств «электронной подписи»;
- проектирования конструктивных 3D-моделей объектов транспортной инфраструктуры и территорий регионов, движущихся объектов с привязкой к географическим координатам местности;
- отображения данных о состоянии объектов на рабочих местах пользователей;

- хранения данных об истории событий и принятых мерах;
- защиты информационных ресурсов;
- оценки качества проектных решений, тестирования компонент на совместимость и организация системных испытаний;
- оценки потребностей в ресурсах для реализации проектов;

При проектировании комплексов средств ИКТ для конкретных узлов РС ИТС особое внимание следует уделять применению методов моделирования для обоснования многокритериальных задач принятия решений, оптимизации функций распределенных служб обеспечения функционирования транспортных сетей, распределения материальных и информационных ресурсов участников проектов, подготовки соглашений о взаимодействии со смежными информационными системами,

Оценка качества информационных систем в узлах РС ИТС может выполняться с применением специальных моделей, основанных на применении общей теории надежности и вероятностно-статистических методов анализа нестационарных и случайных процессов, теории массового обслуживания.

В состав комплексов средств моделирования и оценки качества информационных систем с учетом требований ГОСТ РВ 51987–2004 «Информационные технологии. Комплексы средств автоматизированных систем. Показатели качества функционирования информационных систем» включаются средства анализа и оценки:

- системотехнических требований заказчика (владельца узла РС ИТС) к функциям информационной системы, средства связи и обмена данными с внешними системами;
- своевременности, актуальности и надежности представления выходной информации по запросам пользователей;
- полноты оперативного отражения закрепленных за центром объектов мониторинга ИТС;
- учета и обработки событий о состоянии объектов и актуальности обновляемой информации;
- корректности алгоритмов обработки информации вычислительными средствами и безошибочности действий должностных лиц;
- конфиденциальности информации о состоянии объектов транспортной инфраструктуры:
- защищенности объектов инфраструктуры ИТС ИС от опасных программно-технических воздействий;
- защищенности информационных и программных ресурсов от несанкционированного доступа и использования.

Реализация проектов РС ИТС требует особого внимания к решению задач гармонизации ИТ-стандартов и стандартов в прикладных сферах деятельности предприятий, таких как строительство объектов коммунальной и транспортной инфраструктуры, проектирование транспортных средств, энергоснабжение дорожно-транспортной сети, системы охранной сигнализации и антикриминальной защиты объектов, охраны окружающей среды и др., а также со стандартами в сфере регионального развития, консолидированного ресурсообеспечения и управления проектами.

В основе инновационных подходов к созданию ИТС – необходимость активизации сотрудничества участников проектов и разработка соглашений о координации и консолидированном ресурсообеспечении проектов создания и эксплуатации РС ИТС на основе развития организационно-экономических механизмов государственно-частного партнерства заинтересованных участников – организаций власти и местного самоуправления, органов технического регулирования, владельцев транспортных средств и дорожной сети, потребителей транспортных услуг и общественного транспорта.

В развитие системообразующего ГОСТ Р 56875–2016 «Информационные технологии. Системы безопасности комплексные и интегрированные. Типовые требования к архитектуре и технологиям интеллектуальных систем мониторинга для обеспечения безопасности предприятий и территорий» в рамках Программы национальной стандартизации целесообразна разработка ряда методических материалов и руководств по его применению в проектах РС ИТС, в которых определить необходимые общие требования к архитектуре и компонентам РС ИТС в регионах, порядок их проектирования, комплектации, приемки, системных испытаний и ввода в эксплуатацию, состав нормативно-методической документации и профилей стандартов в сфере создания интеллектуальных систем транспортной инфраструктуры.

По результатам анализа опыта разработок систем транспортного планирования и моделирования, мониторинга и управления движением транспорта [5–9], а также ряда действующих в России ситуационных центров экспертами рабочих групп подкомитета ПК 125 «Взаимосвязь оборудования для информационных технологий» Технического комитета по стандартизации ТК 22 «Информационные технологии» предлагается разработка ряда методических и инструктивных руководящих документов и материалов для заказчиков, разработчиков и пользователей ИТС, в том числе с учетом их адаптации к особенностям транспортной инфраструктуры конкретных регионов:

- системный анализ и оценка уязвимости (защищенности) объектов, процессов и ресурсов транспортной инфраструктуры регионов на стадиях жизненного цикла РС ИТС;
- требования к средствам формирования, актуализации и использования геопространственных данных в системных проектах РС ИТС;
- требования к программно-аппаратным технологическим платформам интеграции прикладных геоинформационных систем;
- системные требования к архитектуре, компонентам и интерфейсам узлов РС ИТС;
- виртуальные динамические 3-D модели стационарных и движущихся объектов и их привязка к координатам местности, (средствам представления цифровых моделей и их отображения на рабочих местах операторов;
- модели технического обслуживания и сопровождения прикладных информационных систем РС ИТС;
- разработка типовых программ общего и дополнительного профессионального образования, и комплекса профессиональных стандартов специалистов по проектированию, эксплуатации, техническому обслуживанию и сопровождению компонентов РС ИТС.

В соответствии с законом РФ «О стандартизации» и действующим порядком формирования, разработки, согласования и утверждения проектов национальных стандартов разработка проектов этих стандартов и нормативных документов может выполняться рабочими группами экспертов технических комитетов по стандартизации ТК 22 «Информационные технологии» (ПК 125 «Взаимосвязь оборудования для информационных технологий», ПК 206 «Информационные технологии для интернета вещей»), ТК 57 «Интеллектуальные транспортные системы» с участием смежных технических комитетов Росстандарта и других заинтересованных предприятий, среди которых не последнюю роль играют представители Ассоциации транспортных инженеров, ГИС – ассоциации, Российского союза ИТ-директоров а также научные подразделения ведущих ВУЗов и региональных служб планирования и развития транспортной инфраструктуры и управления дорожным движением. Мы признательны всем участникам обсуждений, приглашаем к дальнейшему сотрудничеству и надеемся на взаимопонимание, считаем также, что активное участие в разработке стандартов и отражение в нормативных документах ссылок на апробированные и сертифицированные технические решения будет полезным при продвижении на рынок проектов, продуктов и услуг.

Экономическая эффективность разработки стандартов на архитектуру, компоненты и инструментальных средства проектирования РС ИТС в регионах РФ обусловлена тем,

что ежегодный материальный ущерб от несоблюдения требований технических регламентов и стандартов, недостаточно обоснованной оценки рисков и угроз безопасности, возможных последствий от внутренних и внешних негативных воздействий на объекты, несогласованности действий персонала и служб безопасности в критических ситуациях исчисляется десятками, а то и сотнями миллиардов рублей. Применение единых стандартов ИТС, базовых программно аппаратных технологических платформ и унифицированных комплексов средств РС ИТС при относительно небольших затратах на разработку базового комплекса стандартов и их апробацию в пилотных проектах РС ИТС (по нашим оценкам – порядка 12–15 млн руб.) позволит существенно сократить совокупные затраты на реализацию проектов РС ИТС в регионах и их «встраивания» в организационно-технические системы «умного и безопасного Города», и «электронных правительств регионов и муниципальных образований».

Оснащение ситуационных центров РС ИТС интеллектуальными системами планирования, моделирования и мониторинга состояния объектов будет способствовать повышению качества проектов, своевременности и обоснованности решений на разных уровнях управления, а также к сокращению численности оперативного персонала и аналитиков дежурно-диспетчерских служб координации и управления дорожным движением, служб обеспечения безопасности транспорта в умном и безопасном городе.

Литература

1. *Якимов М.Р.* Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов. М.: Логос, 2013. 188 с.
2. *Костогрызов А.И., Нистратов Г.А.* Стандартизация, математическое моделирование, рациональное управление и сертификация в области системной и программной инженерии. М.: Изд. «Вооружение, политика, конверсия», 2005. 395с.
3. Основы транспортного моделирования: Практическое пособие / А.Э. Горев, К. Бёттгер, А.В. Прохоров, Р.Р. Гизатуллин (серия «Библиотека транспортного инженера»). – СПб.: ООО «Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2015. 168 с.
4. *Денисов В.Ф.* Методы и средства упорядочения функций и формирования профилей распределенных автоматизированных систем Предприятий //Первая международная конференция «Стандартизация информационных технологий и интероперабельность» (СИТОП-2007)- М.: ОИТ и ВС РАН, ФАИТ и др. С 50-56.
5. *Куделькин В.А., Денисов В.Ф.* Архитектура интегрированных распределенных систем мониторинга и обеспечения безопасности организационно-технических систем и территорий //Мониторинг. Наука и безопасность», 2013, №4 (12), с. 64-79.
6. *Куделькин В.А., Денисов В.Ф.* Организационно-методическое обеспечение и стандартизация интегрированных систем мониторинга и обеспечения безопасности стратегических и социально значимых объектов и территорий государства // Журн. Интеграл, № 1 (74), 2014. С.50-52.
7. *Денисов В.Ф. Куделькин В.А.* Технологии и стандарты распределенной (полицентрической) сети ситуационных и информационно-аналитических центров в регионах России // Электронный журнал «ИТ-стандарт», 2016 г, № 2 [режим доступа -WWW.itstandard.ru].
8. *Прохоров А.В., Швецов В.Л.* Опыт разработки комплексных средств моделирования и мониторинга для интеллектуальных транспортных систем в регионах и муниципальных образованиях// VII Международная конференция «ИТ-Стандарт 2016».-М.
9. *Вольф Д., Яковенко О.Л.* РТВ ОПТИМА – прогноз транспортных ситуаций в режиме реального времени для городов и мегаполисов. – Системный анализ и логистика, 2014. ГОСТ Р 56875–2016. Информационные технологии. Системы безопасности комплексные и интегрированные. Типовые требования к архитектуре и технологиям интеллектуальных систем мониторинга для обеспечения безопасности предприятий и территорий»

УДК 656.1

Роман Викторович Душкин,
заместитель генерального директора по ИТС
(ООО «ВойсЛинк»)
E-mail: rdushkin@voice-link.ru

Roman V. Dushkin,
Deputy CEO on ITS
(VoiceLink LLC)
E-mail: rdushkin@voice-link.ru

НОВЫЕ СПОСОБЫ КЛАССИФИКАЦИИ ИТС

NEW WAYS OF ITS CLASSIFICATION

В этой статье приводится несколько вариантов классификации интеллектуальных транспортных систем, произведённым по нескольким ортогональным критериям. В выводах статьи даётся видение «идеальной ИТС», к которой необходимо стремиться при реализации систем этого класса. Статья является полемической и приглашает к диалогу учёных и специалистов, работающих в области автоматизации дорожной деятельности и организации дорожного движения.

Ключевые слова: Интеллектуальная транспортная система, классификация.

This article provides several variants for classification of intelligent transportation systems, promoted by several orthogonal criteria. A vision of the «ideal ITS» is given in conclusions of the article, to be pursued in the implementation of this class of systems. The article is a polemic one and invites to a dialogue of scientists and specialists who works in the field of automation of traffic operations and traffic management.

Keywords: Intellectual transportation system, classification.

Развитие и повсеместное внедрение Интеллектуальных транспортных систем (ИТС) предполагает использование принципов унификации и стандартизации для более эффективного применения повторно используемых компонентов, взаимной интеграции ИТС смежных объектов автоматизации и для других подобных задач [1, 2]. Тем не менее, сегодня отсутствует целостный национальный стандарт для проектирования, разработки, внедрения и сопровождения ИТС, её подсистем и элементов, хотя, конечно же, производятся попытки разработать такие стандарты [3, 4, 5, 6, 7]. На текущий момент приняты отдельные стандарты, но единой системы стандартизации в этом направлении до сих пор нет.

Одной из первых задач, которую решает исследователь при столкновении с новым объектом изучения, является классификация [8]. Чем точнее и многограннее можно классифицировать объект изучения, тем затем проще разработать методы его исследования, планировать эксперименты по его изучению и разрабатывать модели и аналоги [9]. В случае ИТС, системы изначально искусственной, наличие разнообразных систем классификации позволяет при проектировании выбрать критерии и подобрать требования к общим целям и задачам, решаемым системой. Поэтому наличие согласованного со всеми участниками транспортной отрасли способа классификации ИТС является полезным для развития общего понимания этой предметной области.

В этой статье делается попытка ввести всеобъемлющие классификаторы для ИТС, являющиеся ортогональными друг к другу, охватывающие максимальное количество полезных аспектов и позволяющие классифицировать любую реализацию ИТС, определив её место в пространстве классификации. В свою очередь это позволит точно определять класс ИТС, находить её аналоги, сравнивать их по функциональности и эффективности, а также ставить цели по преобразованию ИТС и её переводу в более совершенные состояния. Статья является полемической и стремится открыть важную тему в общественном обсуждении вопросов, связанных с развитием методов и средств автоматизации дорожной деятельности.

С точки зрения объекта управления ИТС можно разделить на следующие классы:

1. ИТС магистрали.
2. ИТС муниципального образования.
3. ИТС региона.
4. Межрегиональная ИТС.
5. ИТС государства.

Под ИТС магистрали понимается система управления выделенной автомобильной магистралью или даже сетью автомобильных дорог, находящихся под управлением одного оператора и не находящихся в ведении каких-либо территориальных муниципальных образований. Обычно такая форма организуется для обособленных автомобильных дорог, обходящих стороной населённые пункты. Остальные типы ИТС относятся к территориальным образованиям различного размера.

С точки зрения интеграции с иными системами ИТС можно классифицировать следующим образом:

1. Автономная ИТС.
2. ИТС, интегрированная со смежными системами своего территориального объекта.
3. ИТС, интегрированная с системами управления транспортом иных модальностей.
4. ИТС, интегрированная с другими ИТС смежных объектов.
5. Полностью интегрированная ИТС.

Автономные ИТС не интегрируются и не взаимодействуют ни с какими иными системами. Обычно они реализуются для отдельных автомобильных трасс, идущих вне населённых пунктов и не пересекающихся с иными транспортными линиями. К тому же в таком случае обычно оператор этой дороги сам исполняет функции по регулированию дорожного движения и спасению его участников в случаях чрезвычайных ситуаций. Автономные ИТС редки, сегодня их создание нецелесообразно.

Три следующих класса ИТС определяют варианты тех внешних систем, с которыми ИТС интегрируется. Собственно, пересечение таких классов даёт ещё четыре класса, главный из которых представляет собой полностью интегрированные ИТС, которые взаимодействуют со смежными системами своего территориального объекта (например, с системами класса «Умный город»), с системами управления транспортом иных модальностей, а также с ИТС смежных территориальных единиц.

С точки зрения связности подсистем ИТС классифицируются следующим образом:

1. Слабосвязанная ИТС.
2. Сильносвязанная ИТС.
3. Полносвязная ИТС.

Степень связности определяется как количество интеграционных потоков между подсистемами ИТС. В слабосвязанных ИТС подсистемы часто действуют автономно, независимо друг от друга, интеграционные потоки существуют только между некоторыми подсистемами и охватывают только самые важные технологические операции. С другой стороны, в полносвязных ИТС любая информация, зародившаяся в любой из подсистем ИТС, может быть использована в любой другой подсистеме ИТС без необходимости создания дополнительного интеграционного потока.

С точки зрения полноты функциональности ИТС можно классифицировать следующим образом:

1. ИТС с единичными функциями и подсистемами.
2. ИТС с отдельными комплексами функций и подсистем.
3. Полнофункциональная ИТС.

ИТС с единичными функциями сложно назвать «ИТС» как таковой, поскольку это, скорее, отдельные автоматизированные системы управления (например, городская АСУДД). Однако часто в силу тех или иных причин частичной автоматизации транспорта в том или ином аспекте дают гордое наименование «Интеллектуальная транспортная система». Впрочем, этому может быть и иное объяснение – ИТС внедряется постепенно, а потому на первых этапах разворачиваются отдельные её компоненты и подсистемы. В этом случае главное – наличие единого концептуального проекта будущей системы, в рамках которых осуществляется постепенное внедрение. Поэтому в таком варианте ИТС как будто бы вырастает от единичных подсистем к полнофункциональной системе управления целой отраслью.

Наконец, с точки зрения способа интеграции подсистем ИТС можно классифицировать следующим образом:

1. Интеграция осуществляется по принципу «точка – точка» между любыми двумя подсистемами ИТС, между которыми имеется межсистемное взаимодействие.

2. Существует интеграционная платформа, но между некоторыми системами используется принцип интеграции «точка – точка».

3. Все подсистемы ИТС, а также внешние по отношению к ней системы интегрируются с ней при помощи унифицированных механизмов единой интеграционной платформы.

С учётом всех перечисленных способов классификации можно обрисовать «идеальную ИТС», которая представляет собой *полностью интегрированную, полносвязную и полнофункциональную ИТС на уровне всего государства, осуществляющую межсистемное взаимодействие при помощи унифицированных механизмов единой интеграционной платформы*. Это тот идеал, к которому необходимо стремиться при проектировании и развёртывании ИТС любого территориального объекта.

Литература

1. Якушев А. И., Воронцов Л. Н., Федотов Н. М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. 6-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1986. 352 с.
2. ГОСТ 1.1-2002. Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения.
3. Козлов Л. Н., Урличич Ю. М., Циклис Б. Е. О концептуальных подходах формирования и развития интеллектуальных транспортных систем России // Транспорт Российской Федерации, № 3–4 (2–23), 2009.
4. Комаров В. В., Гараган С. А. Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем. Зарубежный опыт и отечественная практика. М.: НТБ «Энергия», 2012. 352 с.: таб.: ил.
5. National ITS Architecture. Version 7.1 // United States Department of Transportation. Intelligent Transportation Systems Joint Program. – <http://local.iteris.com/itsarch/index.htm>.
6. Мелёхин А. Архитектура интеллектуальных транспортных систем на примере U. S. DoT ITS.
7. Жанказиев С. В. Разработка проектов интеллектуальных транспортных систем: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2016. 104 с.
8. Философский словарь / Под ред. И. Т. Фролова. 4-е изд.-М.: Политиздат, 1981. 445 с.
9. Ушаков Е. В. Введение в философию и методологию науки. 2-е изд., перераб. И доп. М.: Кнорус, 2008. 592 с.

УДК 004.896

Егоров С.В. канд. воен. наук
доцент кафедры транспортно-
технологических процессов и машин
(Санкт-Петербургский горный университет)
E-mail: viking_e@mail.ru

Egorov S.V. PhD of Sci Mil.,
assistant professor of transport and
technological processes and machines
(Saint-Petersburg mining University)
E-mail: viking_e@mail.ru

БЕСПИЛОТНЫЕ АВТОБУСЫ НА ГОРОДСКИХ МАРШРУТАХ

UNMANNED BUSES ON CITY ROUTES

В статье рассмотрены современные образцы беспилотных автобусов, которые ездят или проходят испытания по автономному движению на закрытых территориях предприятий, технопарков, аэропортов и на других пространствах, не соприкасающихся с дорогами общего пользования и закрытых территориях, как за рубежом, так и у нас в России. Уделено внимание безопасности и правовым вопросам, а также возможности взлома и хакерских атак и немалой стоимости беспилотной технологии.

Ключевые слова: беспилотный автобус, выделенная полоса, городской маршрут, безопасность.

The article deals with modern samples of unmanned buses that travel or are tested on the Autonomous movement on the closed territories of enterprises, industrial parks, airports, and other spaces that will not interfere with public roads and closed areas, both abroad and in Russia. Attention is paid to safety and legal issues, as well as the possibility of hacking and hacker attacks, and considerable cost unmanned technology.

Keywords: unmanned bus, dedicated lane, city route, security.

Уже не так далеко то будущее, когда беспилотный транспорт полностью сменит привычные всем автомобили, автобусы, поезда, управляемые человеком. Многие эксперты сходятся во мнении, что это случится примерно через 20 лет. Беспилотные автомобили заменят

традиционные машины, как когда-то автомобили заменили привычных на то время лошадей. Какие проблемы существуют и можно ли их решить уже сейчас?

Сейчас несколько автомобильных (и не только) компаний сосредоточили свои усилия на разработке беспилотных автомобилей и решении сложнейших задач по прокладке оптимального маршрута, распознаванию образов, маневрированию и т. д. Задачи настолько сложные, что возникают большие сомнения в том, что коммерческая эксплуатация таких машин начнётся в ближайшее время, слишком уж много нюансов.

Главная проблема беспилотников – ориентация на местности. Одними спутниковыми системами ее не решить – например, они «не работают» в тоннелях. Разработка подробнейших карт – весьма дорогостоящий и трудоемкий процесс. Также значительная затратная часть приходится на системы слежения – радары, камеры и сенсоры, которые нужны, чтобы избегать препятствий. Но многие забывают, что существует гораздо более простое и логичное применение системам автоматического пилотирования. Это общественный транспорт. Некоторые проблемы там решены по определению, ведь общественный транспорт движется по чёткому маршруту, по одной и той же полосе. На дорогах общественного пользования можно сделать выделенную полосу для автобусов и троллейбусов, так что маневрирование тоже упрощается до предела.

Беспилотные автобусы все чаще встречаются в Европе. В качестве развозного транспорта они применяются в аэропортах, на крупных выставках, в общем, всюду, где можно легко зафиксировать маршрут посредством GPS, проложив его без выезда на дороги общего пользования. Разработчики, впрочем, надеются и на скорый выход автономных автобусов в города.

В Голландии работают беспилотные электрические автобусы WEpod EZ-10 (рис. 1), которые возят пассажиров на 11-километровом маршруте. В этих автобусах установлена инновационная система GPS-навигации, радары и видеокamеры, которые позволяют избегать неожиданных препятствий. Беспилотники передвигаются по дорогам общего пользования. При этом за 6 месяцев работы не было ни одного ДТП с участием беспилотных автобусов. Подобные автобусы работают и в греческом городке Трикала. Их разработала французская компания RoboSoft.



Рис. 1. Беспилотный электрический автобус WEpod EZ-10



Рис. 2. Беспилотный автобус PostBus

Голландия была четвертой страной после Франции, Финляндии и Швейцарии, где проходили испытания беспилотного автобуса EZ10 и второй, где такой транспорт стал ездить по дорогам общего пользования. На очереди – Испания.

Весной 2016 года компания BestMile совместно с транспортным оператором CarPostal запустила в швейцарском городе Сион два беспилотных автобуса PostBus (рис. 2) вместимостью по 9 пассажиров. Электрические автобусы производства французской компании Navua планировалось пустить по общественным дорогам в туристической части города.

PostBus оснащены системой навигации и распознавания дорожных знаков и событий. Специальные алгоритмы позволят автобусам преодолевать различные препятствия на дорогах, но, тем не менее, они дополнительно контролируются операторами из центра управления.

А вот максимальная скорость движения автономных автобусов составляет всего 12 км/ч, что впрочем, отчасти будет компенсироваться панорамными окнами, отлично подходящими для созерцания достопримечательностей города, мимо которых и будут курсировать PostBus.

Не остается в стороне и признанный лидер Мерседес, представивший новый Mercedes-Benz Future Bus, оснащенный системой полуавтономного вождения CityPilot (рис. 3).



Рис. 3. Mercedes-Benz Future Bus с системой CityPilot

Работу системы полуавтономного вождения CityPilot продемонстрировали на самой длинной в Европе (20 км) линии скоростного автобусного сообщения BRT. Система состоит из десятка камер и датчиков, а также анализирует данные GPS. Благодаря слиянию всех полученных данных создается чрезвычайно точная картина дорожной обстановки. CityPilot способен распознавать препятствия и пешеходов на дороге, останавливаться с точностью до сантиметра на автобусных остановках и светофорах, открывать и закрывать двери. Максимальная скорость движения при включенной системе составляет 70 км/ч. Водитель при этом должен оставаться на своём месте и контролировать работу CityPilot, но при этом у него нет необходимости касаться ни педали газа, ни педали тормоза.

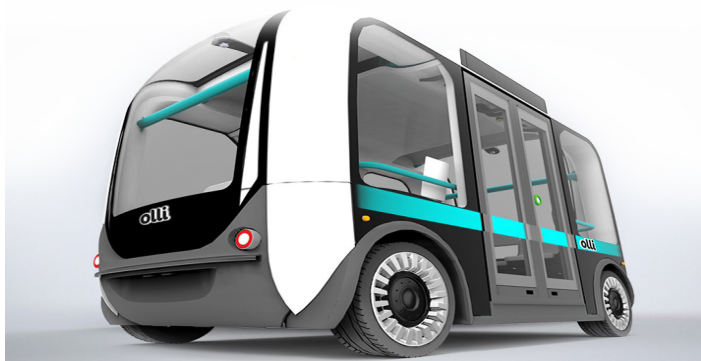


Рис. 4. Беспилотный мини-автобус Olli

Компании Local Motors и IBM разработали беспилотный мини-автобус Olli (рис. 4), работающий от электричества. Транспортное средство сможет отвечать на вопросы пассажиров – его бортовой компьютер будет связываться с суперкомпьютером IBM Watson для анализа информации и генерации ответа, сообщает Phys.

Первые автобусы Olli вскоре появятся на улицах Вашингтона в рамках пилотной программы. Позднее они появятся в Лас-Вегасе

и Майами, а также в Копенгагене, Берлине и Канберре. Возможно, Olli превратится в «автобус по вызову» – как только появится законодательство, регулирующее нормы работы беспилотного транспорта.

Власти Парижа запустили в городе два беспилотных мини-автобуса с электрическими двигателями (рис. 5). Пока этот проект считается экспериментальным, но в случае его успеха городские власти готовы и дальше развивать такой транспорт.

Оба автобуса ходят по короткому маршруту между Лионским вокзалом и вокзалом Аустерлитц в 13-м округе Парижа. Двигаются они исключительно по выделенной линии, по которой не ходит другой транспорт.

Каждый из автобусов напоминает небольшой сундук на колесах и вмещает до 12 человек. Он оснащен лазерными дальномерами и многочисленными камерами, установленными по всему периметру, чтобы предотвратить столкновения с людьми и машинами.

У автобусов нет не только водителя, но и ярко выраженной передней или задней части. Прибыв к месту назначения, он может, не разворачиваясь, сразу же двинуться обратно, подобно вагону фуникулера.

А какие разработки есть в России?

Проект беспилотного автобуса, способного автономно ориентироваться в потоке машин, был представлен в рамках Петербургского международного экономического форума.

За производство автобусов отвечает российская компания и резидент «Сколково» – Vakulin Motors Group. Разработка называется «Matrëshka» (рис. 6). После окончания проверок в 2017 году, автобусы уйдут в производство, потом будут протестированы на дорогах сервиса каршеринга, а в 2018–2019 годах появятся на столичных маршрутах.



Рис. 5. Экспериментальный мини автобус



Рис. 6. Беспилотный автобус MATRËSHKA

Семейство машин с автономным управлением будет довольно многочисленным, в него войдут грузовики, автобусы и даже коммунальная техника, в основе которых лежит единая базовая платформа. Всего предусмотрено три модуля, два из которых – колёсные, имеющие подвеску, рулевой механизм, электродвигатель и аккумулятор. Третий модуль – центральный, по желанию, его можно превратить в капсулу для перевозки пассажиров, грузовой фургон или коммунальную установку. MATRËSHKA действительно многофункциональна и оправдывает свое название, легко превращаясь из грузовика в автобус и обратно.

Институт НАМИ, компания «КамАЗ» и «Яндекс» разрабатывают автобус «Шаттл» (рис. 7), который получит беспилотную систему управления.

Как рассказали в пресс-службе компании «КамАЗ», появление беспилотных автобусов в России должно произойти к 2018-му году. «Шаттл» не будет ездить общегосударственными, областными или местными дорогами. Новейшие автобусы будут использовать лишь на территории закрытых объектов: бизнес-парков, выставочных центров, аэропортов,

природоохранных зон и тому подобное. Один автобус сможет вместить 12 пассажиров. Автономный транспорт будет альтернативой крупногабаритным автобусам под управлением водителей.



Рис. 7. Беспилотный автобус Шаттл

Сейчас в мире для передвижения беспилотников используются два вида систем навигации. Одна основана на использовании инфраструктурных объектов, которые могут быть встроены в дорогу или находиться рядом с трассой (такую технологию, например, использует «Волгабас Волжский» в своих автобусах). Другая система может обходиться без специальных объектов за счет камер, сенсоров, радаров и систем спутниковой навигации. Аналогично водителю-человеку она самостоятельно принимает решения о направлении движения, маневрах и скорости.

Для беспилотного движения необходима умная инфраструктура, связанная с интернетом, способная отслеживать аварийные ситуации, предупреждать авто об изменениях дорожной обстановки, заторах и т. д. Каждая машина должна быть «на связи» с объектами инфраструктуры и другими автомобилями. Сейчас усилия автопроизводителей направлены на то, чтобы машина распознавала дорожную разметку, знаки, предупреждения об ограничении скорости, и могла своевременно реагировать на возникшие препятствия. Но есть и другие проблемы, такие как правовые вопросы, вопросы безопасности ряд других.

Самой главной проблемой все эксперты считают отсутствие нормативно-правовой базы. Ведь не понятно, каким юридическим статусом обладает электронная система, управляемая авто, какая на ней лежит ответственность в случае возникновения ДТП.

Увы, в России пока нет законодательства, регулирующего использование беспилотников. Однако работы в этом направлении ведутся. Так, в конце марта 2016 года российские депутаты предложили разрешить применение беспилотных машин на дорогах только с водителем в салоне, чтобы тот мог при опасности взять управление транспортом на себя. До сих пор не понятно, кто будет отвечать в случае возникновения ДТП с участием беспилотника – водитель, компания, которая разработала систему искусственного интеллекта, или автопроизводитель, который продал этот автомобиль. Пока на эту тему идут споры. На данный момент за все отвечает водитель. Отдельные законодательные инициативы, касающиеся беспилотного транспорта, приняты в странах ЕС. При этом все страны обязаны соблюдать Венскую конвенцию о дорожном движении, согласно которой водитель должен постоянно контролировать свой автомобиль. А именно этот пункт Конвенции препятствует появлению беспилотных автомобилей на трассах общего пользования. Евросоюз планирует уже в этом году внести в Конвенцию специальные поправки, которые позволят активнее развивать беспилотную технологию.

Вопросы безопасности относятся к ответственности разработчиков ПО. Как показали исследования, беспилотные автомобили редко попадают в ДТП. Однако редко – это не

значит никогда. Нужно понимать, что все беспилотные автомобили настроены на безукоризненное соблюдение ПДД. При этом никто не гарантирует, что другие участники движения будут соблюдать правила, а это может приводить к авариям. Особенно в России. И примеры уже есть. Поскольку автопилот – это компьютер, то его можно взломать. Профессиональные хакеры могут с легкостью взломать даже самый совершенный автомобиль. На одной конференции хакеры взломали автомобиль Tesla. Это очень опасно. Представьте, что может произойти, если на скорости 100 км/ч будет взломан автомобиль. Мало того, этим могут заниматься террористы.

Однако существующие проблемы не могут остановить надвигающиеся перемены. Роботизированные автобусы ездят сравнительно медленно, и доверяют им пока только самые простые маршруты. Но уже само их появление – очень важный шаг к полностью автоматизированным пассажирским и грузовым перевозкам, которые совсем скоро станут обыденной реальностью нашей жизни.

Литература

1. Strang, Thomas und Kloiber, Bernhard und Röckl, Matthias und Rataj, Jürgen (2009) *Um die Ecke geschaut – wenn das Auto mehr sieht als der Fahrer*. Internationales Verkehrswesen (09/2009), Seiten 334-336.
2. Автомобильный онлайн журнал Колеса.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kolesa.ru/article/aktivnyj-kruizkontrol-i-bespilotnye-avtomobili-porusski-istorija-odnogo-izobretenija-2015-08-03> – Загл. с экрана.
3. Журнал Эксперт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://expert.ru/expert/2015/09/avtopilot-dlya-kamaz/> – Загл. с экрана.
4. Как развивается проект разработки систем управления беспилотными автомобилями в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php> – Загл. с экрана.
5. Без царя за рулем: 7 современных беспилотных автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.novate.ru/blogs/110614/26649/> – Загл. с экрана

УДК 338.47

Татьяна Поликарповна Егорова
ведущий научный сотрудник, канд. экон. наук,
Научно-исследовательский
Институт региональной экономики Севера
Северо-Восточный федеральный университет
им. М.К. Аммосова (Якутск)
Александр Николаевич Марин, канд. экон. наук,
вице-президент по инновационному развитию
НО «Региональный автотранспортный союз РС (Я)»,
председатель комитета по транспорту Торгово-
промышленной палаты РС(Я), (Якутск)
E-mail: tp.egorova@s-vfu.ru, anmyarin@mail.ru

Tatyana Polikarpovna Egorova
leading researcher, Dr. of Sci. Ec.,
Scientific-Research Institute of
Regional Economy of the North
of North-Eastern Federal University
named after M.K. Ammosov, Yakutsk
Alexander Nikolaevich Marin, Dr. of Sci. Ec.,
Vice-President for innovative development
«Regional road transport Union
of the Republic of Sakha (Yakutia)»,
Yakutsk
E-mail: tp.egorova@s-vfu.ru, anmyarin@mail.ru

МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ЯКУТИИ¹⁵

MODEL OF ORGANIZATION OF PASSENGER TRANSPORT IN THE ARCTIC ZONE OF YAKUTIA

Освоение Арктики становится одним из ключевых приоритетов социально-экономического развития не только Республики Саха (Якутия), но и в целом страны. Выявлены проблемы транспортного обслуживания населения в слабозаселенных, труднодоступных и экстремально холодных районах Якутии. Необходимость

¹⁵ Статья подготовлена в рамках выполнения базовой части государственного задания Минобрнауки России высшим учебным заведениям в части проведения научно-исследовательских работ в Северо-Восточном федеральном университете им. М.К. Аммосова по проекту «Развитие теории и методологии пространственной организации социально-экономических систем северного региона» (№ 26.8327.2017/8.9 БЧ).

обеспечения населения транспортными и социально значимыми услугами, зависящими от работы транспорта в арктических территориях Якутии, обуславливает поиск механизмов, методов организации и транспортных средств, адаптированных к условиям данного региона. Предложена модель организации пассажирских перевозок на территориях с ограниченной транспортной доступностью.

Ключевые слова: арктическая зона, экстремально холодный регион, ограниченная транспортная доступность, подвижность населения, труднодоступные районы, вездеходы.

The development of the Arctic becomes one of the key priorities of socio-economic development of the Republic of Sakha (Yakutia), but in the whole country. The identified issue of public transport services in sparsely populated, remote and extremely cold regions of Yakutia. The necessity of providing the population with transportation and socially significant services are dependent on transportation in the Arctic territories of Yakutia offers search mechanisms, methods of organization and transport adapted to the conditions of the region. The proposed model of organization of passenger transport in remote areas with limited transport accessibility.

Keywords: arctic zone, extremely cold area, limited transport accessibility, mobility of the population, remote areas, all-terrain vehicles.

Организация перевозок населения в труднодоступных и экстремально холодных регионах Арктики становится важной темой, обсуждаемой на различных площадках по развитию транспортной системы России. Перевозки пассажиров, как в границах муниципальных образований, так и межмуниципальные являются основой развития производительных сил, товарообмена, развития малого бизнеса, а также обеспечения конституционных прав населения на свободу перемещения. Отсутствие круглогодичных, устойчивых и экономичных транспортных связей в труднодоступных районах Арктики Республики Саха (Якутия), а также малые пассажиропотоки, удаленность и изолированность населенных пунктов делают организацию перевозок пассажиров данных территорий экономически невыгодным, ставят предприятия транспорта в разряд неконкурентоспособных и убыточных.

Целью работы является повышение качества обслуживания пассажиров в труднодоступных и экстремально холодных районах Арктики на основе разработки критериев оценки качества, полученных в результате исследования функционирования пассажирского транспорта и моделирования его работы. В качестве объекта исследования выступает система функционирования пассажирского транспорта в труднодоступных районах Арктики Республики Саха (Якутия) в части организации межмуниципальных и межпоселковых перевозок.

Социально-экономическое развитие и жизнедеятельность Якутии с её обширной территорией, экстремально холодным климатом, где зимние температуры могут опускаться до $-60-70$ °С, во многом определяется состоянием и эффективностью функционирования транспорта. К территории труднодоступных районов Арктики Республики Саха (Якутия) отнесены 13 муниципальных районов. Важную роль в условиях бездорожья и сезонной работы основных видов транспорта Якутии играет воздушный транспорт, он остается единственным средством круглогодичного сообщения для отдаленных северных районов. Арктическая зона является одной из наиболее сложных в транспортном обеспечении регионов, для перевозки пассажиров используются также естественные (речные и морские) транспортные коммуникации, а также временные дороги – автозимники. Помимо экстремальных и изменчивых метеоусловий, не позволяющих обеспечить регулярность и стабильность перевозок, деятельность транспорта ограничивают проблемы иного характера: большие расстояния перевозок, малые пассажиропотоки, сезонность перевозок, высокая стоимость топлива.

Практически все районные центры Арктики связаны воздушным сообщением с Якутском, с помощью малой авиации выполняются рейсы, связующие населенные пункты с райцентром. Тем не менее, остается еще множество мелких населенных пунктов, транспортная схема которых довольно сложна. Немногочисленное население (200–300 человек) не позволяет рассчитывать на эффективность пассажиропотоков, будь то речной или воздушный транспорт, дороги в тундровой зоне отсутствуют (табл. 1). Многие населенные пункты остаются в транспортной изоляции по нескольку месяцев. Отсутствие устойчивых

наземных связей является одной из основных проблем, которые тормозят социально-экономическое развитие и оказывают влияние на качество жизни населения (обеспеченность своевременной медицинской помощью, почтовыми, бытовыми услугами, культурные связи и т. п.). В арктических районах республики существует потребность в развитии внутрирайонных пассажирских перевозок, которые в настоящее время осуществляются населением самостоятельно посредством вездеходов, снегоходов, моторных лодок, оленьих и собачьих упряжек. Нередки случаи пропажи и гибели людей, а проведение поисковых работ спасателей осложнено из-за больших расстояний, отсутствия ориентиров и надежных средств связи в тундре. Высокие тарифы на перевозки воздушным транспортом и низкий уровень доходов населения являются причинами существенных ограничений в реализации прав граждан на свободное передвижение.

Таблица 1

Труднодоступные населенные пункты Арктической зоны Якутии*

Муниципальный район	Кол-во насел. пунктов	Территория, тыс. кв.км	Числ-ть насел. на 1 янв.2016г., тыс.чел.	Протяженность автодорог общего и необщего пользования, км			Авиапод-вижность населения, поез-док/чел в год (2016 г)
				всего	из них сезонные	с твердым покрытием	
Абыйский	7	69,4	4,095	793	707,49	0	2,36
Аллаиховский	7	107,3	2,682	623	219,12	0	2,50
Анабарский	3	55,6	3,431	373	315,53	0	4,37
Булунский	10	223,6	8,366	1 686	204,92	8,3	2,21
Верхнеколымский	6	67,8	4,288	482	312,37	55,4	2,02
Верхоянский	29	137,4	11,371	299	936,29	161,0	2,72
Жиганский	5	140,2	4,258	394	273,83	2,6	2,63
Момский	7	104,6	4,139	1228	645,14	16,0	2,34
Нижнеколымский	13	87,1	4,386	661	498,75	0,6	1,69
Оленёкский	4	318	3,983	1173	678,65	0	2,30
Среднеколымский	14	125,2	7,538	1203	369,10	17,9	2,41
Усть-Янский	10	120,3	7,242	1936	721,88	229,6	2,54
Эвено-Быгантайский	4	52,3	2,778	573	59,89	24,1	2,13
Республика Саха (Якутия)	641	3083,5	967,1	43 876	16 099	12 467	1,24

* Составлено авторами на основе статотчетности [1,2]

Протяженность автомобильных дорог арктической зоны составляет более 13 тыс. км, из них половина автозимники, 833 км имеют статус дорог общего пользования. В данных районах расстояния между поселениями составляют от 70 до 450 км. Несмотря на сезонность функционирования автозимников (продолжительность эксплуатации более 8 месяцев), практически все можно отнести к регулярным (возобновляемым) автодорогам, часть из которых введена в разряд территориальных дорог: Удачный – Оленек – Юрюнг-Хая («Анабар»), Тополиное – Батагай – Усть-Куйга и Депутатский – Белая Гора («Яна»). Существующее состояние и уровень развития сезонных автодорог значительно отстают от современных требований: отсутствие связи, пунктов заправки топлива, пунктов технического обслуживания, нехватка спецтехники и запчастей. Содержание автозимников требует значительных затрат: проведение работ по трассировке и замерам льда, перебазировка дорожной техники с привлечением вертолетов, расстановка дорожных знаков, выполнение работ по срезке колеи и засыпке провалов, подсыпки противогололедного материала на подъемах и спусках и т. д. Регулярные перевозки автотранспортом организованы лишь в Усть-Янском районе с 2014 г.

Наличие на территории республики большого количества речных магистралей при отсутствии автодорог делает востребованным перевозку в летнее время водным транспортом. Водные пути в Арктической зоне – это реки Анабар, Индигирка, Колыма, Лена, Оленек, Яна, впадающие в моря Северного Ледовитого океана. Река Яна имеет протяженность 924 км, продолжительность навигации – 94-120 суток; протяженность реки Индигирка – 1726 км; самой многоводной рекой является река Колыма – ее длина 2129 км, характеризуется большей продолжительностью навигационного срока (от 132 суток в верховьях до 112 – в устье). Ежегодно в республике открывается более десятка пассажирских линий, паромных переправ. Многие линии включены в перечень социально значимых маршрутов и субсидируются из республиканского бюджета. К примеру, линия Якутск-Тикси, обслуживаемая единственным грузопассажирским теплоходом «Механик Кулибин», протяженностью 1664 км, имеет на своем пути 15 населенных пунктов, из которых только один (Жиганск) связан воздушным сообщением. Несмотря на господдержку, только 4 района охвачены перевозками населения водным транспортом на регулярной основе. Исследование особенностей работы водного транспорта, сопоставление показателей тарифообразования с соседними регионами, стоимости 1 км пути в расчете на 1 пассажира выявили необходимость совершенствования тарифной политики (табл. 2).

Таблица 2

Показатели выполнения программы социально значимых пассажирских перевозок на водном транспорте в труднодоступных районах Арктики РС(Я) в 2015 г. [3]

Перевозчики / Линии	Расстояние, км	Кол-во рейсов	пассаж. чел.	Сумма субсидии, тыс. руб.	Тариф экономически обоснованный	Тариф субсидированный
ОАО «ЛОПП»						
Белая Гора – Кэбэргэнэ	218	9	49	1570,50	16145	1341
ООО «Ленатурфлот»						
Якутск-Тикси	1664	6	1401	17 483,0		19 350*
МУП «Дирекция Единого Заказчика»		40	477	2144,20		
Усть Куйга – Северный	125	4	21	99,6	2875	847
Усть Куйга – Нижнеянск	345	7	79	557,1	9354	2119
Усть Куйга – Казачье	200	10	119	501	5549	1695
Усть Куйга – Усть Яна	222	19	258	986,5	5858	1864

*) первый класс, взрослый

Снижение конкурентоспособности речных пассажирских перевозок связано с ростом индивидуальных предпринимателей, оказывающих услуги в перевозках маломерными судами, не способными обеспечить современные стандарты транспортных услуг при протяженности маршрутов более 300 км и необходимый уровень безопасности перевозок на северных реках Якутии. По данным ГИМС МЧС России уровень гибели людей на водных объектах на 100 тыс. чел. населения за 2015 год в Республике Саха (Якутия) составил 10,46 чел., в несколько раз превышая данный показатель по Российской Федерации (3,16 чел.) [4].

В связи с недостаточным развитием наземной транспортной инфраструктуры воздушный транспорт выполняет важную роль в социально-экономической деятельности региона. Авиационное обслуживание грузовых и пассажирских перевозок в арктических районах республики осуществляют АО «Авиакомпания «Якутия», АО «Авиакомпания «Полярные авиалинии», АО «Авиакомпания АЛРОСА». С 2009 г. аэропорты арктической зоны были объединены в Федеральное казенное предприятие «Аэропорты Севера». В Якутии в настоящее время функционируют 32 аэропорта и 170 аэродромных площадок. Организационно-экономические сложности предприятий авиатранспорта имеют объективную основу: специфические условия эксплуатации транспорта на Севере, низкая интенсивность

полетов резко снижают конкурентоспособность авиапредприятий и выдвигают необходимость государственной поддержки.

Объем перевозок пассажиров в арктической группе районов по сравнению с уровнем 90-х гг. к 2000 г. резко сократился, но благодаря реализуемой с 2009 г. программе субсидирования перевозок наметилась положительная динамика. В целом по республике авиаподвижность населения находится выше среднероссийского показателя (0,45), что характерно для районов с ограниченной транспортной доступностью. Среди труднодоступных районов Арктики наибольшая авиаподвижность наблюдается в Анабарском районе (коэффициент 4,37), что связано с развитием промышленности и регулярной перевозкой вахтовых рабочих (табл. 1) [5].

География полетов республиканских авиакомпаний сформирована из 180 местных воздушных линий, из которых 129 (71,6 %) субсидируется из республиканского бюджета. На местных направлениях перевозится в среднем 280 тыс. пассажиров в год, из которых примерно 22 % субсидируемых (табл. 3) [3]. Субсидирование осуществляется только для отдельных категорий граждан и в ограниченный период (весенне-летний) с установлением квоты мест.

Значительное влияние на показатели эффективности авиаперевозок оказывают макроэкономические факторы, прежде всего уровень жизни населения и степень деловой активности внутри региона. Наибольший объем перевозок приходится на весенне-летний период, в зимнее время отмечается сезонный спад, связанный с началом функционирования автозимников (до 1 взлет-посадки в неделю). Даже при самом высоком уровне хозяйствования авиация в районах Арктики будет убыточной в связи с малой интенсивностью полетов при высоких эксплуатационных затратах, в том числе стоимости топлива. Следует отметить, что острая необходимость решения проблемы транспортировки людей в отдаленных районах республики связана с постоянным ростом цен на услуги вертолетной техники. Усугубляет эту проблему такие факторы, как увеличение глубины сезонного протаивания грунтов, заболачивание территорий близ посёлков, вызванные потеплением климата.

Таблица 3

Объем перевезенных пассажиров по субсидируемым тарифам на межрайонных и внутрирайонных маршрутах РС(Я) за 2012-2016 гг., тыс. чел.

Виды маршрутов	2012	2013	2014	2015	2016
внутрирайонные маршруты	25,8	30,0	27,8	27,0	27,5
межрайонные маршруты	2,4	9,8	9,02	9,04	10,2

Основной задачей развития транспорта является поиск способов организации доставки пассажиров в сочетании с безопасностью, скоростью и экономичностью. Международный опыт организации транспортного обслуживания населения показывает, что оптимальной является концепция, направленная на конкуренцию с другими видами транспорта, в сочетании с политикой ограничения роста бюджетных субсидий на перевозки. Учитывая, что строительство транспортных коммуникаций в районах Арктики требует применения более затратных технологий, что значительно превышает аналоги в более освоенных регионах России, а также высокие эксплуатационные затраты на их содержание, необходимо исследовать альтернативы введения в эксплуатацию транспортных средств нового поколения: вездеходы, суда на воздушной подушке, экранопланы, различные модификации аэросаней-амфибий и т. д.

В республике имеется многолетний опыт самостоятельной модернизации, разработки и использования вездеходной техники. Так, ГУ «Центр медицины катастроф» эксплуатирует вездеходную технику на шинах низкого давления, обладающую всеми качествами, обеспечивающими сохранение жизни пациента: соответствующее электропитание, оснащение медицинскими приборами, имеющую хорошую проходимость, скорость и плавучесть. Успешно адаптированы к экстремально холодным условиям известные марки на шинах низкого давления «Кержак» Нижегородского ООО «Завод транспортных машин»,

вездеходы «Ураанхай» и «Усть-Янец» созданные якутскими предпринимателями [6]. Интересен опыт применения транспорта на воздушной подушке «Арктика-2Д», экраноплана «Буревестник» и ряда других, а также аэросаней-амфибий «Нерпа», приспособленных для круглогодичной эксплуатации, включая межсезонье. В отличие от авиатранспорта, аэросани-амфибии могут обойтись без диспетчеров, аэродромов и причалов. Также важна экономическая составляющая. Стоимость аэросаней ниже стоимости Ми-8 в 70 раз, а их эксплуатация оценивается экономичнее вертолета в 10 раз [7].

В связи с этим предлагается модель конкурентного развития видов транспорта в удаленных и труднодоступных территориях, опирающаяся на принципы повышения транспортной доступности территорий, повышения транспортной мобильности населения, эффективности выделяемых бюджетных средств.

Реализация данной модели предполагается в несколько этапов:

1 этап – разработка логистических схем транспортного обслуживания населения на принципах государственно-частного партнерства в удаленных и труднодоступных территориях Республики Саха (Якутия) с использованием доступных видов (в т.ч. вездеходной) техники, а также для решения проблем обеспечения населения Якутии социально значимыми услугами (медицинское обслуживание, образование, развитие туризма, местное производство и т. д.);

2 этап – возрождение в Якутии инфраструктуры испытаний арктических и северных модификаций автотранспортной, снегоболотоходной и прочей вездеходной техники широкого спектра в сочетании с развитием услуг по сопровождению испытаний и сертификации;

3 этап – ввод в эксплуатацию новых видов транспортной техники, не требующих специальной дорогостоящей обслуживающей инфраструктуры, с разработкой программ субсидирования перевозок в удаленных и труднодоступных населенных пунктах;

4 этап – развитие производства арктических и северных модификаций транспортной техники, новых видов транспортной техники, адаптированной к условиям данного региона, с разработкой программ субсидирования её приобретения местными перевозчиками в части объективного удорожания северных и арктических модификаций относительно техники обычного исполнения;

При разработке логистических схем транспортного обслуживания заданного муниципального района и выборе типа транспортного средства необходимо учесть следующие факторы:

- снижение себестоимости перевозок в аналогичной отрасли, рост пассажиропотока, увеличение доходной части перевозчика;
- общетранспортный эффект – выраженный при сравнении эффективности и качества услуг конкурирующих видов транспорта;
- внутранспортный эффект – повышение качества жизни, улучшение товарообмена, рост культурных связей и т. д.

Постановка задачи экономико-математического моделирования по выбору транспортного средства решается с установкой ограничений:

1. Количественное соотношение транспортных средств.
2. Обеспечение заданного плана перевозок.
3. Задание условия по ограничению инвестиций.
4. Ограничение по выделяемым годовым дотациям на транспортное средство.
5. Ограничения по сумме бюджетных средств муниципального образования, выделяемых на приобретение и содержание транспортных средств.
6. Искомые величины должны быть целыми и неотрицательными.

Целевая функция – максимизация всех трех факторов. При решении задачи можно изменять условия по ограничениям (объем инвестиций, дотаций и т. п.). Данная задача решается отдельно для каждого муниципального района, учитывая географическое положение населенных пунктов, наличие водных артерий и т. д. Проведенные авторами расчеты выбора оптимального типа транспортного средства для перевозки населения в районах

с ограниченной транспортной доступностью показали высокую эффективность эксплуатации судов на воздушной подушке типа «Марс-700М», «Хивус-10», успешно функционирующих в настоящее время. Эффективность использования таких судов в 7–10 раз дешевле вертолетной техники [8].

В 2016 году в рамках Государственной программы РС(Я) «Развитие транспортного комплекса РС(Я) на 2012-2019 годы» для обеспечения транспортной доступности для арктических и северных районов РС(Я) закуплено и доставлено 3 ед. катеров и 7 единиц транспортных средств повышенной проходимости (вездеходов) для Аллаиховского, Верхоянского, Верхневилуйского, Нижнеколымского, Среднеколымского, Усть-Янского и Жиганского районов. Разработка логистических схем транспортного обслуживания муниципальных районов с учетом всех видов транспорта позволит обеспечить доступность перевозок населения арктических районов, улучшить социально-бытовые условия, повысить мобильность производственного персонала и оптимизировать объем выделяемых бюджетных средств.

Начало реализации мероприятий позволит повысить транспортную доступность арктических районов Якутии, повысит мобильность и качество жизни населения, активизирует интеграцию в процессы социального развития региона.

Литература

1. Транспорт в Республике Саха (Якутия) за 2000, 2005, 2010-2015 годы: Статистический сборник № 30/623. – Якутск, 2016. – 99 с.
2. Статистический ежегодник Республики Саха (Якутия): стат.сб./Федер.служба статистики, Территор.орган Федеральн. Службы гос. статистики по Респ.Саха (Якутия). – Якутск. 2013. 732с.
3. Основные итоги транспортного комплекса и дорожного хозяйства Республики Саха (Якутия) за 2016г./ Доклад Министерства транспорта РС(Я).
4. Анализ деятельности по обеспечению безопасности людей на водных объектах за 2015 год/ МЧС России. Москва – 2016. URL: http://www.mchs.gov.ru/upload/site1/document_file/55UpSspqox.doc. дата обращения 10.05.2017.
5. Объемы перевозок через аэропорты России. URL: <http://www.favt.ru>. Дата обращения 10.05.2017.
6. *Мярин А.Н.* Возрождение климатических испытаний модификаций автотранспорта для Севера и Арктики и снегоболотоходов в Якутии /Журнал автомобильных инженеров. 2016. № 1 (96). С. 48-53.
7. *Федорев Г.А.* Экранопланы и скоростные транспортные системы для Приморья и освоения Арктических регионов Якутии /Транспорт и логистика Якутской Арктики. – Якутск, Цумори Пресс, 2016. 236 с., С. 31-39.
8. *Тарасов П.И.* Развитие транспортных сетей Республики Саха (Якутия) // Арктика и Север. 2014. №17. С.65-72. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-transportnyh-setey-respubliki-saha-yakutiya> (дата обращения: 15.05.2017).

УДК 656.02

Дмитрий Анатольевич Елистратов,
аспирант 1 года обучения
кафедра Архитектуры и градостроительства
(Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет)
E-mail: dimaelistratov@yandex.ru

Dmitrii Anatolyevich Elistratov,
student of 1st year postgraduate school
Department of Architecture and Urban Planning
(National Research
Moscow State University of Civil Engineering)
E-mail: dimaelistratov@yandex.ru

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СХЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КРУПНЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

TRANSPORT MODELING FOR DESIGN TRANSPORT LAYOUT OF INFRASTRUCTURE OBJECT

В статье представлены результаты подготовки схемы транспортного обслуживания крупного объекта торговли, предполагаемого к размещению на территории Московской области. Особое внимание уделяется роли математического макро моделирования транспортных потоков при подготовке схемы транспортного обслуживания. Отмечается необходимость расчета пиковых нагрузок на транспортную сеть с учетом специфики

функционирования района тяготения, с точки зрения изменения значений спроса на транспорт в течение суток. Приводятся рекомендации по использованию инструмента макро моделирования транспортных потоков PTV Vision Visum при моделировании пиковой нагрузки. Приведено обоснование расчетного часа при назначении мероприятий по транспортному обслуживанию объекта.

Ключевые слова: моделирование транспорта, генерация транспортных корреспонденций транспортное планирование, схема транспортного обслуживания

The article explains the results of designing transport layout of shopping center will be intended for building in Moscow region. General attention is paid the role of transport modeling for preparation transport layout. Note necessity of calculating peak period on the transport network taking into account the specifics of functioning of the area of gravitation from the point of view change the values of transport demand during the day. There is guidance on the use of the tool macro-modeling of traffic flows PTV Vision Visum in modeling the peak load. There is the substantiation of the current hour for assigning transport layout.

Keywords: modeling transport, trip generation modeling, transport planning, transport layout

Для обеспечения устойчивого развития территории необходима подготовка схемы транспортного обслуживания. Цель подготовки схемы – определение мероприятий, необходимых для обеспечения с нормативными уровнями удобства транспортной доступности территории, на которой планируется размещение объекта капитального строительства. В практике транспортного планирования при подготовке схемы рассматривают краткосрочный период (этап выхода объекта на проектную мощность) и расчетный срок, чаще всего 20 лет или горизонт прогноза, указанный в документации по территориальному планированию муниципального образования, в котором планируется размещение объекта. Объективность и обоснованность принятия решений при назначении мероприятий по транспортному обслуживанию территории зависит от множества факторов, одним из которых является определение расчетной интенсивности транспортных потоков в районе тяготения с учетом реализации объекта. В мировой и российской практике транспортного планирования при выполнении расчетов интенсивности движения используют инструменты математического макро моделирования транспортных потоков [1, 4]. Использование инструментов макро моделирования позволяет учесть многообразие факторов, оказывающих влияние на транспортную доступность, таких как градостроительное развитие территории района тяготения, развитие транспортно-коммуникационного каркаса, а также учесть неравномерность изменения спроса на транспорт с учетом целей поездок.

Объектом исследования является крупный торговый центр (рис. 1), предполагаемый к размещению на территории Московской агломерации, в области наиболее привлекательной для размещения такого рода объектов – пересечение двух магистральных автомобильных дорог, имеющих стратегическое значение для транспортно-коммуникационного каркаса: Московская кольцевая автомобильная дорога (далее МКАД) и автомобильная дорога федерального значения А-105 «Подъездная дорога от Москвы к аэропорту Домодедово» (далее А-105). В 2018 году в России запланировано проведение чемпионата мира по футболу – FIFA 2018. Ожидается прибытие большого количества футбольных болельщиков, в том числе и воздушным транспортом с использованием Международного аэропорта Домодедово. В соответствии с вышеуказанным, прогноз изменения спроса на транспорт в районе тяготения, связанный со строительством объекта и проведением чемпионата мира по футболу, является особо важным, и от его точности зависит качество принимаемых решений по транспортному обслуживанию объекта.

Прогноз интенсивности транспортных потоков выполнен в три этапа. На первом этапе был проведен прогноз «фоновой» интенсивности транспортных потоков, без учета реализации объекта. При этом учитывалось градостроительное развитие территории, развитие транспортно-коммуникационного каркаса и проведение чемпионата мира по футболу.

На втором этапе был проведен прогноз объема транспортных потоков, генерируемых проектируемым объектом. Для этого проведен расчет количества перемещений «генерируемых» (trip production) и «поглощаемых» (trip attraction) объектом. В зарубежных странах, на этом этапе, обычно используют отчетные данные исследований, объектом которых

является процесс генерации транспортных потоков (например, Trip Generation Manual, 9th Edition, Institute of transportation engineers ITE).

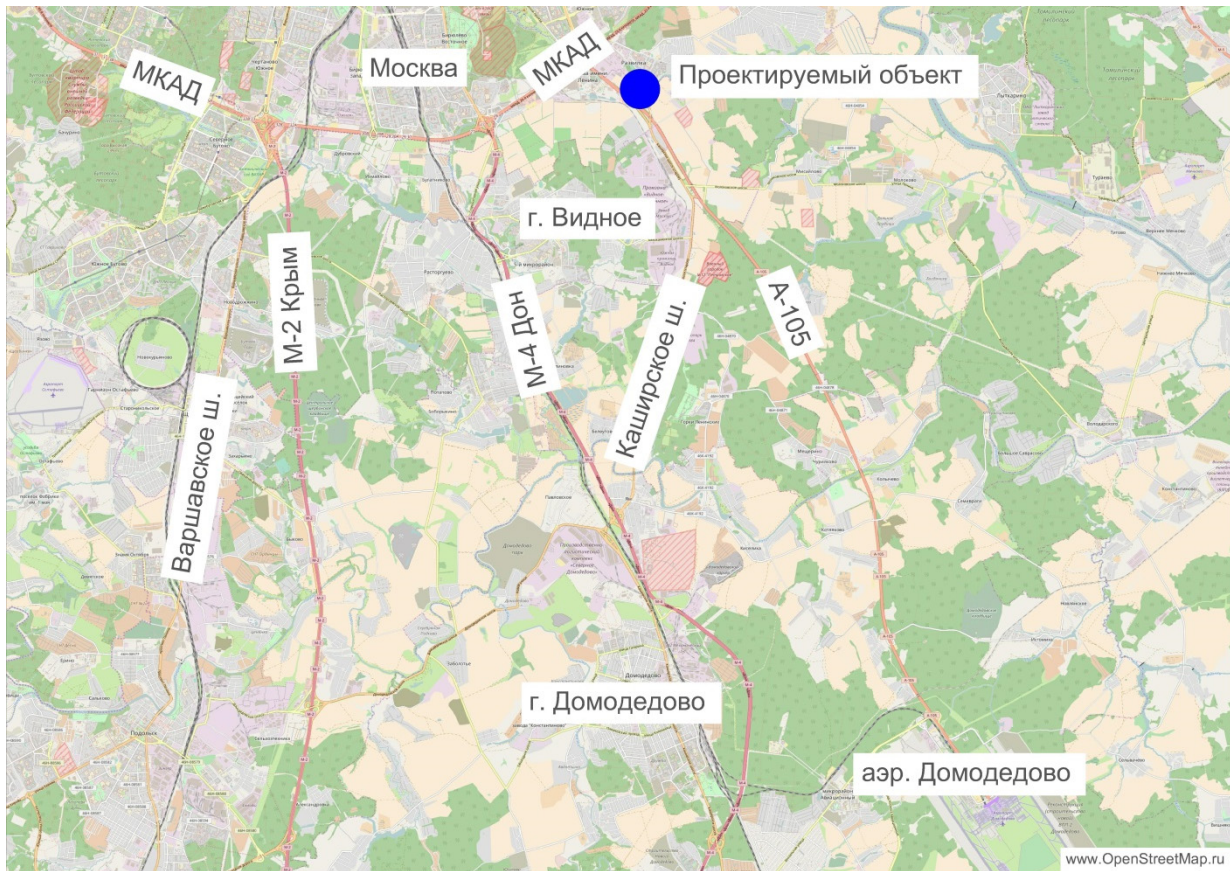


Рис. 1. Расположение объекта в структуре магистральных дорог Московской агломерации

В рамках подготовки схемы транспортного обслуживания, была использована аналогичная методика. Для определения объема поездок были проанализированы данные измерений транспортных потоков на аналогичных объектах, расположенных в Московской агломерации. В качестве аналогов приняты торговые центры сети «МЕГА», которые по функциональному назначению, месторасположению в структуре магистральных дорог, схеме транспортного обслуживания являются схожими для проектируемого объекта. Основным показателем, характеризующим мощность объекта, является удельный объем генерации посетителей, приведенный на 100 квадратных метров торговой площади объекта. Показатель был рассчитан для будних, предвыходных и выходных дней. Данные сведены в табл. 1. Сравнение значений выявило незначительную разницу в удельном показателе генерации посетителей между торговыми центрами. Для дальнейшего расчета принят арифметически усредненный показатель по каждому типу дня.

Таблица 1

Показатели генерации транспортных потоков по объектам аналогам

Наименование объекта	Торговая площадь, кв. м (GLA)	Количество посетителей чел./сутки	Объем генерации, чел. на 100 м. кв. торговой площади в час пик		
			Будние	Предвыходной	Выходной
«Мега Белая Дача»	222 000	109 600	4,77	4,96	7,40
«Мега Химки»	174 500	97 300	4,55	4,69	7,01
«Мега Теплый Стан»	158 000	92 900	4,78	5,00	7,41

Для выявления пикового периода были проанализированы данные изменения количества посетителей в течение года (рис. 2, а), недели (рис. 2, б), и суток на предвыходной

(рис. 2, в) и выходной день (рис. 2, г). Распределение количества посетителей торговых центров «Мега» в течение года не имеет значительных колебаний. Максимальное количество наблюдается в декабре и августе, соответствует подготовке к празднованию Нового года и подготовке учеников к 1 сентября. Количество посетителей в выходные дни превышает в среднем на 40–45 % количество посетителей в предвыходные и будние дни.

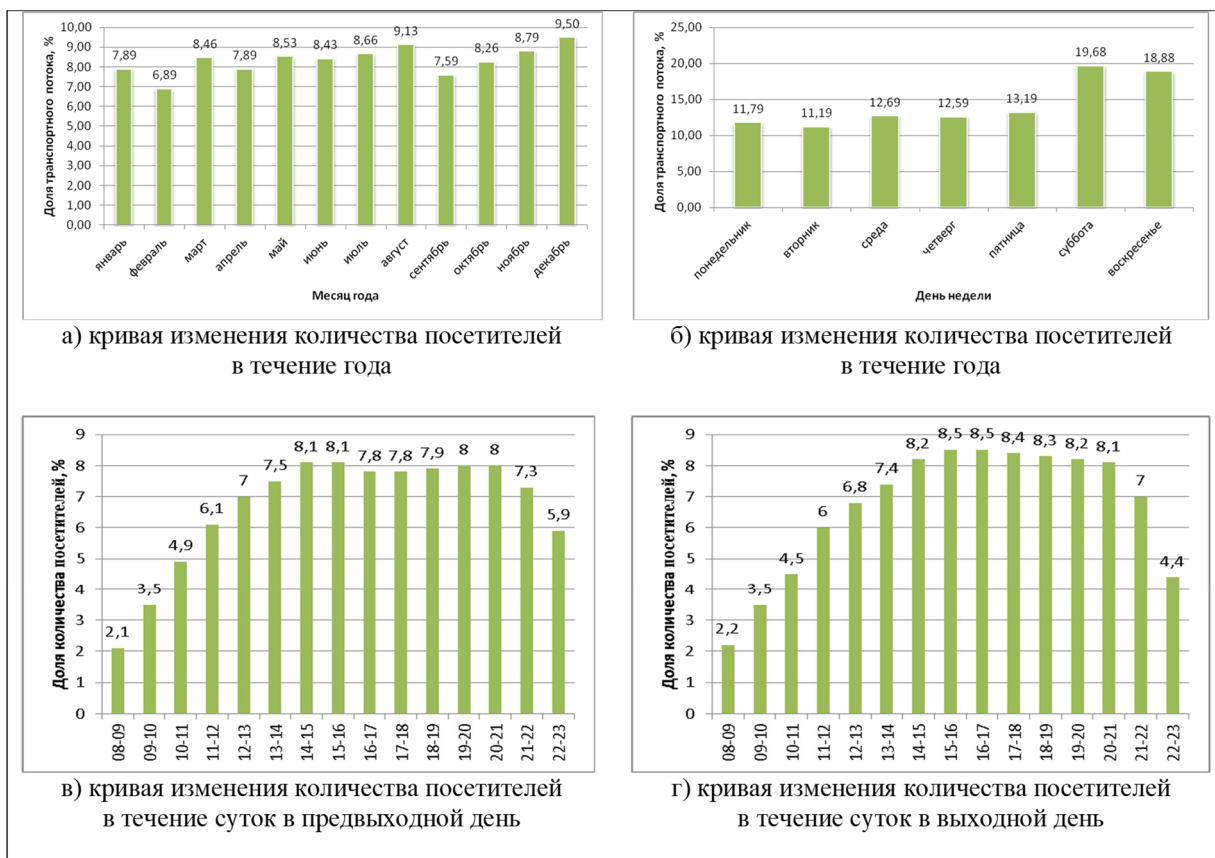


Рис. 2. Кривые изменения количества посетителей торгового центра

На третьем этапе был проведен прогноз изменения интенсивности транспортных потоков с учетом строительства объекта. Прогноз интенсивности движения выполнен на часы пик. Для определения неравномерности изменения транспортных потоков проведен анализ данных прилета/вылета и анализ данных автоматизированного учета интенсивности автомобильного движения с детектора транспорта, установленного на км 34+600 автомобильной дороги А-105. По результатам анализа сделан вывод о том, что значительной долей транспортного потока, движущегося в районе км 34+600, является поток в аэропорт Домодедово. По результатам анализа данных с детектора транспорта, рассчитаны кривые изменения интенсивности транспортного потока в течение года, недели и суток. Данные представлены на рис. 3. Анализ данных распределения интенсивности в течение года выявил:

- наиболее загруженный период года – летний сезон с июня по август, что обусловлено высоким пассажиропотоком аэропорта Домодедово в период отпусков (рис. 3, а);
- выходные дни являются наиболее загруженными днями недели (рис. 3, б);
- по направлению в Москву определено два пиковых периода с 7:00 до 9:00 и с 14:00 до 16:00 (рис. 3, в);
- по направлению из Москвы определено два пиковых периода с 13:00 до 15:00 и с 18:00 до 20:00 (рис. 3, г).

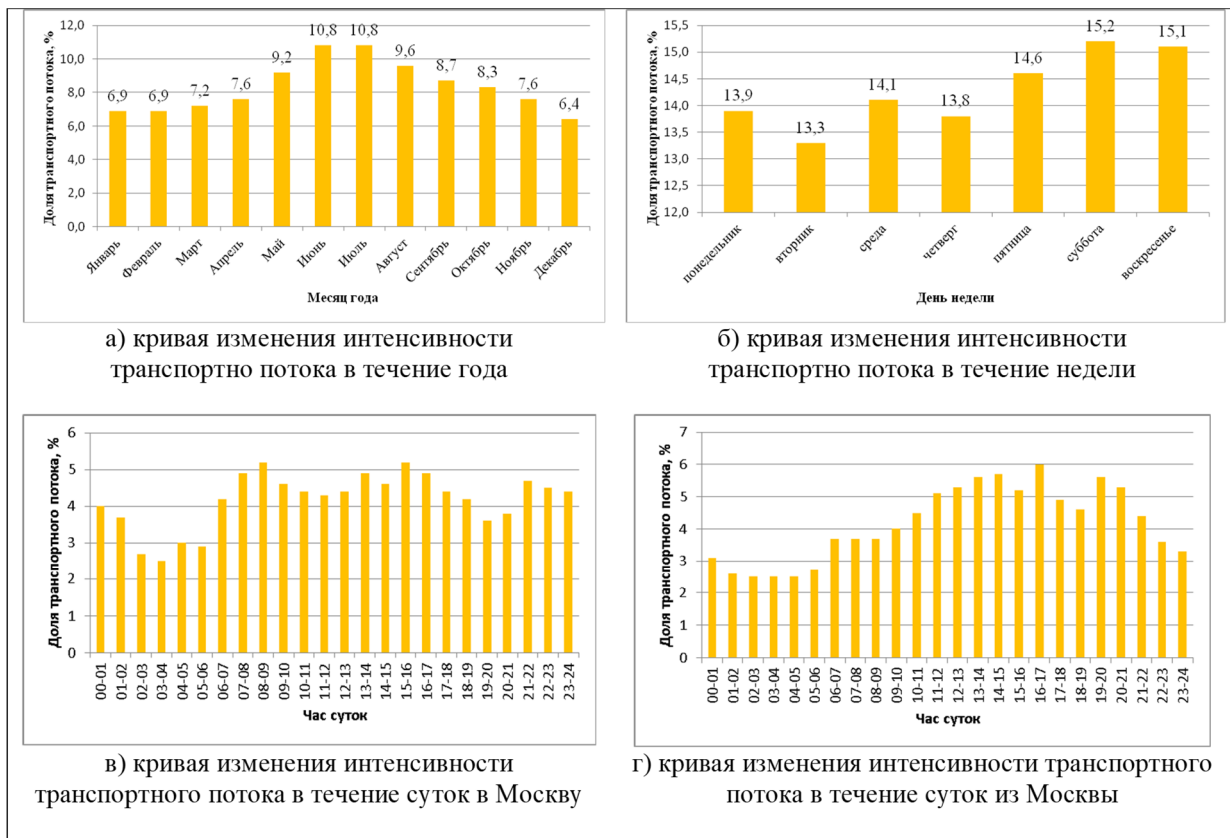


Рис. 3. Кривые изменения интенсивности движения на А-105 км 34+600

Аналогично автодороге А-105 проанализированы данные по Каширскому шоссе в районе отмыкания от А-105 (рис. 4). Анализ данных распределения интенсивности в течение года выявил:

- наиболее загруженный период года – летний сезон с июня по август, что обусловлено высокой активностью рекреационных поездок «на дачу» (рис. 4, а);
- в течение недели не наблюдается высоких колебаний значений транспортного потока, исключением является наблюдаемый спад в воскресенье (рис. 4, б);
- по направлению в Москву определен пиковый период с 7:00 до 9:00, обусловлен маятниковой трудовой миграцией (рис. 4, в);
- по направлению из Москвы определен пиковый период с 18:00 до 20:00 обусловлен маятниковой трудовой миграцией и (рис. 4, г);

Для определения максимального расчетного транспортного потока был использован метод [3], позволяющий проводить расчет по каждому часу суток и основанный на использовании следующей формулы:

$$F_{ij}^{пик} = \sum_m k_m F_{mj}$$

где $F_{ij}^{пик}$ – пиковая матрица корреспонденций; F_{mj} – суточная матрица корреспонденций слоя спроса m ; k_m – коэффициент линейной комбинации для слоя спроса m .

Достоинством этого метода является использование фактора слоя спроса, тождественного цели совершения передвижения, доли данного слоя спроса в общей сумме корреспонденций, а также кривой изменения спроса на транспорт в течение времени. При моделировании были использованы следующие слои спроса, каждому из которых назначена кривая изменения:

- трудовые цели – Каширское шоссе;
- аэропорт – А-105 «Подъезд от Москвы к аэропорту Домодедово»;

– культурно-бытовые цели – проектируемый торговый центр (объект аналог ТЦ «МЕГА»).

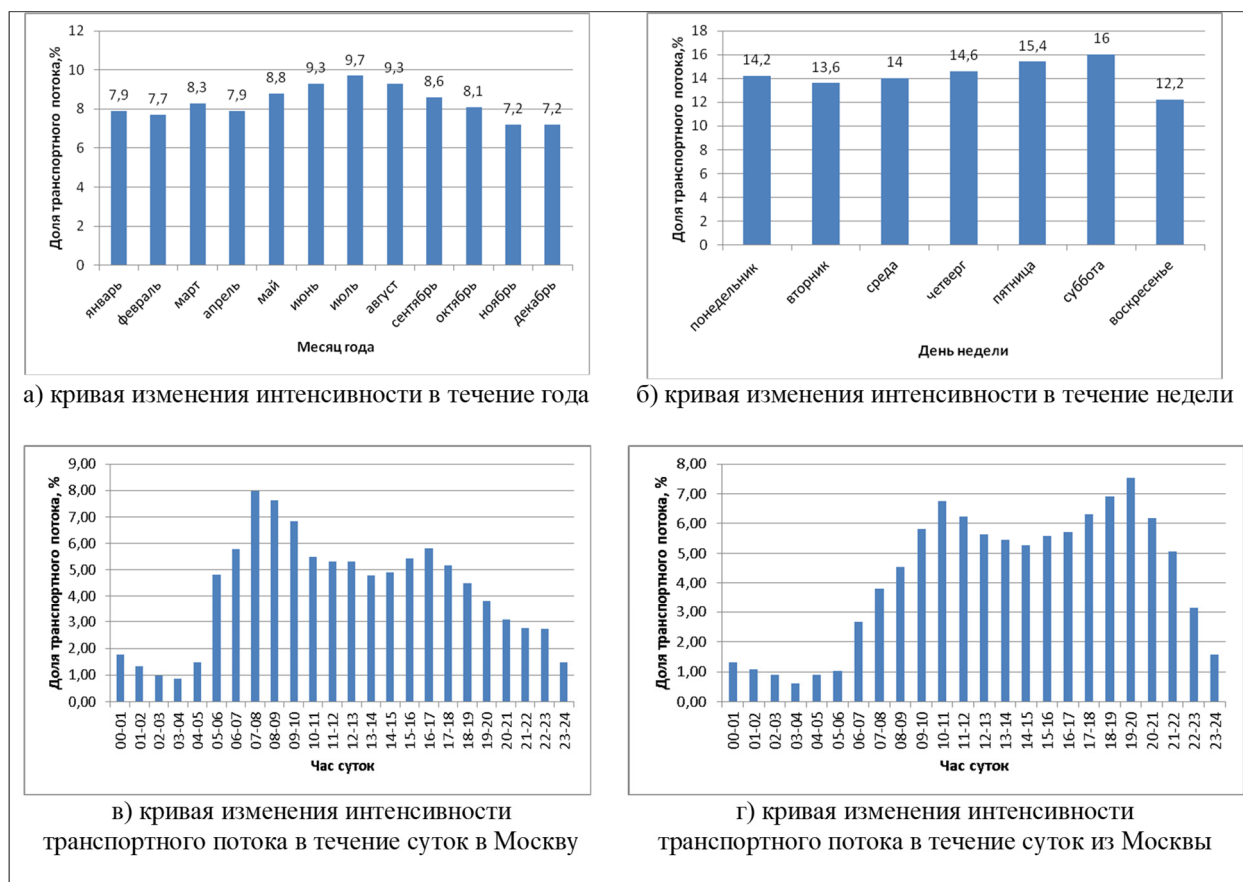


Рис. 4. Кривые изменения интенсивности движения на Каширском шоссе

По результатам моделирования получены два характерных периода, которые были приняты для назначения мероприятий:

- интервал с 19:00 до 20:00 в предвыходной день (рис. 5, а);
- интервал с 14:00 до 15:00 в выходной день (рис. 5, б).

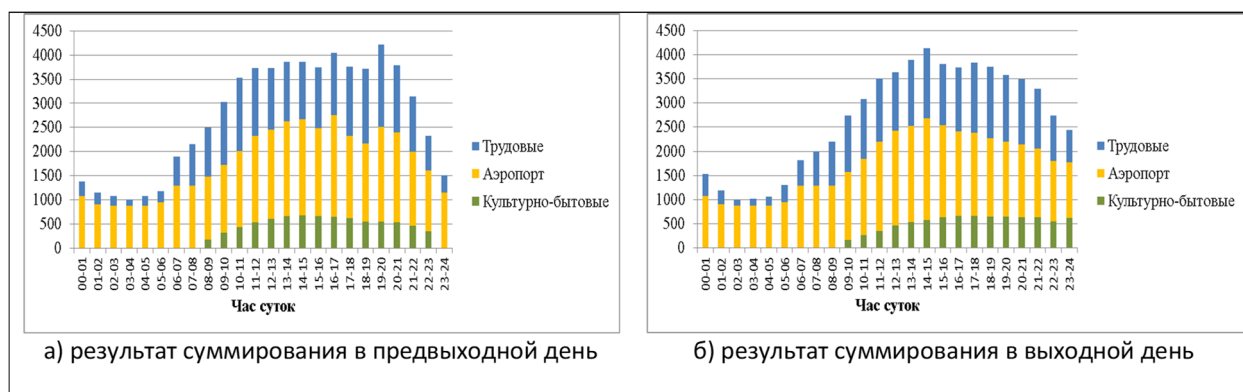


Рис. 5. Результат суммирования доли каждого слоя спроса в суммарном транспортном потоке

На основе технико-экономического сравнения выполнено обоснование расчетного часа интенсивности движения при назначении категории проектируемого подъезда к торговому центру. Для календарного года был составлен ранжированный ряд максимальных часовых интенсивностей движения (рис. 6). Полученная по результатам моделирования максимальная интенсивность движения в выходной день соответствует показателям от 1 до

104 ряда, так как в году около 52 недель и соответственно около 104 выходных дней. Максимальная интенсивность, ожидаемая по расчету в предвыходной день, соответствует 105 и ниже ряду. Эти зависимости объясняются, что по результатам обработки данных исследования по объекту- аналогу, количество посетителей в выходные дни превышает в среднем на 40–45 % количество посетителей в предвыходные дни и на 45–50 % в будние дни соответственно.

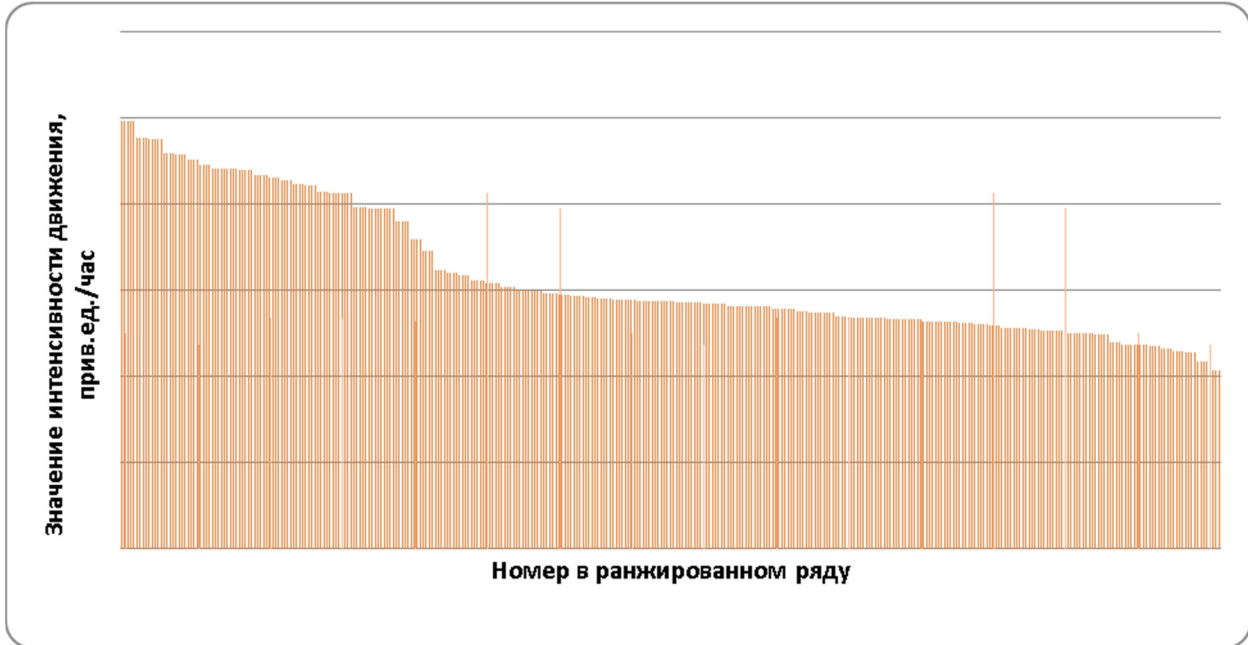


Рис. 6. Распределение ранжированного ряда максимальной интенсивности движения за календарный год

К расчету принято 2 варианта планировочных решений по примыканию объекта к сети автомобильных общего пользования. По каждому варианту были рассчитаны показатели движения, характеризующие уровень удобства – коэффициент загрузки движением и скорость движения. Показатель был усреднен для периода работы торгового центра. Результаты расчета сведены в табл. 2.

Таблица 2

Сводная таблица показателей автомобильного движения по вариантам

Наименование объекта	Номер расчетного часа	Интенсивность автомобильного движения, прив. ед./час	Средний коэффициент загрузки, Z	Скорость движения, км./час
Вариант 1 (1 полоса для движения)	105	645	0,62	36
Вариант 2 (2 полосы для движения)	50	863	0,31	48,6

Для обоснования допустимого количества превышений расчетной максимальной часовой интенсивности движения в течении года был проведен технико-экономический расчет, в котором оценены затраты на строительно-монтажные работы, потери от дорожно-транспортных происшествий и автотранспортные затраты в зависимости от принимаемой расчетной интенсивности движения [2]. Часовая интенсивность, при которой суммарные приведенные затраты будут наименьшими, принята как расчетная (табл. 3).

$$\sum C = C_{стр} + \sum \frac{A_t + C_{дтп}}{(1 + E)^t}$$

где $\sum C$ – суммарные затраты; $C_{стр}$ – стоимость строительства объекта; A_t – автотранспортные затраты за период времени; $C_{дтп}$ – потери от дорожно-транспортных происшествий; $(1 + E)^t$ – коэффициент дисконтирования равноновременных затрат.

Таблица 3

Результаты расчета эффективности капитальных вложений

Наименование объекта	Номер расчетного часа	Стоимость строительства, тыс. руб	Потери от ДТП, тыс. руб	Автотранспортные затраты, тыс. руб	Суммарные затраты, тыс. руб
Вариант 1 (1 полоса для движения)	105	98 432	30 080	285 680	1 037 086,78
Вариант 2 (2 полосы для движения)	50	170 741	9 110	244 310	924 126,36

Как представлено в таблице выше, обоснованным для исследуемого объекта является применение интенсивности 50-го часа. При этом будут ожидать минимальные приведенные затраты при реализации 2-го варианта планировочных решений.

Назначение мероприятий по транспортному обслуживанию торгового объекта выполнена на основе расчетной интенсивности, полученной с использованием инструмента моделирования транспортных потоков. При обработке данных исследований трех функционирующих на территории Московской агломерации торговых объектов «МЕГА», определена сходимость, позволяющая использовать эти данные при расчетах количества посетителей проектируемых объектов схожего функционального назначения, применяя показатель удельной генерации количества посетителей. Является перспективным формирование исследовательской базы данных о функционировании объектов различных типов, проведение их классификации с целью увеличения качества подготовки документации территориального и транспортного планирования.

Необходимо отметить, что полученная по результатам расчета максимальная интенсивность в выходной день соответствует показателям от 1 до 104 ранжированного ряда максимальных интенсивностей. Максимальная интенсивность, ожидаемая по расчету в предвыходной день, соответствует 105 и ниже ряду. Эти зависимости объясняются тем что количество посетителей в выходные превышает в среднем на 40-45 % количество посетителей в предвыходные дни и на 45-50 % в будние дни соответственно.

Проведено технико-экономическое обоснование расчетного часа для проектируемого объекта, по результатам которого на основании минимальных суммарных затрат принята интенсивность 50-го часа.

Литература

1. Горев А.Э., Бёттгер К., Прохоров А.В., Гизатуллин Р.Р., Основы транспортного моделирования. Практическое пособие (серия «Библиотека транспортного инженера») – СПб: «Издательско- полиграфическая компания «КОСТА», 2015 – 168 с.
2. ОДМ 218.4.023-2015 «Методические рекомендации по оценке эффективности строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта автомобильных дорог», Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), Москва, 2012;
3. Якимов М.В. Транспортное планирование создание транспортных моделей городов: моногр. – М.: Логос, 2013. – 188 с.
4. Ortuzar J.D., Willumsen L.G. Modeling Transport. John Wiley & Sons Ltd, 4th edition. 2011. 594 p.

УДК 62-5

Гэрэлма Сергеевна Жамсуева
Аспирант
ФГБОУ ВО Московский авиационный институт
(национальный
исследовательский университет), г. Москва
E-mail: Zhams.g.s@gmail.com

Gerelma Sergeevna Zhamsueva
postgraduate student
Moscow Aviation Institute
(National Research University),
Moscow
E-mail: Zhams.g.s@gmail.com

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ЗАВОДЕ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ ЛОКОМОТИВОВ

THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM AT THE PLANT FOR MAINTENANCE AND REPAIR OF LOCOMOTIVES

В данной статье есть обоснования внедрения системы менеджмента качества (СМК) на локомотивово-вагоноремонтном заводе, описаны этапы и необходимые действия для осуществления действенного управления качеством на предприятии. Определена и описана система мотивации персонала для осуществления деятельности в области качества и описаны некоторые условия для внутреннего аудита организации. Описана необходимая документация при внедрении СМК, выявлена сущность Координационных советов по качеству на заводах. Описаны критерии оценки выставления в случае полного невыполнения требований стандартов организации. Обосновано внедрение системы анкетирования заказчиков.

Ключевые слова: система менеджмента качества (СМК), внедрение СМК, аудит качества, мотивация персонала, документирование, внутренний аудит.

This article is for the implementation of the quality management system (QMS) at the factory for the repair of locomotives and describes the steps and necessary actions for the implementation of effective quality management in the enterprise. Identifies and describes a system of motivation of personnel to carry out activities in the field of quality and described some of the conditions for the internal audit of the organization. Describes the required documentation in the QMS implementation, the nature of the Coordination councils on quality in the factories. Described evaluation criteria of billing in case of complete failure to comply with the standards of the organization. Justified the introduction of the system of questioning customers.

Keywords: quality management system (QMS) the QMS implementation, audit, quality, motivation of staff, documentation, internal audit.

Каждому руководителю необходимо осознавать, что современные инновационные технологии при ремонте, использование уникальных материалов, без внедрения методов управления качеством в условиях конкуренции на рынке ремонта подвижного состава недостаточно.

Вопрос улучшения качества ремонта локомотивов очень важен с внедрением комплексной системы управления качеством продукции. Стоит отметить, что именно комплексная система играет важную роль в формировании на предприятии системного подхода к решению проблем с качеством. С ее помощью можно определить и последующую реализацию планов мероприятий, направленных на исключение выпуска несоответствующей продукции.

Централизованная система распределения объемов ремонта и выпуска новой продукции, не стимулировала деятельности по повышению качества продукции, так как какая-либо конкурентная борьба в рамках стабильного заказа просто отсутствовала, а значит, и вопросы постоянного повышения качества не ставились в число приоритетных задач руководству предприятий.

СМК будет способствовать оптимизации управления производством на основе процессного подхода, устанавливаемого в стандарте ISO 9001. В целом же создание СМК осуществлялось поэтапно и по продолжительности занимает от трех и более лет.

На первом этапе проводят организационные изменения, формируют отдельную структуру – отдел управления качеством. Для координации работ рекомендовано ввести должность – заместитель директора по качеству, чтобы на него были возложены функции представителя высшего руководства по СМК. Также на начальном этапе для улучшения

взаимодействия подразделений создают службу качества, объединяющую отдел управления качеством, отдел технического контроля, отдел главного метролога и отдел неразрушающего контроля.

Для организации работ по разработке документации формируют детальный план на длительный период, в соответствии с которым в течение нескольких лет ведется разработка документации СМК, ее отработка и внедрение. Все руководство предприятия, начальники цехов и отделов должны пройти обучение у специалистов в области менеджмента качества, на предприятии провести ряд семинаров и занятий с ведущими специалистами подразделений. Для рабочих разработать «памятку по СМК», в которой простым и доступным языком описываются задачи, решаемые при внедрении СМК на предприятии, разъяснить основные положения стандарта ISO 9001, рассказать о преимуществах, которые дает внедрение системы. Дополнительно в течение года ведущий инженер отдела управления качеством должен проводить занятия на производственных участках в группах из пяти–десяти человек. В ходе живой беседы, а зачастую и острой полемики, о перспективах внедрения СМК на заводе донести до каждого те задачи, которые необходимо решить с внедрением эффективной и результативной СМК.

Для решения наиболее сложных вопросов, связанных с практическим внедрением СМК, возможно создание Координационного совета под председательством генерального директора, в который уходят все его заместители и руководители основных подразделений. На Координационном совете определить основные направления развития СМК, сформировать план действий по разработке и внедрению документации, провести оценку достигнутых результатов. Координационный совет собирается ежеквартально для решения вопросов, связанных с обеспечением работы в СМК, оценкой ее постоянной пригодности и результативности, планированием деятельности и анализом выполнения мероприятий, направленных на постоянное улучшение.

Среди первоочередных задач Координационного совета определение основных процессов СМК, формирование сети взаимодействия и границ каждого процесса, руководителей процессов и их полномочий. Результаты работы представить в виде схемы взаимодействия процессов и матрицы ответственности. В соответствии со схемой в течение полугода переработать все должностные инструкции и положения о подразделениях.

Следующим этапом построения СМК является разработка документов СМК и доработка уже существовавших документированных процедур. Для координации работ в каждом подразделении выбрать по одному наиболее активному и грамотному работнику, на которого будут возложены функции «уполномоченного по качеству». Разработать стандарт организации, определяющий круг выполняемых ими задач и описаны полномочия. Все уполномоченные по качеству должны пройти обучение под руководством специалистов отдела управления качеством. На начальном этапе могут возникнуть определенные трудности с выполнением, помимо своих основных должностных обязанностей, работ по созданию СМК. Приоритетной для руководителя подразделения и самого уполномоченного являлась та работа, за которую он получал плату, а не дополнительная нагрузка. Для стимулирования выполнения уполномоченными по качеству своих функций можно ввести дополнительную оплату выполняемых ими работ в рамках внедрения СМК, что окажет достаточно сильное стимулирующее действие. Однако через год эта оплата может восприниматься как «положенные выплаты», не соотносящиеся с результатами труда, соответственно может упасть и мотивация в выполнении функций уполномоченного по качеству. Выход в данной ситуации – принятие документа «Положение о премировании персонала за выполнение требований документации СМК», «привязанный» к достижению подразделением целевых показателей. Оценка выполнения требований СМК персоналом производится ежеквартально на Координационном совете на основании информации, полученной при проведении внутреннего аудита. По результатам оценки формируется отчет с указанием достигнутых показателей и размера премии. Премия выплачивается однократно в течение квартала.

Положение разделить на две части: стимулирующие выплаты производственным цехам и выплаты отделам.

Начальнику цеха, обеспечившему наибольшую результативность своего подразделения (не менее 95 %), выделяется большой премиальный фонд с учетом того, что он должен быть разделен между работниками цеха, внесшими наибольший вклад в выполнение требований СМК.

При этом размер премии уполномоченному по качеству не должен быть менее 25 % от общей выделенной суммы. За второе и третье места выделяются меньшие суммы, а подразделения, занявшие четвертое и последующие места, остаются без стимулирующих выплат. В отделах премиальные выплаты получают три уполномоченных по качеству, получившие наивысшие оценки результативности. При результативности СМК менее 85 % выплата премии не производится.

Дополнительно в конце года по результатам анализа результативности подразделений определяется «лучший уполномоченный по качеству» с соответствующей стимулирующей выплатой. Этими мерами поддерживается интерес к выполнению своих функций уполномоченными по качеству, создается необходимый для постоянного совершенствования «дух соревнования».

С внедрением СМК коренным образом меняется философия организации. Ежегодно руководством предприятия формируется политика в области качества предприятия, в которой закреплены основные принципы деятельности для достижения главной цели – повышения конкурентоспособности предприятия. На основании политики ежегодно определяются цели в области качества предприятия в целом, степень выполнения которых оценивается в конце года на Координационном совете. На основе целей в области качества предприятия в каждом подразделении формируются свои цели.

Для оценки степени выполнения целей в области качества и требований разработанных стандартов организации, требований стандарта ISO 9001 во всех подразделениях завода проводится внутренний аудит, для которого в составе отдела управления качеством выделены два внутренних аудитора.

График аудита спланирован таким образом, чтобы в течение квартала были проверены все подразделения и процессы СМК, при этом для исключения «привыкания» аудиторы, чередуясь, не проверяют два раза подряд одну и ту же деятельность, что обеспечивает взаимный контроль.

В целях упрощения подготовки к аудиту и обеспечения полного охвата проверкой всех требований разработана и постоянно актуализируется анкета вопросник аудитора, представляющая собой перечень всех требований, подлежащих аудиту (табл. 1).

Подготовка к аудиту при этом практически не требует времени.

В ходе работы аудитор заполняет создаваемый на основе анкеты-вопросника промежуточный отчет (табл. 2), в котором отмечает степень выполнения каждого требования и при наличии каких-либо несоответствий вносит подробное описание с указанием соответствующих доказательных документов.

В разделе «Отметка о выполнении» отмечается степень выполнения установленных требований исходя из следующих критериев:

- полностью выполняется: данное требование и реализовано полностью, предпринимаемые действия в полной мере отвечают предъявляемым требованиям, имеющиеся несоответствия носят случайный характер и не влияют на результативность процесса;
- выполняется частично: определенные действия по реализации данного требования предпринимаются, но они недостаточны или предпринимаются не в полном объеме;
- не выполняется: не было предпринято никаких действий по выполнению требований, связанных с данной позицией, или действия выполняются эпизодически в небольшой части от необходимого объема действий.

На основе итогов внутренних аудитов проводится ежеквартальная оценка результативности каждого процесса и деятельности отдельных подразделений в рамках СМК для осуществления ранее описанных стимулирующих выплат.

Объекты проверки процессов СМК

№ п.п.	Описание объекта проверки	Проверяемое подразделение	Объект аудита (что проверяется)	Объем проверки
Управление технологической и конструкторской документацией				
1	Основанием для выдачи копии технической документации из архива ОГТ является заявка от технолога цеха или работника подразделения, который заинтересован в получении документации, утвержденная главным технологом	Отдел главного технолога (ОГТ)	Наличие заявки, утверждающей подписи	выборочно
2	<ul style="list-style-type: none"> На каждой копии технической документации, выдаваемой архивом ОГТ, ставятся штампы синего цвета «Учено», «№ экземпляра». На копии технологической документации ставится штамп «Действителен до...» с указанием срока действия документа 	Производственные цеха	Наличие штампа	выборочно
3	Учет выдачи копий технической документации производит работник архива ОГТ по карточкам учета документов в соответствии с приложениями	ОГТ	Введение карточек	выборочно
.....				
Управление регистрацией данных				
N	Журнал (книга учета) должен быть пронумерован и прошнурован. Шнуровка должна быть закреплена и опломбирована на последней странице листом для шнуровки по форме приложения с указанием общего числа листов в журнале (книге), подписью ответственного за ведение журнала и заверена синей печатью завода. Печать должна быть поставлена таким образом, чтобы исключить возможность снятия листа без нарушения расположения оттиска печати (часть печати должна располагаться на листе для шнуровки, часть – на последней странице журнала)	Все подразделения	Соответствие журналов в подразделениях	100 %

Таблица 2

Промежуточный отчет о результатах внутреннего аудита для проведения анализа результативности СМК

Требование	Отметка о выполнении		
	Полностью выполняется	Выполняется частично	Не выполняется
Журнал (книга учета) должен быть пронумерован и прошнурован. Шнуровка должна быть закреплена и опломбирована на последней странице листом для шнуровки по форме приложения с указанием общего числа листов в журнале (книге), подписью ответственного за ведение журнала и заверена синей печатью завода. Печать должна быть поставлена таким образом, чтобы исключить возможность снятия листа без нарушения расположения оттиска печати (часть печати должна располагаться на листе для шнуровки, часть – на последней странице журнала)			
На обложке журнала (книги учета) должна быть помещена следующая информация: код журнала, наименование журнала			

На основании промежуточного отчета по каждому требованию СМК выставляются баллы по следующим критериям: оценка «0 баллов» выставляется в случае полного невыполнения требований; оценка «0,5 балла» – в случае частичного выполнения и оценка «1 балл» – в случае полного выполнения требований. На основе присвоенных баллов по

каждому критерию подводятся итоги результативности в процентном выражении выполняемых требований с использованием соответствующих коэффициентов весомости каждого показателя.

Для оценки результатов, достигнутых подразделением в рамках СМК, установлены следующие критерии оценки:

- результативность подразделения более 95 %: состояние СМК – устойчивое, СМК функционирует результативно, разработка корректирующих действий не требуется, результативность высокая;
- результативность подразделения от 85 до 95 %: состояние СМК – устойчивое, результативность функционирования СМК средняя, требуется разработка корректирующих действий, результативность допустимая;
- результативность подразделения менее 85 %: состояние СМК – неустойчивое, результативность функционирования СМК низкая, требуется разработка значительных корректирующих действий, результативность недопустимая.

Все эти меры позволят значительно повысить возможности мониторинга процессов СМК и при необходимости оперативно предпринимать необходимые корректирующие и предупреждающие действия.

Одно из направлений повышения качества продукции, ранее в ремонтной отрасли не использовавшееся, – введение системы анкетирования заказчиков. Существовавшая практика «борьбы» между эксплуатирующими и ремонтирующими локомотивы и электропоезда организациями, когда основным механизмом взаимодействия являлась возможность «обвинить» другого в нарушении условий эксплуатации или требований ремонта и тем самым снять с себя вину за те неудобства и задержки, которые терпели пассажиры в случае отказов отдельных узлов подвижного состава, стала серьезным препятствием для дальнейшего улучшения. Выходом в этой ситуации является введение системы анкетирования потребителей. С каждым локомотивом завод отправляет «анкету оценки качества ремонта», в которую работники эксплуатирующего депо методично вписывают все те недоработки, замечания к качеству материалов и комплектующих, жалобы пассажиров, которые выявлялись в ходе эксплуатации. Такие анкеты настоящий «кладезь» информации, многие проблемы станут известны впервые, причем каких-либо значительных расходов на их устранение и не потребуется. Замена одного поставщика другим, обеспечивающим нужное качество, позволяет значительно повысить качество производимого ремонта.

Внедрение на заводе по ремонту локомотивов СМК, соответствующей требованиям стандарта ISO 9001, позволит добиться значительного улучшения как качества продукции, так и качества управления. Однако нужно двигаться дальше, не останавливаясь на достигнутом. Внедрение отдельных элементов концепции «Бережливое производство» станет перспективной задачей всех специалистов предприятия. Первым этапом станет внедрение системы 5S («Упорядочение»).

Принципы, на которой основана система, очень просты, но существует сложность перехода от понимания данных принципов до практической ее реализации, систематическому выполнению правил и требований.

Систему 5S нельзя внедрить за пару дней, даже если это будет оформлено по приказу. Реализация требует огромного терпеливого труда не только руководителей, но и отдельного работника организации в целом.

Внедрение в производственных цехах системы 5S позволит значительно увеличить эффективное использование рабочих мест, улучшить организацию труда, сократить ненужные запасы.

Сертификация – не цель, а только один из способов показать, что предприятие может выполнять как установленные требования заказчиков, так и их ожидания. Основная задача СМК заводов по ремонту локомотивов – это постоянное повышение качества и удовлетворенности потребителей тяговым подвижным составом, прошедшим ремонт на предприятии.

Литература

1. Ахмадова Ю. А. ИСО 9000 и современные российские библиотеки: возможно ли их взаимодействие? // Библиотека. 2014. № 3. С. 39–42.
2. Ахмадова Ю. А. Международные стандарты качества ИСО серии 9000 и качество обслуживания читателей в современных информационных центрах Краснодарского края // Деятельность библиотек и развитие информационной культуры общества : материалы 10-й междунаро. юбилейн. конф. (Москва, 20–22 апр. 2005 г.). М. : МГУКИ, 2015. С. 58–60.
3. Сапрыкин Г. Международный стандарт «ISO 11620 Информация и документация. Показатели эффективности работы библиотек» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.ideacom.ru>. – Загл. с экрана.
4. Дубровина Л. А. Организация работы с персоналом на основе принципов всеобщего управления качеством // Молодые в библиотечном деле. Вып. 1 : Кадровая политика. М., 2012. С.16–26.
5. Полл Р., Бокхорст П. Измерение качества работы : международ. руководство по измерению эффективности работы универс. и других науч. б-к. М. : Логос, 2012. 52 с.
6. Дубровина Л. А. Минимум управления, максимум управляемости. Руководителям библиотек о всеобщем управлении на основе качества. М. : ФАИР – ПРЕСС, 2014. 400 с. (Специальный издательский проект для библиотек). Библиогр.: с. 396–399.
7. Дубровина Л. А., Кочетов А. И. Модернизация библиотек на основе менеджмента качества : учеб.-метод. пособие. М., 2014. 84 с.
8. Дрешер Ю. Н., Атланова Т. А. Система управления качеством в библиотечно-информационном производстве // Науч. и техн. б-ки. 2015. № 12. С. 3–14.
9. Фекличева Н. Ю. Менеджмент качества : технология предпринимательства в представлении информационно-библиотечных услуг // Справочник руководителя учреждения культуры. 2016. № 7. С. 58–64.
10. Ахмадова Ю. А., Галимова Е. Я. Менеджмент качества и библиотека : учеб.- практ. пособие. М. : Либерея-Бибинформ, 2016. 88 с.

УДК 656.13

Дмитрий Александрович Захаров, канд. техн. наук,
доцент

Алексей Александрович Фадюшин, специалист
Екатерина Владимировна Дрогалева, студент магистратуры

Вячеслав Сергеевич Марилов,
студент бакалавриата
(Тюменский индустриальный университет)
E-mail: zaharov1976@rambler.ru

Dmitrii Aleksandrovich Zakharov, PhD of tech. Sci.,
Associate Professor

Alexey Aleksandrovich Fadyushin, specialist
Ekaterina Vladimirovna Drogaleva, master's degree
student

Viacheslav Sergeevich Marilov, bachelor's
degree student
(Industrial university of Tyumen)
E-mail: zaharov1976@rambler.ru

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА ТЮМЕНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

PECULIARITIES OF THE IMPLEMENTATION OF THE GENERAL PLAN OF THE TYUMEN AGGLOMERATION

В статье рассмотрены вопросы развития городского транспортного комплекса Тюмени в рамках Генерального плана города. Приводится краткое описание отдельных объектов дорожной инфраструктуры, предусмотренных Генеральным планом города. Приведены результаты имитационного моделирования дорожного движения на участках улично-дорожной сети. Проанализированы изменения параметров дорожного движения после ввода в эксплуатацию тоннелей, транспортных развязок, пешеходной зоны. Приводится оценка эффективности строительства отдельных дорожных объектов. Описаны причины недостаточной эффективности строительства отдельных объектов. Приводится анализ изменения параметров дорожного движения после создания полосы для движения маршрутных транспортных средств.

Ключевые слова: генеральный план города, объекты дорожной инфраструктуры, полоса для движения общественного транспорта, параметры дорожного движения, моделирование

The article deals with the development of the transport complex of the city of Tyumen within the framework of the General Plan of the city. A brief description of individual road infrastructure objects provided for by the General Plan of the City is provided. Results of simulation modeling of traffic on the sections of the street-road network are given. Changes in the parameters of road traffic after the commissioning of tunnels, transport interchanges, and a pedestrian zone have been analyzed. The estimation of efficiency of construction of separate road objects is given.

The reasons of insufficient efficiency of construction of separate objects are described. An analysis of the changes in the traffic parameters after the creation of a band for the movement of route vehicles is given.

Keywords: General plan of the city, road infrastructure facilities, traffic lane, traffic parameters, modeling

Транспортное обслуживание населения городов является важной задачей для органов муниципальной власти. Тюмень – динамично развивающийся город, один из лидеров в стране по объему вводимого жилья на душу населения. Развитие города, кроме жилищного строительства, включает в себя и соответствующее развития дорожной инфраструктуры. Во всех крупных городах в Российской Федерации экспертами отмечается недостаточное развитие дорожно-транспортной инфраструктуры и транспортных систем [1, 2].

В соответствии с Генеральным планом городского округа город Тюмень планируется строительство большого количества объектов дорожной инфраструктуры. Большая работа была выполнена в период 2000–2016 годы. Ежегодно в городе с населением в 730 тыс. человек вводится в эксплуатацию по 2-3 крупных дорожных объекта (мост, транспортная развязка, путепровод, автомобильная дорога).

Несмотря на отсутствие на данный момент Программы комплексного развития транспортной инфраструктуры города Тюмени (ПКР ТИ) принимаемые отраслевыми органами власти решения отличаются взвешенностью и являются комплексными.

1. Создание полосы для движения маршрутных транспортных средств по ул. Республики проводилось за счет расширения проезжей части без ухудшения условий для движения личного транспорта.

2. Создание полосы для движения маршрутных транспортных средств по ул. Пермякова и ул. Широтной за счет уменьшения количества полос для движения личного транспорта проводилось одновременно с вводом в эксплуатацию путепровода по ул. Монтажных и созданием альтернативного маршрута движения и без ухудшений условий для движения личного транспорта.

3. Создание полосы для движения маршрутных транспортных средств по ул. Ленина планируется в рамках капитального ремонта данного участка автодороги с одновременным строительством АСУДД (для повышения пропускной способности УДС) на данном участке, расширением параллельной улицы Чернышевского и создания альтернативного маршрута движения, после строительства участка автодороги по ул. Запольная и транспортной развязки на пересечении с ул. Чернышевского.

4. Разгрузить центр города от движения транспорта по ул. Тракторная и М. Горького позволит строительство по ул. Мельникайте магистральной улицы непрерывного движения. Это особенно актуально в связи с большой сложностью и затратами на строительство дорожных объектов в центральной части города. Создание в 2017 году платных парковок в центре города приведет к отказу части жителей города от совершения трудовых поездок на личном транспорте в пользу общественного.

В генеральном плане города в периферийных районах основным способом повышения пропускной способности на пересечении городских улиц регулируемого движения является строительство транспортных развязок в разных уровнях.

В центральной части города разработчики Генплана предлагают построить кроме транспортных развязок 3 тоннеля (рис. 1 и 2). В историческом центре города предусмотрено создание пешеходной зоны по ул. Дзержинского.

В работе приведены оценки изменений параметров дорожного движения по отдельным участкам УДС и объектам [3, 4].

Фактически при разработке проектно-сметной документации на пересечении улиц Мельникайте и 50 лет Октября принято решение строить транспортную развязку с установкой эстакады для прямого хода по ул. Мельникайте.

Данный участок УДС является одним из самых проблемных в городе [5].

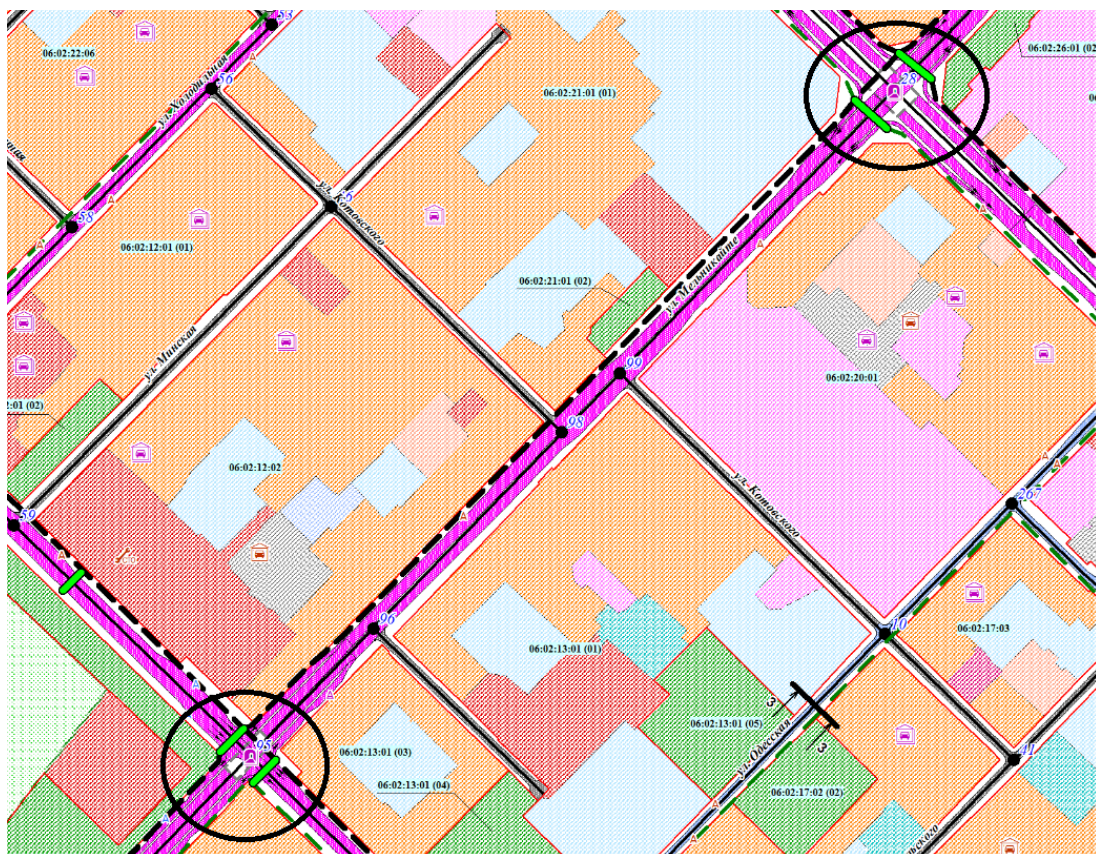


Рис. 1. Планируемые объекты дорожной инфраструктуры по ул. Мельникайте

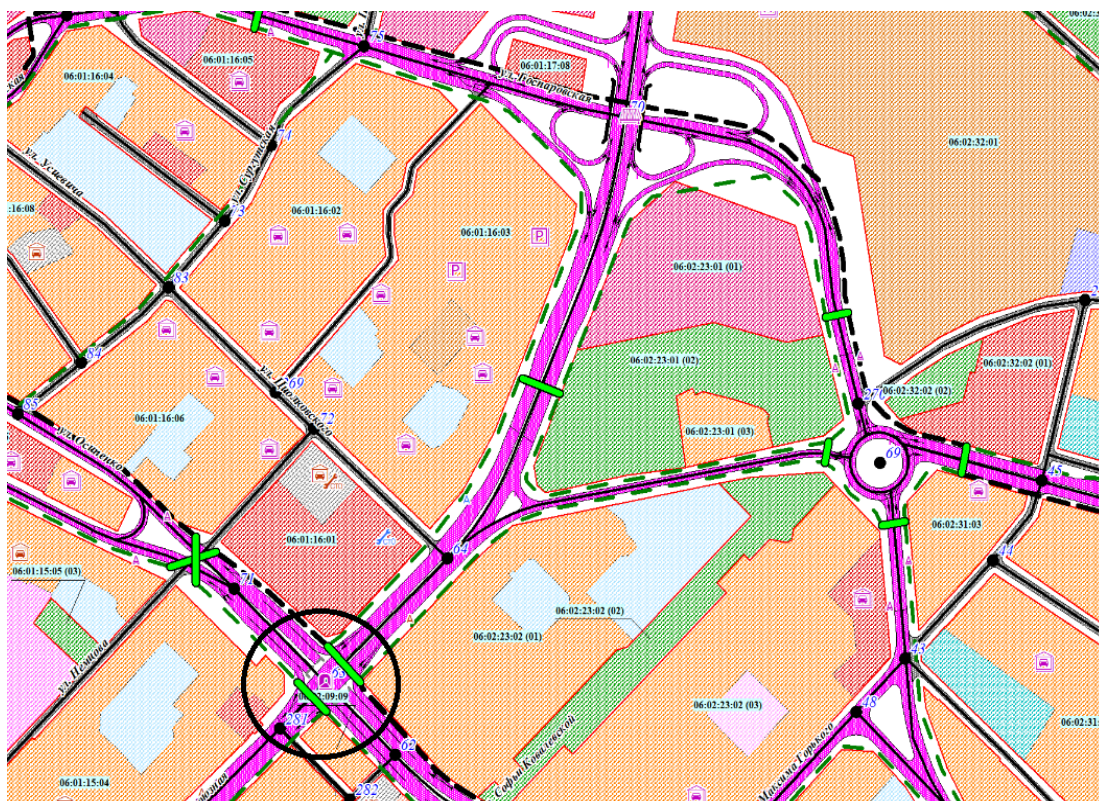


Рис. 2. Планируемые объекты дорожной инфраструктуры по ул. Профсоюзная

Результаты изменения параметров дорожного движения после создания на ул. Мельникайте на участке от ул. Харьковская до ул. Федюнинского магистральной улицы непрерывного движения приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Изменение параметров дорожного движения после строительства по ул. Мельникайте магистральной улицы непрерывного движения в утреннее время

Параметры	Значение параметров при		Изменение параметров	
	существующей схеме организации движения	создании магистральной улицы непрерывного движения	абсолютное, ед.	относительное, %
Среднее время задержки, с	159	63	-96	-61
Средняя скорость движения, км/ч	9,6	21,7	12,1	126
Среднее время задержки стоя, с	132	51	-81	-62
Длина очереди, ТС	1401	531	-870	-62
Время задержки всего потока, час	1604	539	-1065	-66
Среднее время задержки всего потока, с	219	74	-145	-66

Таблица 2

Изменение параметров дорожного движения после строительства по ул. Мельникайте магистральной улицы непрерывного движения в вечернее время

Параметры	Значение параметров при		Изменение параметров	
	существующей схеме организации движения	создании магистральной улицы непрерывного движения	абсолютное, ед.	относительное, %
Среднее время задержки, с	129	83	-46	-36
Средняя скорость движения, км/ч	11,3	18,2	6,9	61
Среднее время задержки стоя, с	107	66	-41	-38
Длина очереди, ТС	846	902	56	7
Время задержки всего потока, час	1154	985	-169	-15
Среднее время задержки всего потока, с	157	134	-23	-15

Анализ результатов показывает, что создание магистральной улицы непрерывного движения позволит существенно улучшить качество организации и параметры дорожного движения, особенно в утреннее время.

Важным остается вопрос определения очередности строительства объектов по данной автомагистрали [6].

Другим сложным участком УДС в Тюмени, на котором наблюдаются значительные транспортные заторы является пересечение улиц Профсоюзная и 50 лет Октября.

Увеличение длины транспортного затора на 7 % в вечернее время происходит на примыкающих к улице Мельникайте участках УДС (ул. 50 лет Октября, ул. Харьковская).

В соответствии со Схемой развития транспортной инфраструктуры Проекта планировки территории планировочного района №6 на данном пересечении запланировано строительство тоннеля (рис. 2).

Большая загрузка данного перекрестка обусловлена высокой интенсивностью движения ТС по данному направлению из-за недостаточной связностью территории заречной и центральной частей города. Для уменьшения загрузки перекрестка предусмотрена транспортная развязка на пересечении улиц Профсоюзная и Гаспаровская (см. рис. 2).

Особенностями организации дорожного движения на пересечении улиц Профсоюзная и 50 лет Октября являются:

- разнонаправленные транспортные потоки в утреннее и вечернее время (утром – из заречной части в центр, вечером – из центра города в заречную часть).
- высокая интенсивность движения ТС движущихся с левым поворотом (в течение всего дня по ул. Профсоюзная со стороны ул. Циолковского и утром по ул. 50 лет Октября со стороны ул. М. Горького).
- высокая интенсивность движения ТС в вечернее время движущихся с правым поворотом по ул. 50 лет Октября со стороны ул. М. Горького в заречную часть.
- высокая интенсивность движения грузовых автомобилей.

Большая доля право и лево поворотных потоков ТС на пересечении усложняет нахождение оптимального варианта повышения пропускной способности и обеспечения безопасности движения.

Изменения значений параметров дорожного движения на данном перекрестке после ввода в эксплуатацию тоннеля приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Изменение параметров дорожного движения на перекрестке после строительства тоннеля на пересечении улиц 50 лет Октября и Профсоюзная в утреннее время

Параметры	Значение параметров при		Изменение параметров	
	существующей схеме организации движения	вводе в эксплуатацию тоннеля	абсолютное, ед.	относительное, %
Среднее время задержки, с	172	124	-48	-28
Средняя скорость движения, км/ч	13,5	17,5	4	27
Среднее время задержки стоя, с	117	89	-28	-24
Длина очереди, ТС	153	130	-23	-15
Время задержки всего потока, час	245	169	-76	-31
Среднее время задержки всего потока, с	186	128	-58	-31

Таблица 4

Изменение параметров дорожного движения на перекрестке после строительства тоннеля на пересечении улиц 50 лет Октября и Профсоюзная в вечернее время

Параметры	Значение параметров при		Изменение параметров	
	существующей схеме организации движения	вводе в эксплуатацию тоннеля	абсолютное, ед.	относительное, %
Среднее время задержки, с	73	66	-7	-10
Средняя скорость движения, км/ч	23	24,3	1,3	6
Среднее время задержки стоя, с	68	58	10	-14
Длина очереди, ТС	92	70	-22	-24
Время задержки всего потока, час	163	106	-57	-35
Среднее время задержки всего потока, с	96	62	-34	-35

Анализ результатов показывает, что строительство одного тоннеля не дает значительного эффекта в вечернее время. Дорогостоящее мероприятие дает улучшение параметров дорожного движения на перекрестке на 6–14 %, снижается время задержки на 31–35 %.

Изменение параметров дорожного движения для участка улицы 50 лет Октября (от ул. Пермькова до ул. Профсоюзная) протяженностью 3,8 км приведено в табл. 5 и 6.

В целом по улице 50 лет Октября строительство тоннеля позволяет улучшить значения параметров от 5 до 11 %. Поэтому требуется комплекс других организационных и технических мероприятий (ограничения, изменения схем, создание АСУДД, реконструкция участков УДС) для повышения пропускной способности дороги.

Изменение параметров дорожного движения на магистральной улице 50 лет Октября после строительства тоннеля на пересечении с улицей Профсоюзная в утреннее время

Параметры	Значение параметров при		Изменение параметров	
	существующей схеме организации движения	вводе в эксплуатацию тоннеля	абсолютное, ед.	относительное, %
Среднее время задержки, с	248	224	-24	-10
Средняя скорость движения, км/ч	16	17,4	1,4	9
Среднее время задержки стоя, с	203	178	-25	-12
Длина очереди, ТС	413	364	-49	-12
Время задержки всего потока, час	1 155	1 023	-132	-11
Среднее время задержки всего потока, с	272	241	-31	-11

На следующем этапе исследования планируется оценить эффект в комплексе с учетом строительства транспортной развязки на соседнем участке УДС (пересечение улиц Профсоюзная и Гаспаровская) и перераспределения транспортных потоков в данном районе (на улицы Гаспаровская, Харьковская, М. Горького) и в городе в целом (на ул. Мельникайте после создания там магистральной улицы непрерывного движения).

Таблица 6

Изменение параметров дорожного движения на магистральной улице 50 лет Октября после строительства тоннеля на пересечении с улицей Профсоюзная в вечернее время

Параметры	Значение параметров при		Изменение параметров	
	существующей схеме организации движения	вводе в эксплуатацию тоннеля	абсолютное, ед.	относительное, %
Среднее время задержки, с	196	187	-9	-5
Средняя скорость движения, км/ч	18,1	19,1	1	6
Среднее время задержки стоя, с	159	149	-10	-6
Длина очереди, ТС	47	47	0	0
Время задержки всего потока, час	803	761	-42	-5
Среднее время задержки всего потока, с	198	189	-9	5
Относительное времени задержки, %	100	95		-5

Также влияние тоннеля на параметры движения изменится, а актуальность его строительства повысится после создания по ул. Профсоюзная полосы для движения маршрутных транспортных средств. Создание полосы, запланированное в ближайший период, не предусматривает расширение проезжей части и произойдет за счет уменьшения количества полос движения для индивидуального транспорта. Это приведет к существенному ухудшению параметров движения, особенно в утреннее время, которое показано в табл. 7.

Анализ результатов показывает значительные ухудшения параметров дорожного движения для индивидуального транспорта, в среднем на 20-37 %. В утренний час пик длина затора увеличиться на 1,85 км. Снижение пропускной способности дороги для индивидуального транспорта приведет к частичному перераспределению транспортных потоков на соседние автомагистрали, поэтому создание полосы для маршрутных транспортных средств целесообразно проводить после ввода в эксплуатацию нового моста по ул. Мельникайте и реконструкции подъездов к нему.

Другим интересным объектом в Генеральном плане города является пешеходная зона по ул. Дзержинского (рис. 3) протяженностью 500 м (на участке от ул. Республики до ул. Комсомольской).

Изменение параметров дорожного движения после создания на улицах Северная и Профсоюзная полосы для маршрутных транспортных средств (полоса «А») в утреннее время

Параметры	Значение параметров при		Изменение параметров	
	существующей схеме организации движения	после создания полосы «А»	абсолютное, ед.	относительное, %
Среднее время задержки для ИТ, с	206	283	76	37
Среднее время задержки для ОТ, с	358	129	-230	-64
Средняя скорость движения для ИТ, км/ч	35,9	29,1	-6,8	-19
Средняя скорость движения для ОТ, км/ч	28,1	42,3	14,2	50
Время задержки (всего потока) для ИТ, час	285	391	106	37
Время задержки (всего потока) для ОТ, час	11	4	-7	-64
Среднее время задержки всего потока ИТ, с	207	283	77	37
Среднее время задержки всего потока ОТ, с	358	129	-230	-64

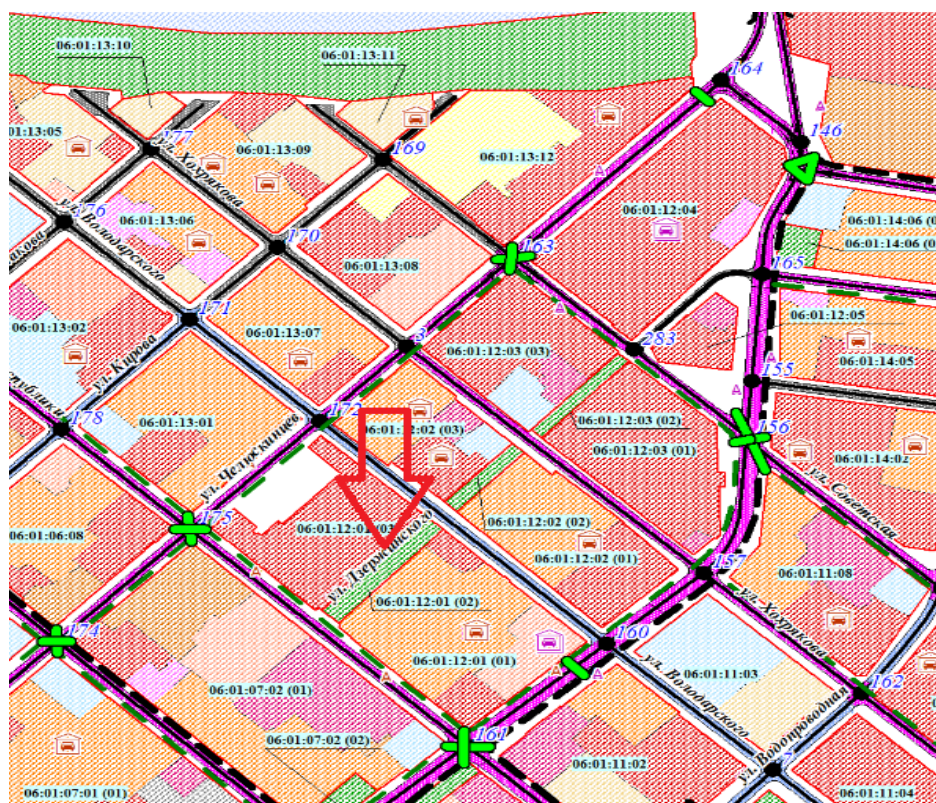


Рис. 3 Пешеходная зона по ул. Дзержинского

При моделировании дорожного движения в районе расположения пешеходной зоны рассматривались 2 варианта организации движения в районе, ограниченном улицами Республики – Челюскинцев – Осипенко – Первомайская.

1. Создание полноценной пешеходной зоны без проезда в поперечном направлении транспортных средств за счет закрытия сквозного движения по ул. Володарского и ул. Хорькова через ул. Дзержинского.

2. Создание пешеходной зоны с сохранением сквозного движения ТС по ул. Володарского, ул. Хохлакова на участке от ул. Первомайская до ул. Челюскинцев. Для обеспечения безопасности движения пешеходов по ул. Дзержинского необходима установка искусственных неровностей перед пересечением указанных улиц.

Если создавать пешеходную зону по первому варианту, значения параметров дорожного движения ухудшатся в среднем в 3 раза.

Результаты моделирования дорожного движения при создании пешеходной зоны по второму варианту приведены в табл. 8.

Анализ результатов показывает ухудшение параметров дорожного движения в целом по району от 38 до 70 %, а на отдельных участках значения параметров ухудшаются в 3 раза. Расход топлива автомобилями повысится на 76 %, увеличится количество выбросов вредных веществ с отработавшими газами.

При создании пешеходной зоны предлагается:

- проводить комплекс мероприятий по повышению пропускной способности на соседних участках УДС;
- создавать пешеходную зону после ведения платных парковок в центральной части города (часть жителей города перестанет использовать для поездок на работу личный транспорт и снизится загрузка УДС в центре города);
- Администрации города Тюмени рассмотреть вариант создания пешеходной зоны временно на летний период. В летнее время снижается интенсивность движения транспортных средств (уменьшается уровень негативных изменений от снижения пропускной способности УДС) и повышается интенсивность движения пешеходов.

Таблица 8

Изменение параметров дорожного движения после создания пешеходной зоны по ул. Дзержинского (на участке от ул. Республики до ул. Комсомольской)

Параметры (вечернее время)	Значение параметров при		Изменение параметров	
	существующей схеме организа- ции движения	создании пешеходной зоны	абсолютное, ед.	относительное, %
Среднее время задержки, с	73	118	45	62
Средняя скорость движения, км/ч	13,2	8,2	-5	-38
Среднее время задержки стоя, с	50	88	38	76
Итоговое время в пути, час	441	602	161	36
Длина затора, ТС	295	806	511	173
Время задержки всего потока, час	431	619	188	44
Среднее время задержки всего потока, с	100	143	44	44
Расход топлива, л	216	380	164	76

Таким образом, необходимо отметить, что при разработке проектно-сметной документации на строительство запланированных генпланом города объектов дорожной инфраструктуры требуется детальная проработка возможных изменений, в том числе с учетом другим мероприятий по развитию транспортного комплекса (введении платных парковок, создание полос для движения транспортных средств, развитие велоинфраструктуры, изменение маршрутной сети общественного транспорта и способов оплаты проезда и т. д.). Разрабатываемая в рамках ПКР ТИ города Тюмени транспортная модель позволит намного эффективнее оценивать последствия возможных изменений.

Литература

1. Солодкий А.И. Проблемы функционирования транспортной инфраструктуры крупных городов России и пути их решения (на примере Санкт-Петербурга) // Транспортное планирование и моделирование. Материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2016. С. 136-144.

2. Поляков А.С., Жанказиев А. А. Повышение эффективности функционирования транспортного комплекса города // Наука и техника в дорожной отрасли. 2016. №4(78). С. 3-6.
3. Якимов М.Р., Арепьева А.А. Транспортное планирование. Особенности моделирования транспортных потоков в крупных российских городах: монография. М.: Логос, 2016. 280 с.
4. Зырянов В.В., Кочерга В.Г. Применение моделирования для оценки проектов транспортной инфраструктуры // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог. Сборник научных трудов ОАО ГИПРОДОРНИИ. 2012. №3. С. 7-12.
5. Марилов В.С. Повышение пропускной способности на перекрестке улиц Республики – Мельникайте // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства. Материалы международной научно-технической конференции. Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – С. 190-193.
6. Марилов В.С. К вопросу об очередности строительства дорожных объектов по улице Мельникайте // Проблемы функционирования систем транспорта. Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – С. 33-35.

УДК 656.072

Оксана Васильевна Иващенко, ведущий инженер
(ООО «Санкт-Петербургский институт
транспортных систем»)
Email: oksana.iv.spb@mail.ru

Oksana Vasilyevna Ivashchenko, lead engineer
(Saint-Petersburg Institute
for transport systems)
Email: oksana.iv.spb@mail.ru

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДВИЖНОСТИ НА ГОРОДСКОМ
ПАССАЖИРСКОМ ТРАНСПОРТЕ**

**THE USE OF THE AUTOMATED SYSTEMS' DATA TO OBTAIN VELOCITY
CHARACTERISTICS AT THE PUBLIC TRANSPORT**

Статья посвящена использованию данных информационных систем для получения информации о спросе на передвижения на городском пассажирском транспорте. Представленный подход отличается объективностью и детальностью полученной информации при сравнительно небольшой трудоемкости работ. В статье приведено описание реализации подхода на основании данных информационных систем Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, информационные системы, спрос на передвижения, подвижность, пассажиропоток.

The article is dedicated to the use of informational systems for obtaining information about the public transport usage. This approach is characterized by the possibility to get objective and detailed information by relatively low labor intensity. The realization of this approach based on the informational systems of Saint-Petersburg is described in this article.

Keywords: public transport, information systems, travel demand, mobility, passenger flow.

Основная цель городской транспортной системы – обеспечение высокого уровня подвижности жителей, возможности быстро и удобно добраться из одного пункта в другой. Повышение уровня городской подвижности – одно из приоритетных направлений политики транспортного обслуживания населения, в свою очередь качество планирования обслуживания населения городским и пригородным пассажирским транспортом общего пользования зависит от наличия объективной информации о спросе на передвижения.

Распределение спроса на перевозки в пространстве описывается матрицами корреспонденций между некоторым набором терминальных объектов (остановок, транспортных районов или иных территориальных образований). Помимо матриц корреспонденций для целей транспортного планирования используются данные:

- о пассажирооборотах (пассажирообмене) остановочных пунктов, для всех обслуживаемых маршрутов общественного транспорта;
- пассажирооборотах (пассажирообмене) остановочных пунктов на отдельных маршрутах;

– пассажиропотоках по участкам маршрутных и транспортных сетей городского пассажирского транспорта.

В практике организации перевозок пассажиров городским транспортом перечисленная информация формировалась и формируется на основе:

- натуральных обследований,
- опросов пассажиров,
- расчетными методами.

Все приведенные методы имеют ряд недостатков.

Натурные транспортные обследования, основанные на наблюдениях за пассажиропотоками в подвижном составе, на остановочных пунктах и в сечениях транспортных сетей отличаются высокой трудоемкостью как на этапе проведения, так и на этапе обработки результатов. Кроме того, на достоверность результатов таких обследований значительное влияние оказывает уровень мотивированности и ответственности учетчиков, который часто оказывается недостаточным.

Опросы населения, объективно отражая общую картину транспортного спроса, не позволяют детально описать ситуацию. Как правило, получение детального описания (например, для формирования матрицы корреспонденций между 500 транспортными районами на базе опроса) в масштабах мегаполиса связано с необходимостью использования выборки, объем которой сопоставим с численностью транспортного контингента. Проведение опросов такого масштаба также отличается высокой трудоемкостью. Кроме того, на результаты опросов негативное влияние оказывает нежелание респондентов сообщать подробную информацию о своем транспортном поведении.

Расчетные методы, в первую очередь энтропийные, научно обоснованы и основаны на применении вероятностных подходов. Их успешное применение требует использования методик стратификации спроса и учета поведенческих характеристик различных групп в составе транспортного контингента. Точность и адекватность расчетов, таким образом, в значительной степени зависят от квалификации разработчика транспортных моделей. Кроме того, для калибровки расчетов в любом случае требуются данные о пассажиропотоках.

Использование современных информационных технологий позволяет получить данные о корреспонденциях, пассажирообмене остановочных пунктов и пассажиропотоках на маршрутах путем обработки информации, имеющейся в системах, эксплуатируемых субъектами управления городским транспортным комплексом.

Несомненными достоинствами информации о спросе на передвижения, полученной путем обработки данных информационных систем, являются ее детальность и объективность.

Необходимый уровень детальности достигается использованием в качестве терминального пункта корреспонденции отдельной остановки, что соответствует минимально возможному транспортному районированию, при этом доступно агрегирование информации до любых территориальных образований от транспортных районов до крупных планировочных зон. Объективность обосновывается тем, что полученная информация отражает реальные передвижения транспортного контингента по всей территории транспортного обслуживания.

В 2016 году была выполнена работа по обработке данных государственных информационных систем Санкт-Петербурга, а именно:

- автоматизированной системы управления городским и пригородным пассажирским транспортом (АСУ ГППТ);
- системы электронного контроля оплаты проезда (СЭКОП);
- автоматизированной системы контроля оплаты проезда в метрополитене (АСКОП-М);
- автоматизированной системы контроля оплаты проезда на пригородной железной дороге (АСКОПП).

Данные из систем АСУГПТ, СЭКОП, АСКОП-М были получены за двухнедельный период на конец октября – начала ноября 2016 г. для транспортных суток по каждому дню с пяти часов утра текущего дня до четырех часов утра последующего дня, из информационной системы АСКОПП на конец октября 2016 года.

Информация включала данные:

- о перевозчиках городского и пригородного пассажирского транспорта;
- видах транспорта;
- маршрутах движения;
- остановочных пунктах и порядке их прохождения;
- видах электронных проездных билетов;
- за каждые сутки: о фактическом времени прохождения транспортными средствами остановочных пунктов, о фактически выполненных рейсах, о плановом расписании;
- о транзакциях на наземном городском пассажирском транспорте и метрополитене;
- билетных регистрациях на вход и на выход на пригородном железнодорожном транспорте.

Объем транзакций на наземном транспорте составил 29 млн, на метрополитене – 25,9 млн за весь период обследования. По пригородной железной дороге была получена информация о 2,5 млн билетных регистраций.

Дополнительно была сформирована матрица времен проезда между станциями и вестибюлями метрополитена. Также для обработки данных и вывода результата с различной степенью детализации было создано несколько систем районирования (группы остановок, административные, части административных районов и планировочные зоны) и выполнена привязка остановочных пунктов к этим системам.

Для возможности хранить и обрабатывать исходную информацию, была разработана и сформирована база данных под управлением СУБД Oracle. Для реализации задач по обработке данных информационных систем, расчета нагрузок на систему ГПТ, построения матриц межостановочных и межрайонных корреспонденций был разработан комплекс последовательно выполняемых алгоритмов, которые могут быть объединены в следующие группы:

1. Алгоритмы проверки наличия ошибок в исходных данных и их устранения (алгоритмы проверки на дублирование, ошибочно зафиксированных транзакций, восстановления недостающих данных и др.).

2. Основные алгоритмы, реализация которых позволяет преобразовать транзакции в корреспонденции:

- алгоритм привязки транзакций к оплате проезда электронными проездными билетами к остановочным пунктам, который заключается в определении остановки входа или выхода пассажира;
- алгоритм формирования поездок, который обеспечивает восстановление недостающих данных о времени и месте начала или окончания поездки;
- алгоритм формирования корреспонденций и реализующих их цепочек поездок.

3. Вспомогательные алгоритмы формирования дополнительной информации (алгоритм определения скоростей движения, алгоритмы расчета пассажирооборотов, алгоритмы расчета интегральных показателей и др.).

Реализация разработанных алгоритмов позволяет определить корреспонденции и формирующие их цепочки поездок гостей и жителей города и ближайшей пригородной зоны в течение рассматриваемого периода времени, выполнить учет пересадок с одного транспорта на другой, выделить устойчивые корреспонденции. Полученные результаты позволяют выполнить оценку:

- пространственного распределения пассажиропотоков;
- закономерностей распределения спроса на передвижения населения в недельном и суточном циклах и реализующих этот спрос пассажиропотоках;
- динамики пассажирооборотов по остановочным пунктам в различные временные периоды на выбранном маршруте;

- объемов пассажиропотоков на вход и выход по остановочным пунктам в различные временные периоды;
- суточной динамики скоростей движения транспортных средств, информация о которой, в свою очередь, позволяет оценить влияние наличия выделенных полос движения для общественного транспорта или движения по обособленному полотну;
- динамики объемов билетных транзакций и эффективность реализации различных видов проездных билетов (билетной политики в отношении проездных билетов).

Выполненный анализ результатов расчетов и контрольных примеров подтвердил работоспособность разработанных алгоритмов и возможность их использования для получения детальной и достоверной информации о пассажиропотоках.

В результате расчетов удалось получить частичные данные (время и место посадки в подвижной состав или выхода из него) более чем о 45 млн поездок с использованием наземных видов городского пассажирского транспорта и метрополитена в период обследования, что составляет 80 % поездок, совершенных в этот период с применением электронных карт.

Не менее чем для 90 % таких поездок удалось расчетным методом получить данные об обеих терминальных точках поездок, что позволяет сформировать цепочки поездок, объединить их в корреспонденции, определить повторяемость корреспонденций и рассчитать матрицы корреспонденций.

Таким образом, анализ данных информационных систем позволяет получить сведения, которые при применении традиционных технологий обследования требовали бы опроса более 60 % транспортного контингента, и эти сведения отличаются высоким уровнем достоверности.

Литература

1. Вильсон А. Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем. М.: Наука, 1978. 248 с.

УДК 656.1 : 625.7

Денис Васильевич Капский,
д-р техн. наук, декан факультета
(Белорусский национальный технический
университет)

Павел Анатольевич Пегин,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
Архитектурно-строительный университет)
Елена Павловна Ситничук, гл. специалист
(Администрация г. Владивосток)
E-mail: ppavel.khv@gmail.com

Denis Vasilievich Kapsky,
Dr. engineering sciences, Dean of Faculty
(Belarusian National Technical
University)

Pavel Anatolievich Pegin,
Dr. engineering sciences, Professor
(Saint-Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Elena Pavlovna Sitnichuk, Chief Specialist
(Administration of the city of Vladivostok)
E-mail: ppavel.khv@gmail.com

АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ДВИЖЕНИЯ

AUDIT TRAFFIC SAFETY IN THE ORGANIZATION OF URBAN MOVEMENTS

Рассмотрены мероприятия, которые могут быть применимы при аудите безопасности движения. Приведена структура групп методов организации дорожного движения и их реализация. Рассмотрены способы сдерживания скорости движения, среди которых: сужение проезжей части, прерывание перспективы прямых улиц, устройство направляющих островков, зигзагов, искусственных неровностей и шероховатой поверхности проезжей части. Показан схема методов, входящих в группы «Разделение потоков» и «Снижение потенциальной опасности конфликтов». Рассмотрены основные методы организации дорожного движения, позволяющие повысить безопасность дорожного движения. Указаны меры физического и психологического воздействия на водителя для регулирования скорости движения.

Ключевые слова: аудит, безопасность, движение, дорога, сдерживание скорости, водитель.

Considered the activities that can be applied to the audit of traffic safety. The structure of groups of methods for organizing traffic and their implementation is given. The ways of restraining the speed of movement are considered: the narrowing of the roadway, the interruption of the perspective of straight streets, the arrangement of guide islands, zigzags, artificial irregularities and rough surface of the carriageway. The scheme of the methods included in the groups «Separation of flows» and «Reduction of the potential danger of conflicts» is shown. The main methods of road traffic organization that allow to improve road safety are considered. The measures of physical and psychological influence on the driver for regulating the speed of movement are indicated.

Keywords: audit, security, traffic, road, speed control, driver.

Проблема роста аварийности в городах характерна для всех стран. Снижения количества и тяжести последствий аварий можно достичь четким контролем и учетом скорости движения в типичных местах – очагах аварий: в зоне нерегулируемых пешеходных переходов, у остановочных пунктов и т. п.

Известно, что если ограничение контролируется недостаточно (выявляется менее 50 % нарушений), то такое ограничение приносит только вред, поскольку участники движения убеждаются в ненужности и провокационности этих ограничений и у них вырабатывается стойкое чувство вседозволенности и безнаказанности. Поэтому в 70-х гг. в Нидерландах началось перепроектирование некоторых улиц селитебных районов, построенных в 60-е гг. в улицы для совместного использования их пешеходами и транспортом. Суть заключалась в том, что малые формы (скамьи, вазоны, тумбы, рекламные щиты и т. д.) размещались так, чтобы автомобили могли двигаться только на малых скоростях. В таких планировочных решениях эти селитебные районы получили более спокойный ритм жизни, безопасное и комфортное движение пешеходов, эстетическое обустройство, удобную организацию парковок и т. п.

Использовались также сужения проезжей части, прерывание перспективы прямых участков улиц и исключения возможности сквозного проезда улиц категорий Ж и П с помощью устройства направляющих островков, различных зигзагов, искусственных неровностей (хампов – от англ. *«hump»* – горб, у нас прижилось название «лежащий полицейский») и шероховатой поверхности (рамблов – *«rumble»* – грохот, у нас прижилось название – «шумовые полосы») проезжей части, приподнятых зон пешеходных переходов и перекрестков. Эти меры получили название «сдерживание скорости движения» (*traffic calming*). Их применение актуально в связи с резким снижением, как показывает статистика, количества аварий с тяжким исходом (гибелью людей и ранений, с тяжкими телесными повреждениями).

Они были разделены на способы физического сдерживания скорости, которые делают невозможным или неудобным движение на высокой скорости (круговое движение, криволинейное движение, устройство искусственных неровностей и т. п.) и на способы психологического сдерживания скорости, которые основаны на подавлении желания водителей двигаться с высокой скоростью (создание у водителя ощущения въезда в зону с другими условиями движения, создание визуального эффекта сужения ширины улицы за счет выделения вертикальных элементов обустройства и уменьшения площади перекрестка или увеличения площади пешеходного перехода за счет увеличения высоты и цветового выделения бордюрного камня, дорожного покрытия в зоне перехода или перекрестка и т. п.).

Только обоснованное применение этих мер (да и не только этих) позволит повысить качество дорожного движения в городах и будет способствовать их устойчивому развитию (рис. 1).

Последовательность мероприятий разделяются для входящих в группу «Разделение потоков» (рис. 2) и входящих в группу «Снижение потенциальной опасности конфликтов» (рис. 3).

Таким образом, рассмотрены основные методы организации дорожного движения, позволяющие повысить безопасность дорожного движения и его качество в целом.

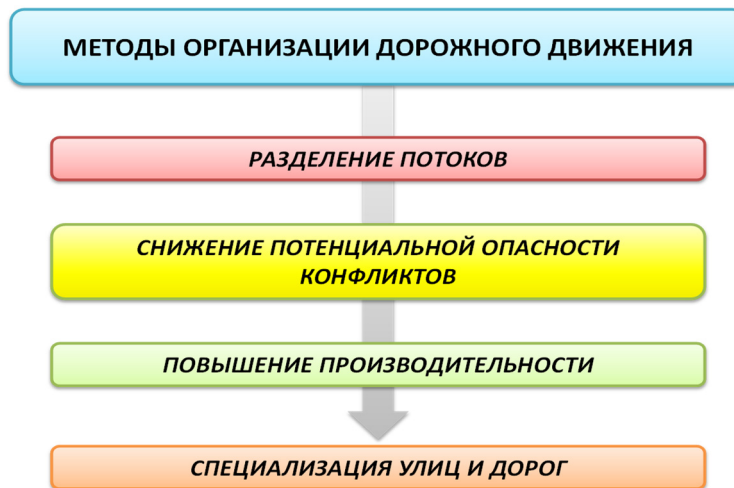


Рис. 1. Структура групп методов организации дорожного движения и их реализация



Рис. 2. Схема методов, входящих в группу «Разделение потоков»

Как известно, при ограничении физической видимости водитель лишен возможности подсознательно экстраполировать направление и характеристики дороги на протяженное расстояние, что заставляет его снижать скорость, чтобы привести в соответствие скорость движения и предполагаемую протяженность остановочного пути в случае возникновения опасности для движения. При физическом (или оптическом) сужении полосы или необходимости изменения направления движения, водитель подсознательно снижает скорость, поскольку требуется более точное соблюдение траектории движения автомобиля. Чем меньше физическая или кажущаяся ширина полосы, тем выше психическое напряжение водителя, тем ниже подсознательно выбираемая им скорость движения в соответствии с дизайном среды движения. Так искусственно создаются дорожные условия, препятствующие, физически или психологически, развитию высоких скоростей движения. Именно на этих принципах основана концепция сдерживания скорости движения.

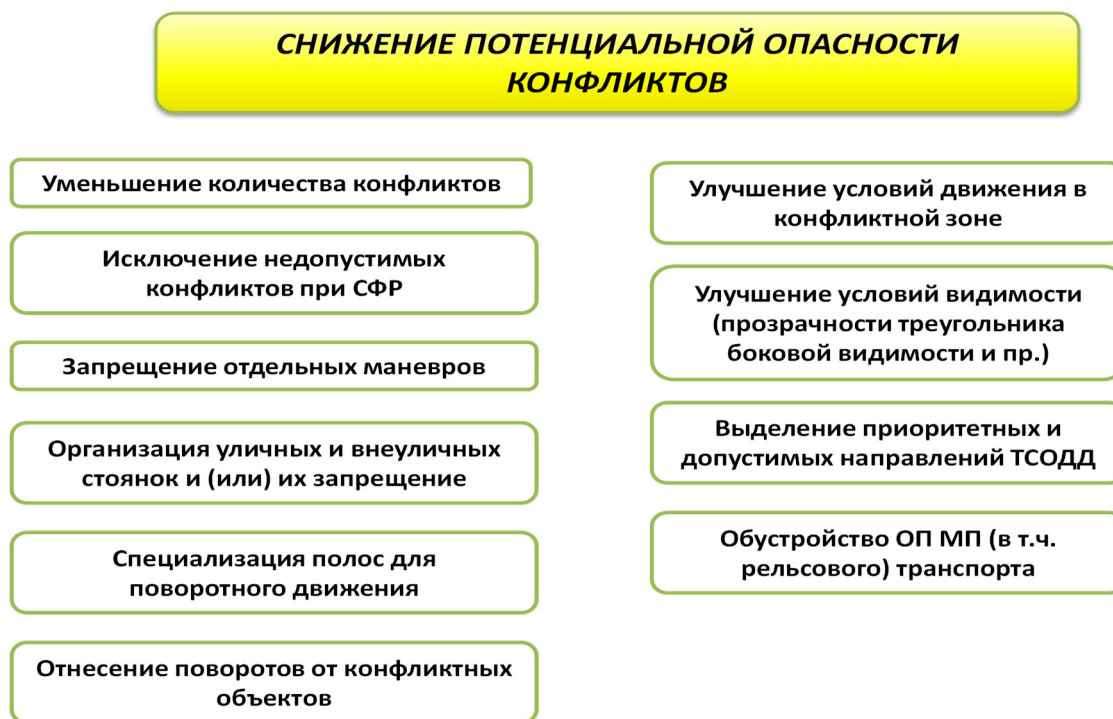


Рис. 3. Схема методов, входящих в группу «Снижение потенциальной опасности конфликтов»

Главная цель применения таких мер – сдерживание объемов дорожного движения, специализация отдельных связей в масштабе улично-дорожной сети по функциональному назначению; использование более производительных видов маршрутного пассажирского транспорта; улучшение плавности движения и однородности транспортных потоков; перераспределение объемов дорожного движения; снижение аварийности и т. д. Создание безопасных и комфортных условий дорожного движения.

Меры физического регулирования скорости движения призваны сделать невозможным или неудобным движение на высокой скорости. К таким мерам относятся круговое движение; криволинейное движение; устройство искусственных неровностей на проезжей части и т. п.

Меры психологического регулирования скорости нацелены на подавление желания водителя двигаться с высокой скоростью движения. К таким «подавляющим» мерам относятся: создание у водителя ощущения въезда в зону с другими условиями движения; визуальное прерывание прямой сквозной перспективы; создание визуального эффекта сужения ширины дороги за счет выделения вертикальных элементов обустройства; создание визуального эффекта уменьшения площади перекрестка за счет увеличения высоты и цветового выделения бордюрного камня.

Меры как физического, так и психологического регулирования, предоставляют широкий спектр инструментов равного воздействия на всех водителей, независимо от опыта, возраста, пола, национальности и культуры. Эти меры адресованы человеку, как геному, на основе понимания модели человеческого восприятия, осознания и других процессов психики, как функций человеческого мозга и центральной нервной системы. Комбинирование мер физического и психологического воздействия усиливает эффект сдерживания скорости движения это:

- предупреждающее обустройство и изменение материала покрытия проезжей части;
- «въездные ворота»;
- разделительные полосы, островки, резервные полосы, сужения проезжей части;
- круговые развязки и зигзаги;
- хампы и приподнятые участки проезжей части;
- зональное регулирование, включающее несколько элементов из перечисленных.

Нужно не забывать, что любое решение, направленное на регулирование поведения участников дорожного движения, требует всесторонней оценки и прогнозирования последствий. Практика показывает, что решения, принимаемые в области дорожного транспорта, имеют особенность распространяться, подобно кругам по воде:

- в пространстве (например, миграция аварий, перераспределение транспортных потоков по уличной сети, имеющей меньшее число искусственных неровностей типа «спящий полицейский»);
- во времени (например, перераспределение спроса на проезд по улице между пиковыми и межпиковыми периодами);
- в социальном секторе (например, нарушение пешеходами условий перехода проезжей части на улице, где имеются искусственные неровности, ввиду значительно сниженной скорости движения, и пренебрежение элементарной безопасностью при переходе проезжей части там, где искусственных неровностей нет);
- в экономическом секторе (например, рост цен и снижение конкурентоспособности производителей из-за доминирования цели обеспечения безопасности дорожного движения над другими целями).

Поэтому на стадии планирования и обоснования инвестиций (эскизного проектирования) необходимо проводить аудит, т. е. оценить эффективность внедрения мероприятия по организации дорожного движения, чтобы свести к минимуму риски негативных последствий и обеспечить оптимальный баланс целей общества (снижение аварийных, экономических, экологических и социальных потерь).

Литература

1. Аудит дорожной безопасности. Практический опыт и рекомендации. Архангельск: ООО «Автодорожный консалтинг», 2007. 64 с.
2. Врубель Ю. А., Капский Д. В. Опасности в дорожном движении. М. : Новое знание, 2014. 244 с.
3. Домке Э. Р., Ситников Ю. М., Подшивалова К. С. Пути сообщения, технологические сооружения. М. : ИЦ «Академия», 2013. 400 с.
4. Капский Д. В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении. Минск: БНТУ, 2008. 243 с.
5. Капский Д. В., Пегин П. А. Основы аудита безопасности дорожного движения транспортных сооружений РФ. Хабаровск : изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. 143 с.
6. Пегин П. А. Обеспечение безопасности движения и сохранности автомобильных дорог. Требования нормативных и законодательных актов РФ. Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. 137 с.
7. Рекомендации для решения задач по повышению безопасности дорожного движения на уровне местного самоуправления. Интегрированный подход. 2-е изд., перераб. Архангельск, 2010. 191 с.
8. Рекомендации по обеспечению безопасности дорожного движения на участках концентрации ДТП на автомобильных дорогах общего пользования. Минск, 2001. 54 с.

УДК 656.13

Сергей Николаевич Карасевич, канд. техн. наук,
доцент
(Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (ОАО «НИИАТ»)
E-mail: s.karasevich@niiat.ru

Sergei Nikolaevich Karasevich,
PhD in Technique,
Associate Professor
(Open Joint Stock Company «Scientific
and Research Institute of Motor Transport» (NIAT).)
E-mail: s.karasevich@niiat.ru

РАЗВИТИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОЙ МОБИЛЬНОСТИ В ГОРОДАХ

THE DEVELOPMENT OF DESIGN SOLUTIONS TO ENSURE SUSTAINABLE MOBILITY IN CITIES

В статье рассмотрены принципы поддержки «зеленого градостроительства» и обеспечения «устойчивой мобильности» в городах Российской Федерации. Практика «зеленого градостроительства» и построения

систем «устойчивого транспорта» в городах России крайне фрагментарна и малочисленна. Сформулированы выводы и рекомендации по развитию походов и проектных решений по обеспечению устойчивой мобильности в городах. Приведены конкретные примеры возможных проектных решений. Отмечено, что востребована разработка руководства по зеленому (устойчивому) транспорту для городов и сельских поселений Российской Федерации, включая методики оценки эффективности ОДД и мониторинга снижения выбросов парниковых газов за счет реализации мер по обеспечению устойчивой мобильности в городах и поселениях.

Ключевые слова: зеленое градостроительство, устойчивый транспорт, городская мобильность, безопасность движения.

The article describes the principles to support the «green urban development» and ensure «sustainable mobility» in cities of the Russian Federation. Noted that the practice of «green urban development» and building of systems «sustainable transport» in Russia is extremely fragmented and small. Conclusions and recommendations for the development of campaigns and design solutions for sustainable mobility in cities. Specific examples of possible design solutions. Noted that there is a demand for development of guidance on green (sustainable) transport for cities and rural settlements of the Russian Federation, including the methodology for assessing the effectiveness of the programme and monitoring of GHG emissions reduction due to the implementation of measures for sustainable mobility in cities and settlements.

Keywords: green urban planning, sustainable transport, urban mobility, traffic safety.

Решение проблемы защиты окружающей среды в городах, обеспечения устойчивой мобильности носит глобальный характер и является общим вызовом для многих городов, расположенных в странах с различными уровнями экономического и социального развития. В связи с этими обстоятельствами в современном мире наблюдается устойчивая тенденция к росту важности внедрения «зеленых» технологий и проектных решений в градостроительстве и в сфере организации дорожного движения (ОДД) и на транспорте в целях создания комфортных условий для жизнедеятельности людей и защиты окружающей среды. Все это проявляется в формировании глобального «зеленого» курса развития.

Содействие появлению экогородов и полноценного «зеленого» тренда в современном градостроительстве активно поддерживается в ряде стран специальными проектами ПРООН/ГЭФ и ЕС. Данная практическая деятельность предусматривает разработку и широкое внедрение планов зеленого градостроительства, реализацию различных пилотных инициатив, тесно связанных с повышением энергоэффективности и построением устойчивых городских транспортных систем. Накопленный опыт представляет большой практический интерес для институциональных преобразований и формирования законодательства и стандартов в России.

Представляется актуальной разработка и реализация в Российской Федерации концепции зеленого градостроительства и построения устойчивых городских транспортных систем, в центре внимания которой следующие ключевые аспекты:

- определения понятия и критериев зеленого города и устойчивой городской транспортной системы;
- поддержка планирования и развития зеленых городов с системой устойчивого транспорта с учетом приоритетных направлений деятельности;
- привлечение финансовых ресурсов для разработки и внедрения планов по зеленому градостроительству и устойчивому (зеленому) транспорту;
- совершенствование пространственной организации городских и сельских поселений и объектов застройки с учетом новых принципов градостроительного планирования;
- перевод транспортной системы городов на «зеленые рельсы»;
- анализ существующих нормативно-правовых актов в контексте критериев зеленого градостроительства и устойчивой мобильности;
- внедрение (имплементация) «зеленых» стандартов в градостроительной и транспортной деятельности;
- оценка социально-экологического воздействия любых «зеленых» инициатив и проектных решений;
- организация обучения принципам и технологиям зеленого градостроительства и устойчивой мобильности;

– разработка и поддержка пилотных инициатив в сфере зеленого градостроительства и устойчивой мобильности, тиражирование опыта на другие города. По последней позиции уже сделаны определенные шаги и достигнуты определенные результаты в рамках проекта ПРООН/ГЭФ – Минтранс России № 00080462 «Сокращение выбросов парниковых газов от автомобильного транспорта в городах России» (пилотные города – Казань и Калининград).

На сегодняшний день ни один город в России не соответствует «зеленым» критериям устойчивого развития. Практика зеленого градостроительства и построения систем устойчивого транспорта в городах России крайне фрагментарна и малочисленна.

Наблюдения и анализ показывает, что для сложившихся условий во многих городах России разрабатываемые проектные решения должны быть направлены оздоровление окружающей среды посредством масштабного озеленения, улучшения качественных характеристик пешеходной инфраструктуры, преодоления образовавшегося дисбаланса между разными видами перемещений (пешеходным и автомобильным движением), создание более комфортной и безопасной среды обитания участникам дорожного движения и улучшение визуального облика улиц.

В настоящее время в Российской Федерации сформировалась система, при которой генеральный план, программа комплексного развития транспортной инфраструктуры города, комплексная схема организации дорожного движения должны согласованно (во взаимоувязке) решить задачи обеспечения устойчивой мобильности на территории города (поселения). При этом важно обеспечить учет экономических, экологических, социальных и аварийных потерь общества в принимаемых проектных решениях. При этом представляется, что при проектировании УДС в городах и за их пределами все крупные объекты должны проходить экологическую экспертизу. Кроме того, должна действовать единая система расчетов экологического ущерба, определения компенсации за вред, нанесенный экологии, а также порядка возмещения ущерба, которая в РФ в настоящее время отсутствует. Аналогичные недостатки присущи оценки ущерба от ДТП. Наряду с этим, требуется совершенствование системы государственного учета ДТП, так как причины «учетных» и «неучетных» (с материальным ущербом) ДТП однородны [1].

Концепция «устойчивого транспорта» – это одна из ключевых частей общей стратегии устойчивого развития города.

В сфере реализации градостроительной и транспортной политики важно организовать землепользование, социально-экономическую жизнедеятельность таким образом, чтобы минимизировать потребность в транспорте. Непосредственно на транспорте востребовано внедрение и использование энергосберегающих видов общественного пассажирского транспорта.

Нуждается в активном развитии инфраструктуры для активных способов передвижения. В частности – велосипед должен стать частью транспортной системы города с учетом климатических условий и сезонной активности велосипедистов.

Весьма востребовано совершенствование интуитивной навигации для пешеходов в городах РФ, где можно отметить наличие больших резервов и возможностей для улучшения эстетического облика улично-дорожной сети городов, внедрения «зеленых» решений и повышения безопасности дорожного движения. Так, в особенности при организации движения пешеходов актуально применение проектных решений по обустройству на уличной сети городов зеленой изгороди, контейнерного озеленения, использования различных малых архитектурных форм, боллардов, ограждающих конструкций, энергосберегающих систем освещения и подсветки, мощения тротуаров и пешеходных дорожек и т. д. [2, 3].

Не нашли должного применения приемы ОДД в городах, которые предусматривают предупреждающее обустройство уличной сети. Предупреждающее обустройство не понижает скорость движения транспортного потока, а стимулирует водителей к снижению скорости – оно призвано предотвратить неожиданность появления опасных объектов (перекрестков, пешеходных переходов, железнодорожных переездов и т. д.) с помощью применения не только стандартных технических средств ОДД (дорожных знаков и разметки,

а также светофоров), но дополнительных элементов, таких как: столбики; дополнительное искусственное освещение с применением опор специального типа, светильников различных форм яркости и цветности ламп; светоотражающие элементы, изменяемый тип придорожных насаждений, различная цветовая гамма покрытия на проезжей части либо с помощью изменения шероховатости поверхностной обработки при подъезде к опасному участку (водитель предупреждается не только визуально, но акустически – изменение звука от контакта покрышек и поверхности покрытия, а также при помощи мышечной чувствительности при усилении вибрации) и т. д. Такие мероприятия активно применяются в развитых странах ЕС, неся предупреждающую функцию и жестко (физически) не снижают скорость движения транспортного потока.

Вместе с тем, следует учесть, что любое проектное решение, направленное на регулирование поведения участников дорожного движения, требует объективной оценки и прогнозирования последствий. Сложившаяся практика ОДД свидетельствует о том, что решения, принимаемые в области организации мобильности в городах, имеют особенность распространяться, подобно кругам по воде:

- в пространстве (например, миграция ДТП и образование новых «очагов аварийности», перераспределение транспортных потоков по улично-дорожной сети, имеющей меньшее число искусственных неровностей);
- во времени (например, перераспределение спроса на проезд по улице между пиковыми и межпиковыми периодами);
- в социальном секторе сообщества (например, нарушение пешеходами условий перехода проезжей части на улице, где имеются искусственные неровности, ввиду итак сниженной скорости движения и пренебрежение элементарной безопасностью при переходе проезжей части там, где искусственных неровностей нет);
- в экономическом секторе сообщества (например, рост цен и снижение конкурентоспособности производителей из-за доминирования цели обеспечения безопасности дорожного движения над другими целями сообщества) и т. д.

Поэтому на стадии транспортного планирования и технико-экономического обоснования инвестиций следует дать объективную оценку эффективности внедрения мероприятия по ОДД, чтобы свести к минимуму риски негативных последствий и обеспечить оптимальный баланс в области снижения издержек общества от ДТП, экономических, экологических и социальных потерь. Наиболее современные и эффективные подходы к оценке эффективности ОДД в городах основываются на применении компьютерного моделирования и расчетов экономических, экологических, социальных и аварийных потерь по исследуемым вариантам проектных решений [4].

Востребован глубокий анализ прогрессивного мирового опыта в сфере обеспечения устойчивой мобильности и разработка руководства по зеленому (устойчивому) транспорту для городов и сельских поселений Российской Федерации, включая методики оценки эффективности ОДД и мониторинга снижения выбросов парниковых газов за счет реализации мер по обеспечению устойчивой мобильности в городах и поселениях.

В заключении хотелось бы отметить наличие высокого спроса общества на «зеленые» инициативы местной власти в Российской Федерации.

Литература

1. Карсевич С.Н. На пути к главной цели / С.Н. Карсевич, С.А. Аземша, А.Н. Старовойтов // Дорожная Держава. Изд-во: ООО «Отраслевая медиа-корпорация «Держава» (Санкт-Петербург) – 2015. – № 64/2015. – С. 52–57.
2. Карсевич С.Н. Развитие проектных решений по формированию качества уличных пространств и мобильности в городах / С.Н. Карсевич // «Организация и безопасность дорожного движения»: Материалы X Научн.-практ. конф. (с межд. участием) в 2-х томах, Тюмень, 16 марта 2017 г.; отв. ред.: Д.А. Захаров [и др.] / ТюмГНГУ. – Тюмень, 2017. – С. 197–202.
3. Карсевич С.Н. Применение зон совмещенного использования для повышения качества организации дорожного движения в городах / С.Н. Карсевич // «Транспортное планирование и моделирование»: сборник научных трудов Междунар. научн.-практ. конф., Санкт-Петербург, 26-27 мая 2016 г.; редкол.: А.И. Солодкий [и др.] / Ассоциация транспортных инженеров (АТИ), Санкт-Петербургский госуд. архит.-строит. ун-т (СПбГАСУ). – Санкт-Петербург, 2016. – С. 67–73.

4. Карасевич С.Н. Разработка модели транспортного узла в составе КСОДД городского округа / С.Н. Карасевич, В.М. Еремин, А.М. Бадалян, С.А. Аземша // «Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы»: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Брест, 25-28 мая 2016 г.; редкол.: В.А. Головкин [и др.] – Брест: БрГТУ, 2016. – С. 193–197.

УДК 629.08

Юрий Николаевич Кацуба, канд. техн. наук,
доцент

E-mail: Katsuba60@mail.ru

Людмила Владиславовна Григорьева, канд. хим.
наук, доцент

(Санкт-Петербургский Горный университет)

E-mail: mango55@mail.ru

Yurii Nikolaevich Katsuba, Ph.D,

Associate professor

E-mail: Katsuba60@mail.ru

Liudmila Vladislavovna Grigoreva, Ph.D,

Associate professor

(Saint-Petersburg Mining University)

E-mail: : mango55@mail.ru

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**INTELLECTUAL SYSTEM OF CONTROL OF TECHNICAL CONDITION
OF VEHICLES**

Рассмотрен подход к созданию интеллектуальной системы контроля технического состояния автомобиля на основе применения в его системе самодиагностирования аппарата искусственных нейронных сетей (ИНС). Для решения этой задачи в системе самодиагностирования автомобиля предлагается сформировать базу возможных технических состояний используя аппарат ИНС. Применение ИНС повысит достоверность распознавания технического состояния автомобиля по сочетаниям дефектов, что позволит своевременно проводить техническое обслуживание и текущий ремонт.

Ключевые слова: автомобиль, эксплуатация, система самодиагностирования, искусственные нейронные сети, интеллектуальная система.

The approach to creation of intellectual systems of control of technical condition of the car based on the application in the system diagnosis apparatus of artificial neural networks (ANN). To solve this problem, in the system of self-diagnosis of the vehicle is proposed to form the basis of possible technical States of using the apparatus of the ANN. The application will improve the accuracy of recognition of technical condition of the car on combinations of defects that will allow timely maintenance and repair.

Keywords: car, maintenance, self-diagnosis system, artificial neural networks, intellectual system.

Основная концепция интеллектуального автотранспортного средства заключается в его способности постоянно контролировать действия водителя, автомобиль и окружающую среду, и помогать водителю наиболее эффективно и безопасно управлять автомобилем в сложных дорожных условиях и ситуациях.

Особенностью конструкции современного автомобиля является наличие значительного количества различных электронных блоков управления, функционирование которых оказывает дополнительное влияние на безопасность его эксплуатации.

Под управлением и диагностическим наблюдением блоков электронного управления (БЭУ) автомобиля в настоящее время работает не только система управления двигателем, но также автоматическая трансмиссия, системы управления тяговыми и тормозными усилиями, подушки безопасности, другие системы активной и пассивной безопасности. В БЭУ введена функция адаптации, которая может «подстраивать» базу данных состояний управляемой системы (агрегата) и программу управления в соответствии с их текущим состоянием.

Процесс диагностирования неисправностей состоит из выявления и локализации дефектов в системе. По мере усложнения технических систем и росту требований к безопасности, надежности и экологичности, диагностирование неисправностей становится все более значимой процедурой.

Общая структура технического диагностирования представляется в виде системы диагностики, в которой сводятся все имеющиеся знания о процессе (сюда входят измеряемые значения текущих параметров и статистическая информация, на основании которой делается вывод о фактическом техническом состоянии объекта диагностирования).

Под бортовой диагностикой (самодиагностикой) понимается система средств, способная определить и идентифицировать неисправности системы управления двигателем, агрегатами, электронных систем и возможные причины их возникновения.

Бортовая диагностика например, предназначена для решения следующих задач определения параметров технического состояния двигателя:

- превышение предельных значений токсичности отработавших газов автомобиля;
- ухудшение параметров двигателя (снижение мощности, увеличение расхода топлива);
- выход из строя двигателя или компонентов системы управления и др.

Система бортовой диагностики автомобиля проверяет соответствие уровня сигналов БЭУ их эталонным аналогам, хранящимся в памяти. Если уровень сигнала выходит за заданные допустимые пределы, БЭУ трактует это как неисправность и заносит в память специальное сообщение. Эти сообщения могут быть вызваны из памяти в виде «кода неисправности». После извлечения эти коды дают важную информацию для диагностирования автомобиля.

В настоящее время, при наличии неисправности система бортовой диагностики сигнализирует зажиганием диагностической лампы. Далее система бортовой диагностики должна обеспечить возможность считывания сохраненной в памяти контроллера диагностической информации с помощью специализированного оборудования. Для этой цели в системе управления двигателем организован последовательный канал передачи информации, в состав которого входят контроллер, стандартизированная диагностическая колодка для подключения диагностического оборудования и соединяющий их провод (K-линия). Для передачи информации используются стандартизированные протоколы.

В процессе диагностирования, чтобы однозначно определить причину неисправности, требуется провести серию проверок с помощью диагностического оборудования. Правильное использование информации, которую выдает система самодиагностики, позволяет максимально сократить время на поиск неисправности.

Система бортовой диагностики автомобиля еще не достигла такого уровня, при котором гарантировалась абсолютная точность обнаружения отказов. Например, код неисправности не может появиться в тех случаях, когда для каких-либо датчиков или состояний программным обеспечением не предусмотрена соответствующая обработка информации.

Среди множества различных способов и методов обнаружения неисправностей при диагностике технических систем, в США, Швейцарии, Японии, Китае и ряде других стран, в последнее десятилетие одним из прогрессивных методов диагностирования является метод с использованием искусственных когнитивных систем на основе математического аппарата искусственных нейронных сетей (ИНС).

Нейросетевые технологии призваны решать трудноформализуемые задачи, к которым, в частности, сводятся многие проблемы диагностирования технического состояния автомобиля.

После разработки алгоритмов обучения ИНС, получаемые модели используют в практических целях: в задачах прогнозирования, для распознавания образов, в задачах управления и др.

Искусственные нейронные сети, в настоящее время, проектируются в автономно работающем программном обеспечении, которое способно обрабатывать многомерные входные данные в режиме реального времени. Сеть обучается предсказывать одну из переменных, используя другие. Разница между предсказанием и измерением используется, например, чтобы отличить исправно работающий двигатель от неисправного.

Исследование методики применения аппарата искусственных нейронных сетей в системе бортовой диагностики автомобилей, для создания интеллектуальной системы.

В настоящее время реализация аппарата искусственных нейронных сетей осуществляется с помощью программно-аппаратных средств создания специализированных моделей и устройств. Аппарат ИНС позволяет решать широкий круг задач системы самодиагностирования автомобиля на основе применения алгоритмов теории распознавания образов.

Отличительное свойство нейронных сетей состоит в их способности обучаться с использованием экспериментальных данных предметной области. Применительно к системе бортовой диагностики автомобиля экспериментальные данные представляются в виде множества исходных признаков или параметров объекта и поставленного на основе них диагноза, достоверность которого является абсолютной [1].

К достоинствам нейронных сетей следует отнести их относительную простоту, нелинейность, работу с нечеткой информацией, минимальные требования к исходным данным, способность обучаться на базе конкретных примеров. В процессе обучения на вход нейронной сети подается последовательность исходных параметров наряду с диагнозами, которые эти параметры характеризуют [2, 3].

Вместе с тем, с применением нейронных сетей в практических задачах связан ряд трудностей. Одной из главных проблем применения нейросетевых технологий является заранее неизвестная степень сложности проектируемой нейронной сети, которой будет достаточно для достоверной постановки диагноза [4, 5].

Задача создания интеллектуальной системы самодиагностирования автомобиля на основе математического аппарата искусственных нейронных сетей формализуется через задачу распознавания образов. Данные о прогнозируемой переменной за некоторый промежуток времени, которые образуют образ, класс которого определяется значением прогнозируемой переменной в некоторый момент времени за пределами данного промежутка, т. е. значением переменной через интервал прогнозирования.

Метод предполагает использование двух временных интервалов (окон) W_i и W_o , с фиксированными размерами X и Y соответственно. Эти окна, способны перемещаться с некоторым шагом, начиная с первого элемента, и предназначены для доступа к базе данных значений параметров полученных при опросе БЭУ системой бортовой диагностики автомобиля, причем первое окно W_i , получив такие данные, передает их на вход ИНС, а второе – W_o – на выход. Получающаяся на каждом шаге пара

$$W_i \rightarrow W_o \quad (2)$$

используется как элемент обучающей выборки (распознаваемый образ, или наблюдение).

Каждый следующий вектор получается в результате сдвига окон W_i и W_o на установленный интервал (времени работы или пробега автомобиля) [6, 7].

Предполагается наличие скрытых зависимостей полученных значений параметров при опросе БЭУ системой бортовой диагностики автомобиля, составляющих базу данных, как множество наблюдений.

Нейронная сеть, обучаясь на этих наблюдениях и соответственно настраивая свои коэффициенты, пытается извлечь закономерности и сформировать в результате требуемую функцию состояния системы.

Эффективность обучения многослойных нейронных сетей зависит от числа слоев, числа элементов в скрытых слоях нейронной сети и начальной инициализации весовых коэффициентов.

Разная инициализация весовых коэффициентов нейронной сети может приводить к различным решениям задачи. Важную роль здесь играет размер случайно инициализируемых синаптических связей. Рекомендуется случайно выбирать значения весовых коэффициентов, которые имеют следующий порядок:

$$W_i \approx \frac{1}{\sqrt{n(i)}}, \quad (3)$$

где $n(i)$ – число нейронных элементов в слое i .

Большую роль для эффективности обучения играет архитектура нейронной сети. Размерность входного и выходного слоев нейронной сети определяется из условия решаемой задачи или обучающей выборки.

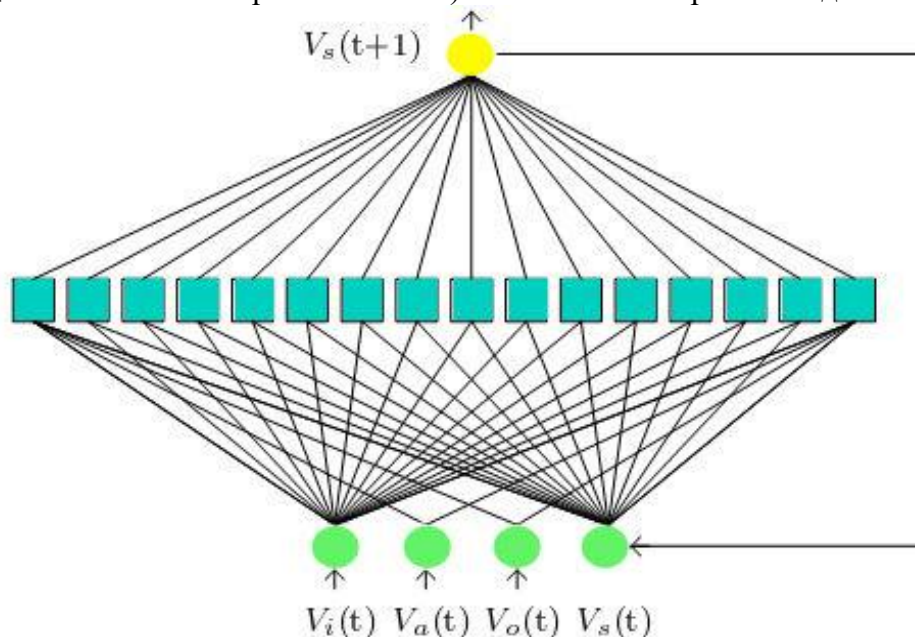
Как было доказано в работах [8, 9, 10], при помощи трехслойной нейронной сети можно аппроксимировать любую функцию со сколь угодно заданной точностью. При этом точность аппроксимации зависит от числа нейронов в скрытом слое. Чем больше число нейронных элементов в скрытом слое, тем больше точность.

Например, используя ИНС, возможно с высокой степенью точности обнаружить ошибки датчика абсолютного давления впускного коллектора (V_s), клапана системы рециркуляции отработавших газов (V_a) и др. Во впускном коллекторе автомобильного двигателя, скорость массового расхода воздуха (V_i), рециркуляция отработавших газов (V_a), обороты двигателя (V_o) и абсолютное давление (V_s) связаны уравнением динамики первого порядка [11]:

$$dV_s / dt = F(V_i, V_o, V_a, V_s). \quad (4)$$

Во многих автомобилях датчики измеряют текущее значение параметров. Благодаря взаимосвязи этих текущих параметров и фиксации их изменений во времени, существует возможность выявлять неисправности датчиков. Таким образом, к примеру, контролируя переменную V_s , возможно с высокой точностью обнаруживать ошибки в переменной V_a .

Рассмотрим модель нейронной сети, которая способна фиксировать динамику изменения параметров работы. Используя трехслойную нейронную сеть с обратной связью, архитектура которой показана на рисунке, можно спрогнозировать переменную V_s , используя остальные три переменные. Спрогнозированная переменная V_s возвращается на вход (принцип действия сетей с обратной связью) в качестве четвертого входного нейрона.



Трехслойная нейронная сеть с обратной связью

Сеть с обратной связью обучается на наборе данных, который был сформирован путем имитирования неисправностей V_s и V_a . Данные для обучения подаются следующим образом:

1. Находится случайная начальная точка в длинной временной последовательности данных и устанавливается начальное значение входа обратной связи переменной V_s .
2. Выполняется вход, чтобы получить V_s на выходе и вычислить ошибку (квадрат разности спрогнозированного значения V_s и полученного).
3. Устанавливается прямая подача на вход к следующей точке данных и вход обратной связи к спрогнозированному значению V_s .
4. Повторяются шаги 2 и 3 в цикле ($n = 100$) для сбора сигналов об ошибках.

5. Повторяются шаги 1, 2, 3 и 4 в цикле ($n = 4$) для дальнейшего сбора сигналов об ошибках.
6. Обновляется соединение согласно правилу обратного распространения ошибки.
7. Повторяются шаги с 1 по 6 до тех пор, пока ошибка не перестанет уменьшаться или пока не будет достигнут предел вычислений.

Рабочие характеристики сети обычно проверяются на отдельном тестовом наборе данных.

Анализ опыта применения математического аппарата искусственных нейронных сетей в задачах технической диагностики сложных технических устройств позволил сделать следующие выводы:

1. Применение данного аппарата исключает необходимость систематического накопления статистической информации многопараметрического характера как основу для проектирования рациональной структуры интеллектуальной системы самодиагностирования, используемую в существующих методах.
2. Данные технологии обладают высокой степенью гибкости, что позволяет прогнозировать появление дефектов еще до поступления отказа изделий.
3. Исключается необходимость постоянного мониторинга технического состояния изделий, так как необходимые значения соответствующих параметров можно получать на каждом этапе диагностирования с высокой достоверностью распознавания сочетаний дефектов.
4. Можно добиться значительного снижения влияния человеческого фактора при постановке окончательного диагноза о техническом состоянии агрегатов и систем автомобилей.

Таким образом, предложенный метод применения аппарата искусственных нейронных сетей в системе бортовой диагностики автомобилей, для создания интеллектуальной системы, позволяет обеспечить быстроедействие за счет параллельной обработки потоков диагностической информации от различных узлов, агрегатов и систем, а также повышение достоверности диагноза состояния электронных систем. Это достигается, за счет использования системой самодиагностирования с ИНС индивидуальной информации о предыдущих технических состояниях систем автотранспортного средства.

Литература

1. Anil, K., Jain, Jianchang, Mao, Mohiuddin, K. M. Artificial Neural Networks: A Tutorial. *IEEE Computer*, Vol.29, No.3, March/1996, pp. 31-44.
2. Беляков, В.В., Бушуева, М.Е., Сагунов, В.И. Многокритериальная оптимизация в задачах оценки подвижности, конкурентоспособности автотракторной техники и диагностики сложных технических систем / В.В. Беляков, М.Е. Бушуева, В.И. Сагунов. *Вестник НГТУ им. П.Е. Алексеева*. Н. Новгород: НГТУ, 2001, 271 с.
3. Викторова, Е.В. Применение нечетких нейронных сетей для технической диагностики дорожных машин / Е.В. Викторова // *Вестник ХНАДУ*, – 2012, – вып. 56. – С. 98-102.
4. Семькина, И.Ю. Испытательный комплекс для оценки режимов работы электроприводов горных машин / И.Ю. Семькина, А.В. Киселев, Р.А. Кольцов // *Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов*. – 2012. – № 9(75). – С. 82-87.
5. Хаханов, В.И., Щерба, О.В. Применение искусственных нейронных сетей для диагностирования цифровых сетей / В.И. Хаханов, О.В. Щерба // *Радиоэлектронные и компьютерные системы*. – 2010. – № 5 (46), – С. 15-20.
6. Кацуба, Ю.Н., Власова, И.В. Применение искусственных нейронных сетей для диагностирования изделий / Ю.Н. Кацуба, И.В. Власова // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2015. – № 3 (34), часть 1. – С. 68-70.
7. Katsuba, Y. N., Grigoreva L. V. Application of Artificial Neural Networks in Vehicles' Design Self-Diagnostic Systems for Safety Reasons. *Transportation Research Procedia*, vol. 20, 2017, pp. 283–287.
8. Ludermir, T.B., Yamazaki, A., Zanchettin, C. «An Optimization Methodology for Neural Network Weights and Architectures». *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 17, no. 6, November 2006, pp. 1452-1459.
9. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / пер. с польского И.Д. Рудинского. М.: *Финансы и статистика*, 2002. – 344 с

10. *Азгами, С.А., Коломейцева, М.Б.* Синтез адаптивного нейрорегулятора для управления нелинейным многосвязанным объектом // Вестник МЭИ. – 2011. – № 6. – С. 209 – 215.

11. *Dong, Dawei W.* Neural Networks for Engine Fault Diagnostics [Текст] / Dawei W. Dong, John J. Hopfield, K. P. Unnikrishnan. – Pasadena, CA 91125, Computation and Neural Systems California Institute of Technology, 1997. – P. 635 – 644.

УДК 625.739.4

Алексей Валерьевич Косцов, канд. техн. наук,
доцент
(Московский Автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ))
E-mail: kostsov_msfs@bk.ru

Aleksey Valeryevich Kostsov, PhD of Sci. Tech.,
Associate Professor
(Moscow State automobile and road University – MADI)
E-mail: kostsov_msfs@bk.ru

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ КЛАССИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В РАЗНЫХ УРОВНЯХ

TO THE ISSUE OF CLASSIFICATION OF HIGHWAY INTERSECTION

В статье рассмотрено современное состояние дел в области классификации и требований к стандартизации проектных решений транспортных развязок в системе нормирования РФ, приведены результаты исследований интенсивностей движения транспортных потоков в пределах съездов транспортных развязок различных типов. Исследования проведены применительно к современным условиям движения на сети автомобильных дорог общего пользования в Московском регионе. По результатам исследований выявлены закономерности в структуре транспортных потоков на пересечениях автомобильных дорог различных категорий. Результаты исследований предложено использовать при разработке типовых схем транспортных развязок.

Ключевые слова: проектирование автомобильных дорог, транспортная развязка, интенсивность движения, пропускная способность, пересечение автомобильных дорог, автомагистраль, транспортные пересечения.

The article considers the current state of affairs in the field of classification and requirements for the standardization of design solutions for transport interchanges and gives the results of studies on the intensity of ramp traffic flows of transport interchanges of various types. The research was carried out with reference to modern traffic conditions on the highway in the Moscow region. Based on the results of the studies, regularities in the structure of traffic flows at intersections of highways of various categories were revealed. The results of the research were suggested to be used in the development of typical schemes of traffic interchanges.

Keywords: Freeway intersection, road interchange, road crossing, traffic flow, traffic volume, traffic capacity.

Транспортные развязки являются одними из наиболее дорогостоящих и ответственных транспортных сооружений, входящих в состав автомобильных дорог высших технических категорий. Вопросам их проектирования в нашей стране посвящен целый ряд нормативных и методических документов. Наиболее общие технические требования к их планово-высотным решениям изложены в разделе «пересечения и примыкания в разных уровнях (транспортные развязки)» Свода правил СП34.13330.2012 «Автомобильные дороги» [1]. К таким требованиям относятся нормирование расчетных скоростей правоповоротных и левоповоротных съездов, вопросы выбора ширины полос их движения и некоторые другие.

Развитие положений по проектированию транспортных пересечений, а также некоторые положения рекомендательного характера изложены в методическом документе ОДМ 218.4.005-2010 «Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» [2]. Ряд предложений содержится также в «Пособии по проектированию элементов плана автомобильных дорог» [3].

Несмотря на довольно полное отражение вопросов проектирования транспортных пересечений в разных уровнях во всех рассмотренных документах, следует констатировать недостаточность требований к назначению того или иного типа развязок, практически полное отсутствие требований к стандартизации их проектных решений.

Отсутствие единых требований, принципов и подходов к назначению схем транспортных развязок приводит к снижению комфорта их проезда и повышает риск возникновения дорожно-транспортных происшествий.

Вид транспортных пересечений определяется, прежде всего, взаимным расположением и категорией пересекающихся автомобильных дорог, ожидаемой интенсивностью движения поворачивающих транспортных потоков, топографическими условиями местности, ограничениями, накладываемыми условиями землепользования и заданным уровнем удобства движения на пересечении [4, 5, 6, 7].

Выработка и предложение типовых схем транспортных развязок должно проводиться на основании изучения характера и условий функционирования съездов транспортных пересечений, определения характерных условий их работы в современных условиях. С целью выявления таких закономерностей, автором были проведены исследования, направленные на изучение интенсивностей движения транспорта в пределах транспортных развязок.

В рамках проведения исследований транспортные пересечения были выделены 2 группы:

а) 1 группа – транспортные пересечения автомобильных дорог I технической категории между собой;

б) 2 группа – транспортные пересечения автомобильных дорог I технической категории с автомобильными дорогами иных технических категорий.

Исследования проводились в период массового отъезда горожан к местам отдыха в период начала и окончания государственных выходных и праздничных дней. Исследования проведены в условиях движения транспорта в режиме максимальных нагрузок «час пик» на транспортных развязках радиальных направлений (автомобильные дороги М-2, М-4, М-8, М-9) в пределах Московского региона. Время максимальной загрузки автомобильных дорог принято в соответствии с прогнозами объемов движения транспорта в системе API Yandex. Во время проведения исследований были выполнены измерения интенсивности движения транспортных средств по съездам всех направлений с одновременной фиксацией интенсивности движения основного и второстепенного направления движения.

По результатам проведенных измерений получены кривые распределения интенсивностей движения в зонах транспортных пересечений Московского региона в период их максимальной загрузки.

С целью проведения дальнейшего анализа условий работы съездов транспортных развязок, измерения сгруппированы по следующим категориям:

- интенсивность движения в пределах съездов, обслуживающих направления «час пик»;

- интенсивность движения в пределах прочих съездов;

- интенсивность движения основного направления (к анализу в рамках данной статьи не представлены);

- интенсивность движения второстепенного направления (к анализу в рамках данной статьи представлены изменения интенсивностей второстепенного направления транспортных пересечений 2 группы).

К съездам, обслуживающим направление «час пик» отнесены съезды, обслуживающие направление маятниковых миграций населения агломерации с учетом времени проведения измерений (таблица).

По результатам исследований интенсивностей движения транспортных средств в пределах съездов на развязках 1 группы следует констатировать, что интенсивности движения поворачивающих потоков в пиковых направлениях составили от 500 до 1500 физ. ед./ч* (рис. 1); интенсивность движения поворачивающих транспортных потоков в пределах прочих съездов – от 50 до 500 физ. ед./ч (рис. 3).

Режимы наибольшей нагрузки съездов

День недели	Время проведения измерений (начало-окончание), ч	Направления, обслуживающие транспортный поток «час пик»
Суббота (пятница)	7:00–14:00 (14:00–20:00)	Съезды на пересекаемое направление с основных (радиальных) направлений движения по направлению «в Московскую область»
Воскресенье	14:00–20:00	Съезды на основное (радиальное) направление движения по направлению «в город Москва» с второстепенных направлений движений

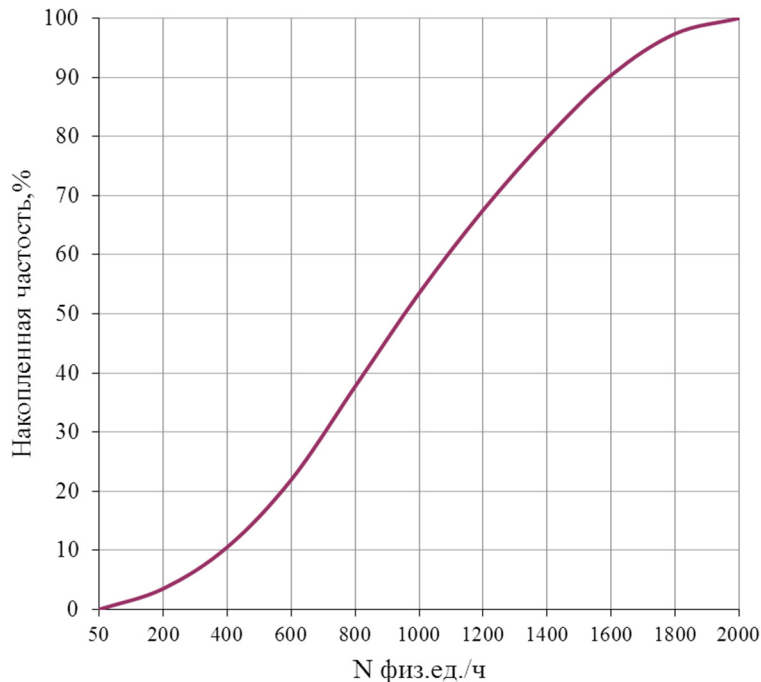


Рис. 1. Интенсивность движения транспортных средств по съездам в направлениях «час пик» – 1 группа пересечений

По результатам исследований загрузки движением съездов в пределах развязок 2 группы установлено, что интенсивность движения на съездах транспортных развязок, обслуживающих направления пиковых нагрузок, не превышает 500 физ. авт./ч (рис. 3), а интенсивность движения поворачивающих потоков в пределах прочих съездов – 120 физ. авт./ч (рис. 4); интенсивность движения в пределах второстепенного направления при этом составила до 400 физ. авт./ч (рис. 5).

Учитывая значения пропускной способности пересечений в одном уровне (рис. 6) [2], полученные результаты исследований показывают возможность применения нерегулируемых пересечений в одном уровне для организации большинства съездов к второстепенному направлению в пределах транспортных пересечений 2 группы.

В период проведения наблюдений на транспортных развязках 2 группы по отдельным направлениям зафиксированы значения интенсивности движения по съездам от 500 до 900 физ. авт./ч. Такие показатели интенсивности движения по съездам, с учетом интенсивностей движения по второстепенному направлению – до 400 авт./ч, находятся за пределами применимости нерегулируемых пересечений в одном уровне. Организация движения по таким направлениям возможна либо путем устройства регулируемых и саморегулируемых пересечений, если соотношение интенсивностей «конфликтующих» потоков позволяет его выполнить, либо организацией съездов с обеспечением движения в непрерывном режиме.

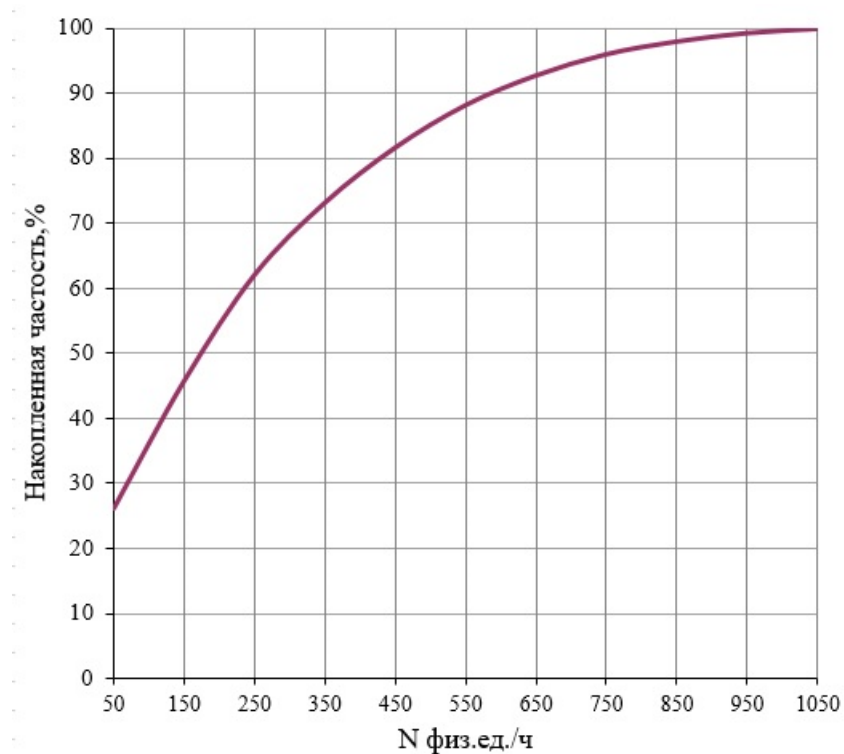


Рис. 2. Интенсивность движения транспортных средств по сездам вне направлений «час пик» – 1 группа пересечений

* – здесь и далее к максимальным и минимальным значениям интенсивности движения автор относит их значения 85% и 15% обеспеченности соответственно.

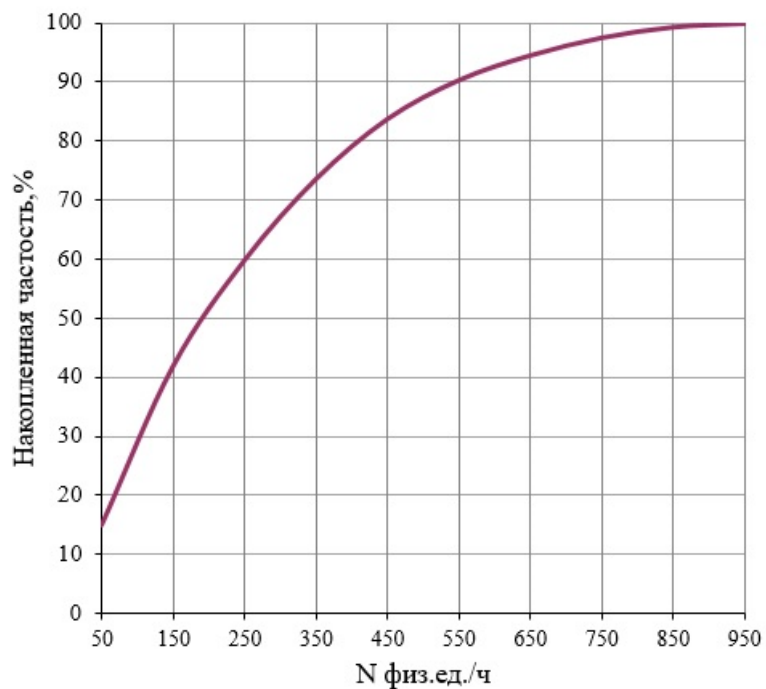


Рис. 3. Интенсивность движения транспортных средств по сездам в направлениях «час пик» – 2 группа пересечений

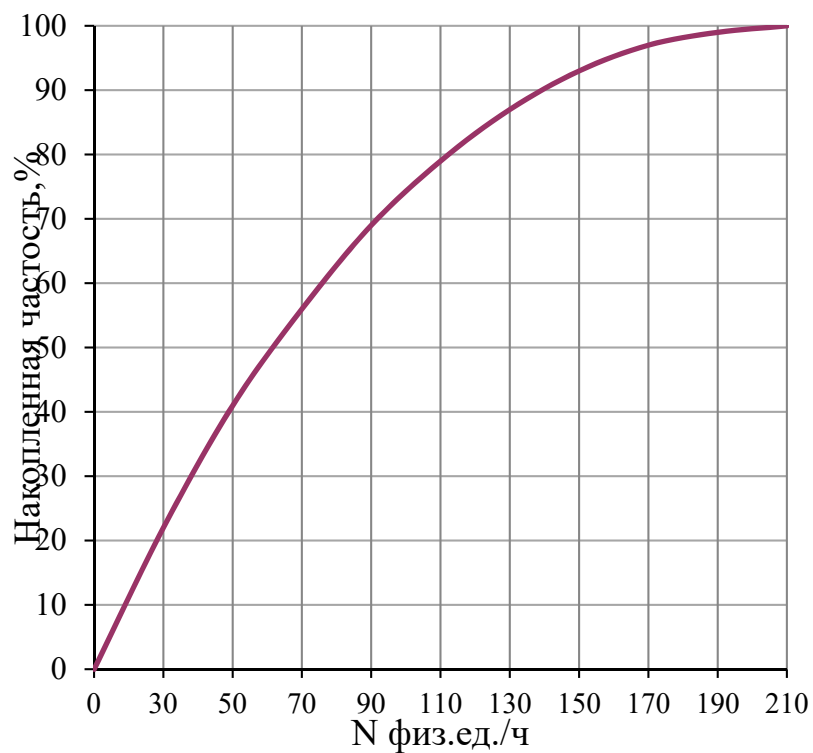


Рис. 4. Интенсивность движения транспортных средств по съездам вне направлений «час пик» – 2 группа пересечений

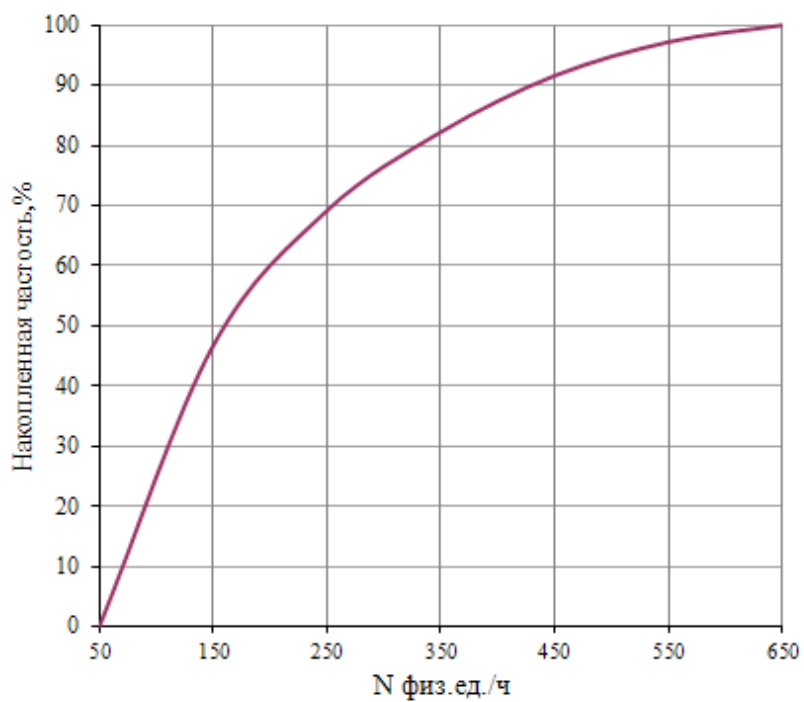


Рис. 5. Интенсивность движения транспортных средств на второстепенном направлении – 2 группа пересечений

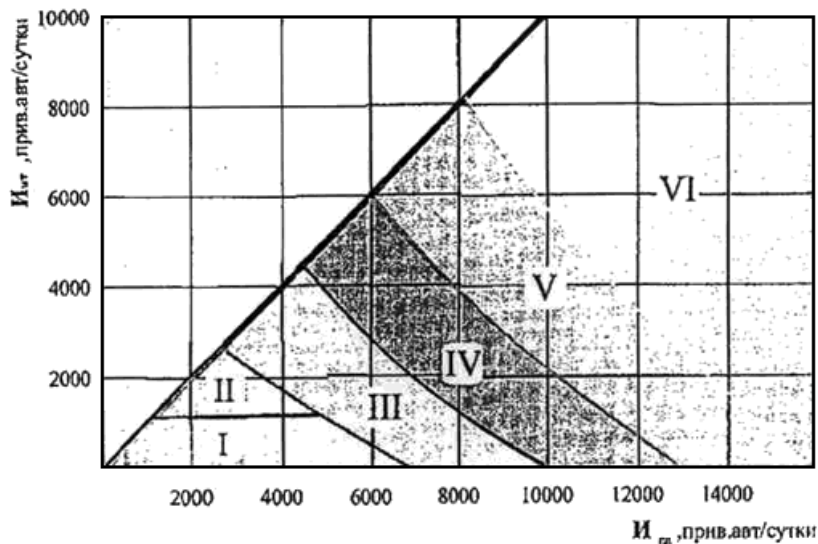


Рис. 6. Номограмма для предварительного выбора вариантов планировочных решений пересечений: I-III – нерегулируемые пересечения в одном уровне; IV – саморегулируемые пересечения; V – саморегулируемые пересечения в одном уровне с эллиптическими направляющими островками, VI – устройство пересечений в разных уровнях [2]

Отдельно следует отметить, что интенсивности движения по съездам от 500 до 900 физ. авт./ч наблюдались не более чем по одному направлению в составе транспортных пересечений 2 группы. Вместе с тем, учитывая «маятниковый» характер пиковых нагрузок, допускается формирование такой загрузки съездов по нескольким направлениям в разные временные периоды. Одновременная загрузка двух и более направлений не наблюдалась, а потому формирование попеременной либо одновременной загрузки всех направлений не характерно для такого типа транспортных пересечений и не может быть рекомендовано к рассмотрению в качестве типовой схемы организации движения.

Выводы и рекомендации

Выполненные исследования позволили выявить закономерности работы съездов транспортных развязок Московского региона в условиях движения плотных транспортных потоков (рис. 1–5), которые могут быть использованы при обосновании типовых схем транспортных развязок с учетом современных условий движения.

Литература

1. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85* (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г. N 266). / М.: ФГУП ЦПП, 2011.
2. ОДМ 218.4.005-2010. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах / М.: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2010.
3. Пособие по проектированию элементов плана, продольного и поперечного профилей, инженерных обустройств, пересечений и примыканий автомобильных дорог (в развитие СНиП 2.05.02-85) / М.: Государственный всесоюзный дорожный научно-исследовательский институт, 1989.
4. J. P. Leisch, J. M. Mason Freeway and interchange: geometric design handbook / Washington, DC: Institute of Transportation Engineers, 2005.
5. Richtlinien für die Anlage von Autobahnen / Herstellung und Vertrieb: FGSV Verlag GmbH 50999 Köln, Wesselingstraße 17, 2008, ISBN 978-3-939715-51-1.
6. В. А. Гохман, В. М. Визгалов, М. П. Поляков. Пересечения и примыкания автомобильных дорог: учеб. пособие для авт.-дор. Спец.вузов.2-е изд. перераб. и доп. / В. А. Гохман, В. М. Визгалов, М. П. Поляков – М.: Высш.шк., 1989.- 319 с.:ил.ISBN 5-06-000150-4.
7. А. В. Косцов, И. А. Бахирев, Е. Н. Боровик, Д. С. Мартяхин Транспортная планировка городов: учеб. пособие / А. В. Косцов, И. А. Бахирев, Е. Н. Боровик, Д. С. Мартяхин; отв. ред. А. В. Косцов. – М.: А-проджект, 2017. – 300 с. – (Бакалавриат), ISBN 978-5-906694-26-3.

УДК 656.13

Ольга Юрьевна Криволапова, ассистент кафедры
(Донской государственной технической
университет)
E-mail: olga-krivolapova@yandex.ru

Olga Krivolapova
assistant of the traffic management department
(Don State Technical University)
E-mail: olga-krivolapova@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ ИТС, СВЯЗАННЫХ С ЗАДАЧЕЙ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

IMPROVING THE QUALITY OF TRAFFIC ORGANIZATION WITH THE TRAFFIC FLOWS REDISTRIBUTION

Для совершенствования организации дорожного движения необходимо развивать транспортную инфраструктуру города на основе внедрения интеллектуальных транспортных систем. Процесс внедрения ИТС является сложным и трудоёмким. Даже для зарубежной практики, где накоплен достаточный опыт создания ИТС, статистика показывает, что в 24 % случаев не удается достигнуть проектных показателей ИТС, в 44 % случаев проектные показатели достигаются частично и только в 32 % случаев удается достигнуть проектных показателей ИТС. В данной статье выделяются основные принципы эффективного внедрения ИТС и предлагается методика определения чувствительность транспортных потоков к внедряемым ИТС

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, перераспределение транспортных потоков, коэффициент эластичности, организация дорожного движения, транспортные потоки, транспортная сеть

Intelligent transport systems (ITS) are necessary for the improving level of traffic management quality. The implementation of ITS is a very hard process. Even experienced countries facing with the problem: only 32 % cases achieve the project indicators. In this article the principles of effective implementation of ITS are performed. Also in the article offered the methodology of the transport flows elasticity to the implemented objects of ITS

Keywords: intelligent transport systems, transport flows redistribution, the elasticity coefficient, traffic management, transport flows, transport network

Изучение зарубежного опыта показывает, что несмотря на широкое распространение применения интеллектуальных транспортных систем для повышения качества организации дорожного движения, в редких случаях удаётся достигнуть планируемых показателей (табл. 1).

Наиболее важной стадией при внедрении элементов ИТС является планирование. Данная стадия включает в себя действия, направленные на устранение риска и минимизацию последствий его воздействия: оценку угрозы; анализ рисков и обработку риска. Зачастую ошибки на данном этапе ведут к необратимым негативным последствиям. Например, при разработке проекта Даллас Гринуэй (США) по подсчетам специалистов рост спроса на данный маршрут предполагался на 14 % за первые шесть лет. Исходная оценка – 34 000 транспортных средств в сутки, оказалась слишком оптимистичной, фактически средняя суточная интенсивность составила 11 500 транспортных средств, что привело к масштабным финансовым убыткам проекта [1, 4].

Таблица 1

Оценка показателей внедрения объектов интеллектуальных транспортных систем

Результат разработки ИТС	1994 г.	2004 г.	2006 г.	2009 г.
Проектные показатели достигнуты	16 %	29 %	35 %	32 %
Проектные показатели достигнуты частично	53 %	53 %	46 %	44 %
Проектные показатели не достигнуты	31%	18%	19%	24%

При обследовании отечественного и зарубежного опыта были выделены следующие принципы эффективного внедрения объектов ИТС:

Принцип первичности архитектуры ИТС. Архитектура ИТС представляет собой системный подход, объединяет в себе все инструменты, решающие проблемы движения транспортных потоков, учитывает, как безопасность на улично-дорожной сети, мобильность транспортных потоков, так и экологические аспекты. Данный способ позволяет детально прогнозировать реализацию ИТС в начале её жизненного цикла, таким образом, возможно предотвращение негативных последствий и разработка сценариев на случай возникновения опасных ситуаций.

Принцип системности проектирования ИТС. Интеграция отдельных услуг ИТС в сложную интегрированную систему – трудоёмкий процесс, затрагивающий различных участников внедрения и эксплуатации объекта: органы власти, системных администраторов, программистов, центры управления данными и т. д.

Принцип определения рисков реализации проектов ИТС. Данный принцип заключается в моделировании последствий реализации проектов ИТС и прогнозировании сценариев поведения транспортных потоков. Все математические модели функционирования транспортной сети основываются на большом количестве исходных данных, таких как: дифференцированная по районам численность населения, среднее время передвижения, число мест приложения труда и др. Первым этапом построения модели является формализация параметров, характеризующих существующее состояние транспортной сети. На втором – расчет изменения спроса при внедрении проекта.

Данные принципы были применены в ходе решения транспортной проблемы города Ростова-на-Дону: направление «Север – Юг», основная нагрузка – пр. М. Нагибина (соединение северной части города с центральной). Интенсивность движения на пр. М. Нагибина составляет 76-80 тыс. авт/сут. Коэффициент загрузки магистрали составляет – 1 на протяжении 6 часов рабочего дня. В качестве решения рассматривается поиск возможного увеличения пропускной способности данных участков улично-дорожной сети [2, 3].

В качестве решения предлагается внедрение проекта «Северный тоннель», т. е. альтернативный маршрут проблемному участку (рис. 1).

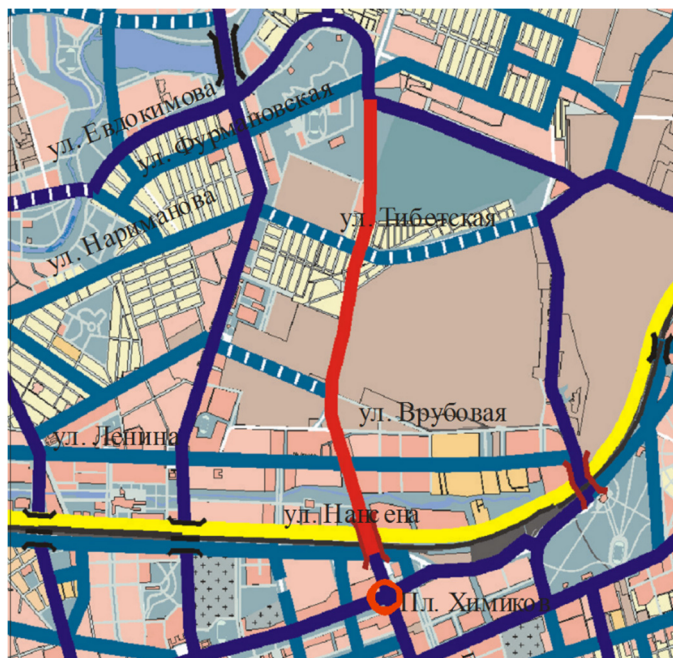


Рис. 1. Внедрение проекта Северный тоннель

Для анализа последствий внедрения данного проекта рассчитывался коэффициент перекрёстной эластичности. Коэффициент эластичности показывает на сколько процентов изменится значение исследуемого параметра при изменении на 1 % факторов, влияющих на

данный процесс. Относительно параметров транспортного спроса и распределения транспортных потоков на улично-дорожной сети это можно интерпретировать как изменение интенсивности движения при изменении времени поездки, стоимости поездки, используемых видов транспорта.

Коэффициент перекрёстной эластичности по средней точке рассчитывается по следующей формуле:

$$\eta = \frac{Q_2^x - Q_1^x}{Q_2^x + Q_1^x} * \frac{P_2^y + P_1^y}{P_2^y - P_1^y} \quad (1)$$

где η – коэффициент эластичности; Q_1, Q_2 – транспортный спрос на участках сети x до и после внедрения интеллектуальной транспортной системы соответственно; P_1, P_2 – транспортный спрос на участках сети y до и после внедрения интеллектуальной транспортной системы соответственно.

Если перекрёстный коэффициент имеет положительное значение, это говорит о том, что 2 выбранных маршрута являются не зависимыми друг от друга и изменение транспортных характеристик на одном из них, не влечёт никак изменений на другом и реализация объекта ИТС не оказывает на них никакого влияния. В случае отрицательного значения коэффициента эластичности, можно сделать вывод, что внедрение объекта ИТС повлияет на поведение транспортных потоков на выбранных альтернативных маршрутах [4, 5, 6].

Моделирование производилось на участке сети Ростова-на-Дону, на котором были выделены конкурирующие и вспомогательные маршруты. Конфигурация зоны моделирования приведена на рис. 2.

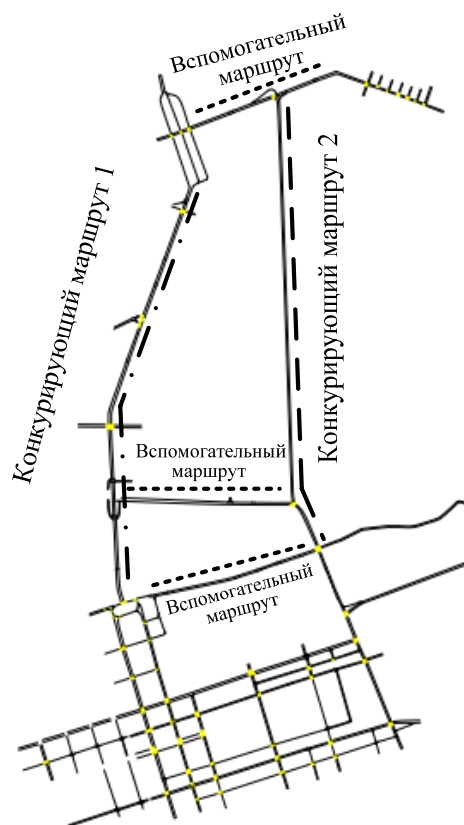


Рис. 2. Зона моделирования

Условия моделирования предусматривали два сценария, первый – организация движения без компонентов интеллектуальных транспортных систем, второй – распределение транспортных потоков на основе динамической маршрутизации. Результаты моделирования на сетевом уровне приведены на следующих рисунках.

При реализации сценария с применением средств динамической маршрутизации скорость сообщения была выше для всех моментов моделирования (рис. 3, 4). За весь период моделирования средняя скорость сообщения в сети по первому сценарию составила 26 км/ч, а по второму – 31 км/ч, т. е. увеличение составило 19 %. Одновременно с повышением скорости сообщения произошло увеличение транспортного спроса на 9 %.

Таким образом, обобщенные данные показывают эффективность применения компонентов ИТС для распределения транспортных потоков в сети. Однако, при этом нет конкретных данных насколько существенно произошло перераспределение транспортных потоков между конкурирующими маршрутами. Для того, чтобы получить ответ на этот вопрос были определены коэффициенты эластичности для конкурирующих и вспомогательных маршрутов [7, 8, 9].

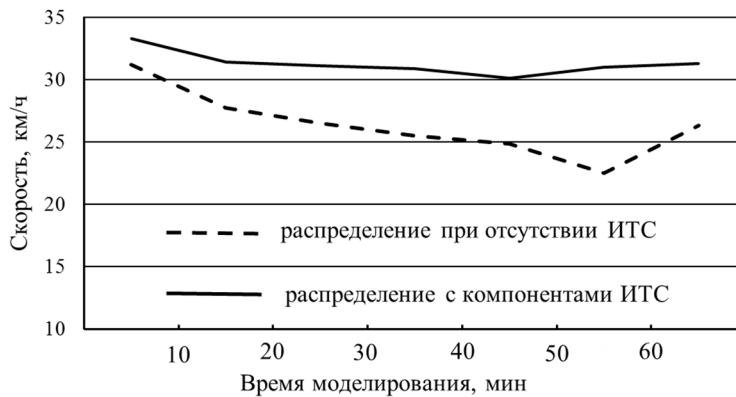


Рис. 3. Сравнительные данные изменения скорости в сети при различных методах распределения транспортных потоков

Первоначально было получено распределение интенсивности движения по конкурирующим маршрутам для рассматриваемых сценариев. Данные по интенсивности движения приведены в табл. 2.

Подобные расчеты были проведены для вспомогательных маршрутов. Данные по интенсивности движения для вспомогательных маршрутов приведены в табл. 4.

Значения коэффициентов эластичности для вспомогательных маршрутов приведены в табл. 5.

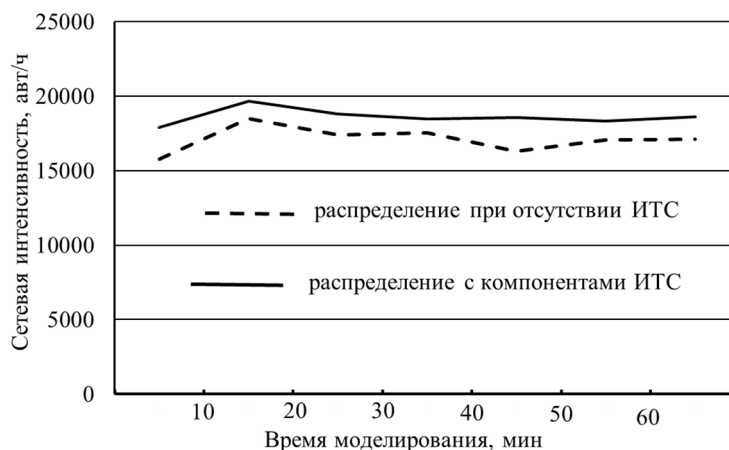


Рис. 4. Сравнительные данные изменения интенсивности в сети при различных методах распределения транспортных потоков

Таблица 2

Сравнительные данные распределения транспортных потоков по конкурирующим маршрутам

	Код участка сети	Интенсивность движения на участках маршрута, авт/час	
		До внедрения ИТС	После внедрения ИТС
Конкурирующий маршрут 1	449	2592	1440
	451	738	209
	463	3204	1962
	490	1968	928
	491	3042	2027
	990	2208	1401
	2225	2310	1389
	2397	1488	521
Конкурирующий маршрут 2	2567	1716	2219
	2568	2178	2418

Значения коэффициентов эластичности приведены в табл. 3.

Таблица 3

Коэффициенты эластичности транспортного спроса для моделируемых сценариев

Код участка сети	Коэффициент эластичности
449	-0,429
451	-0,266
463	-0,558
490	-0,361
491	-0,571
990	-0,522
2225	-0,478
2397	-0,293

Таблица 4

Сравнительные данные распределения транспортных потоков по вспомогательным маршрутам

Код участка сети	Интенсивность движения, авт/ч	
	До внедрения ИТС	После внедрения ИТС
375	1497	2030
377	408	554
507	986	1158
508	531	676
510	505	413
511	970	971
1004	1234	1620
1008	1896	2075
1009	2306	2183
2570	388	331
2598	1460	1756
2716	1998	2324
2567	1632	2219
2568	2132	2418

Анализ результатов моделирования показывает, что положительные значения коэффициента эластичности получены для участков вспомогательных маршрутов, а отрицатель-

ные – для всех участков конкурирующих маршрутов. Исходя из этого можно сделать следующий вывод: в данном случае применение интеллектуальной транспортной системы является эффективным, поскольку на вспомогательных участках, подводящих к новому маршруту, зафиксирован эластичный транспортный спрос, показывающий, что водители адекватно воспринимают новые возможности, а пропускная способность вспомогательных маршрутов позволяет принять дополнительную транспортную нагрузку. Отрицательные значения коэффициента эластичности для существовавшего ранее безальтернативного маршрута показывают, что транспортный спрос на этом маршруте существенно снизился. Важно также отметить, что полученные значения коэффициента эластичности находятся в типичном диапазоне изменения этого показателя для проектов, затрагивающих изменение транспортного спроса [10].

Таблица 5

Коэффициенты эластичности транспортного спроса на вспомогательных маршрутах для моделируемых сценариев

Код участка сети	Коэффициент эластичности
375	0,651
377	0,731
507	1,329
508	0,959
510	-1,273
511	254,037
1004	0,741
1008	2,774
1009	-4,348
2570	-1,782
2598	1,144
2716	2,204

Литература

1. Горев А.Э. Информационные технологии в управлении логистическими системами // СПбГАСУ, 2004. – 180с.
2. Жанказиев С.В., Воробьев А.И., Морозов Д.Ю. Тенденции развития автономных интеллектуальных транспортных систем в России // Транспорт Российской Федерации. 2016. № 5 (66). С. 26-28.
3. Жанказиев С.В. Интеллектуальная транспортная система на дорогах России // Межотраслевой журнал навигационных технологий Вестник ГЛОНАСС. – М., 2011. – №2. – с. 7-11.
4. Зырянов В.В. Распределение интервалов между пробными автомобилями // Научное обозрение. 2014. № 10-2. С. 572-575.
5. Зырянов В.В., Кочерга В.Г. Применение моделирования для оценки проектов транспортной инфраструктуры // Сборник научных трудов ОАО «ГИПРОДОРНИИ». 2012. № 3. С. 7-12.
6. Zyryanov V., Feofilova A. Evaluation parameters of re-routing strategy // Transport Research Arena 2014, Paris http://www.traconference.eu/papers/pdfs/TRA2014_Fpaper_18493.pdf
7. Zyryanov V., Feofilova A. Simulation of evacuation route choice // Transportation Research Procedia 20:740-745
8. Кликовштейн Г.И. Организация дорожного движения: Учебник: Транспорт, 2001. – 247 с.
9. Криволапова О.Ю. Методология оценки эластичности транспортных потоков при наличии альтернативных маршрутов // «Мир транспорта и технологических машин» – г. Орёл. – № 4(55) 2016 Октябрь-Декабрь – с. 69
10. Криволапова О.Ю. Алгоритм оценки рисков при внедрении объектов интеллектуальных транспортных систем // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах // Двенадцатая международная научно-практическая конференция. – Санкт-Петербург, 2016. – 262-269с.

УДК 004.94

Наталья Григорьевна Куфтинова, канд. техн. наук,
доцент
(«Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет»)
E-mail: nat.gk@mail.ru

Natal'ya Grigor'evna Kufstinova, PhD of Sci. Ec.,
Associate Professor
(Moscow Automobile & Road construction State
Technical University)
E-mail: nat.gk@mail.ru

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ АНАЛИЗА ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ**

**THE POSSIBILITY OF USING SIMULATION FOR THE ANALYSIS OF TRANSPORT
NODES**

В данной статье рассматривается задача моделирования трафика на микроскопическом уровне, которая является поддержкой решения по управлению трафиком. Модель может быть использована как часть интеллектуальной транспортной системы (ИТС), задача которой – перераспределение потоков в транспортной сети в соответствии с текущей транспортной обстановкой. Также модель может быть использована для анализа сценариев трафика при конфликтных ситуациях. Для решения этих задач модель должна функционировать в интерактивном режиме. Так же в статье приведен сравнительный анализ по показателям, характеризующих возможности транспортной телематики, особенности моделирования транспортной сети по перечню измеряемых показателей.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть; интенсивность потока движения; матрица транспортных корреспонденций; интеллектуальные транспортные системы; имитационное моделирование.

This article discusses the problem of modeling traffic at a microscopic level, which is a support for the traffic management solution. The model can be used as part of an intelligent transport system (ITS), the task of which is the redistribution of flows in the transport network in accordance with the current transport situation. Also, the model can be used to analyze traffic scenarios in conflict situations. To solve these problems, the model should function interactively. Also in the article is a comparative analysis of the indicators characterizing the possibilities of transport telematics, especially the modeling of the transport network on the list of measured indicators?

Keywords: road network; the intensity of the traffic flow; transport matrix of correspondence; intelligent transportation systems; simulation.

Транспорт городов в понимании различных слоев общества по профессиональному и социальному статусу несет на себе широкий спектр функциональной нагрузки – от экономического потенциала развития до города до социально ориентированной сферы предоставления муниципальных услуг. Транспортная система города может рассматриваться как часть информационной системы, а целевым критерием функционирования городского транспорта считать качество жизни на территории. Задача прогноза загрузки транспортной сети состоит в расчете усредненных характеристик движения, интенсивность движения, распределение пассажиров и автомобилей по путям движения и др. Имитационное моделирование ставит перед собой цель воспроизведения всех деталей движения, включая развитие процесса во времени. Имитационные модели позволяют оценить скорости движения, задержки на перекрестках, длины и динамику образования заторов, и другие характеристики движения.

Решая задачу совершенствования организации дорожного движения в отдельном элементе улично-дорожной сети города, нельзя ориентироваться только на существующие в нем объемы движения. Изменение в транспортном предложении неминуемо повлечет за собой изменение спроса на этот участок сети или узла других участников дорожного движения. Для решения задачи организации дорожного движения на отдельном элементе или узле может быть использована имитационная модель. Новое распределение транспортного движения по сети и изменившиеся нагрузки, и объемы движения на этом участке снова потребует корректировок организации дорожного движения, настройка работы светофорных объектов и для прогноза таких изменений существуют программные

средства имитационного моделирования. Помимо применения имитационного моделирования необходимо выяснить какую модель применить, например, для оптимизации функционирования транспортной сети города.

Тенденции транспортного планирования в Европе, напротив, никогда не были основаны на предположениях, что частный автомобиль является лучшим и единственным решением для передвижения по городу. Между разными городами существуют значительные различия в потреблении энергии на транспорте. Средний городской житель США использует ежегодно в 24 раза больше энергии для частного транспорта, чем китайские городские жители, и почти в четыре раза больше, чем европейские. Эти различия не могут быть объяснены только богатством, они также тесно связаны с привычками ходьбы, езды на велосипеде и использования общественного транспорта. На этот параметр оказывают влияние особенности городов, включая плотность городской застройки и городское планирование [1].

Формирование и управление транспортной системой включает в себя совокупность мероприятий, направленных на регулирование транспортного спроса, оптимальное распределение его по территории, снижение энергоемкости городских перевозок, обеспечение безопасности функционирования, минимизацию временных затрат, использования всех видов ресурсов.

Целевой показатель функционирования транспортной системы – минимум средневзвешенного времени реализации транспортных корреспонденций всеми участниками движения с учетом средней скорости движения на дальности корреспонденций, совершаемых участниками посредством всех видов транспорта при выполнении ограничений по потребляемым ресурсам и транспортному предложению и ограничений транспортного спроса.

Для оценки качества действующей транспортной системы необходимо иметь представление об изменяющемся на территории транспортном спросе, а также формализованное описание транспортного предложения. Формализованное описание транспортного спроса и предложения вместе представляют собой транспортную модель.

При работе с транспортной моделью исследователю доступны несколько способов расчета среднего времени реализации транспортных корреспонденций [2]:

1. Через матрицы затрат и корреспонденций. В этом случае выражение для расчета среднего времени реализации транспортных корреспонденций будет иметь вид:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{ij}(t_{ij} * x_{ij})}{\sum_{ij} x_{ij}}, \quad (1)$$

где

$$t_{ij} = \frac{\sum_k (t_{kij} * x_{kij})}{\sum_k x_{kij}}$$

$$x_{ij} = \sum_k x_{kij}$$

x_{ij} – элементы матрицы корреспонденций; t_{ij} – элементы матрицы затрат, рассчитывается как средневзвешенное от нагрузок путей; x_{kij} – нагрузка пути номера k из района i в район j ; t_{kij} – время в пути номер k из района i в район j в нагруженной сети.

Данный способ наиболее универсальный, так как не привязан к возможностям конкретного программного комплекса, в котором реализована транспортная модель и использование матриц затрат и матриц корреспонденций для представления данных общепринято.

2. Другой способ расчета среднего времени реализации транспортных корреспонденций был предложен специалистами немецкой компании «POYRY». Данный способ, в отличие от первого, использует специфические параметры, полученные в результате перераспределения транспортных потоков.

Выражение для расчета среднего времени реализации транспортных корреспонденций с его помощью имеет вид:

$$t_{cp} = \frac{\sum_k(t_k * q_k)}{\sum_{ij} x_{ij}}, \quad (2)$$

где t_k – актуальное время для элемента k (может быть узел, поворот, отрезок); q_k – интенсивность транспортных потоков на элементе УДС k , x_{ij} – матрица корреспонденций.

Параметрами этого способа являются нагрузка элемента сети и актуальное время движения транспортного потока. Эти параметры рассчитываются при перераспределении ТП. Особенностью предложенного способа можно назвать то, что среднее время рассчитывается как средневзвешенное по нагрузкам на каждом элементе сети. Усреднение времени происходит более точно, так как учитывается каждый элемент сети и его нагрузка.

Одно из основных направлений повышения устойчивости транспортной системы – замена использования автомобилей (личного автомобильного транспорта) немоторизованным и общественным транспортом. Меры по ограничению использования автомобилей не только позволяют снизить уровень загрузки УДС, но также влияют на состояние окружающей среды и уровень безопасности дорожного движения. Кроме того, различные типы фискальных ограничений позволяют получить дополнительные доходы в городской бюджет. Как показывает зарубежный и отечественный опыт, проблема перегруженности УДС в городах не может быть успешно решена за счет применения отдельных частных решений по одному или нескольким из указанных выше направлений. Городская УДС, работающая в режиме перегрузки, может быть приведена в режим «нормального» функционирования (т. е. в режим, обеспечивающий некоторые заданные показатели качества дорожного движения, такие, например, как скорость сообщения, гарантированность доставки и др.) только при условии согласованного применения некоторого пакета мер по всем перечисленным направлениям:

- совершенствование градостроительного планирования и повышение эффективности градостроительной политики;
- строительство и реконструкция дорожной инфраструктуры, улучшение качества ее ремонта и содержания;
- совершенствование логистики и организации перевозок на грузовом автотранспорте;
- совершенствование работы общественного пассажирского транспорта;
- обеспечение соблюдения Правил дорожного движения;
- совершенствование организации дорожного движения;
- реализация парковочной политики;
- введение ограничений на движение автотранспорта.

Рассмотрим для сравнения два пакета, которые являются наиболее популярными в Европе AIMSUN и VISSIM, предназначенные для моделирования трафика на микроуровне. Обозначим их свойства, связанные с областью применения, уровнем детализации транспортной сети, описанием поведения транспортных средств, поддержкой интерфейса с другими имитационными пакетами и возможностями по формированию отчетов и презентаций.

AIMSUN является составной частью имитационной среды GETRAM/AIMSUN, которая представляет собой целый комплекс инструментов для моделирования трафика. Пакет используется в задачах развития и анализа различных систем контроля трафика (как фиксированных, так и изменяющихся) и стратегий управления, по своему функционалу служит для моделирования трафика городских транспортных сетей, автострад и автомагистралей, кольцевых дорог и дорожных разветвлений. Поддерживается возможность управления светофором, управления трафиком путем передачи сообщений о загруженности транспортных линий и узлов и может использоваться, в первую очередь, инженерами в области транспорта и на лиц, занимающихся оптимизацией транспортных сетей и трафика. В пакете отсутствуют ограничения на размер сети. Скорость запуска определяется размером оперативной памяти. Модели поведения транспортных средств определяются функциями от нескольких параметров, что позволяет моделирование различных типов транспортных сред (автомобили, автобусы, грузовики и т. д.), которые потом могут объединяться

в классы. Передвижение транспортных средств реализуется двумя способами: либо по заданным маршрутам и процентному распределению потока, либо согласно заданной матрице корреспонденций. В последнем случае маршрут определяется тремя способами: ранее заложенной информацией, пересчетом маршрута согласно матрице стоимостей и сложившейся ситуации на дороге через определенные интервалы времени или путем динамического пересчета в ходе моделирования [3].

Поведение транспортного средства переопределяется каждую единицу модельного времени. Для смены полосы учитываются все параметры транспортного средства (его габарит, скорость, угол поворота, вес), а также параметры окружающей среды (интенсивность трафика, расстояние до ближайших автомобилей, их скорость, габариты и т. д.). Реализована возможность загрузки модели транспортной сети на макроуровне, что достигается посредством интерфейса с пакетом *emme/2*. В пакете реализована возможность детального сбора статистики о состоянии транспортного потока на любом участке транспортной сети.

Для сравнения пакетов между собой выделим несколько групп критериев:

- показатели, характеризующие возможности транспортной телематики;
- особенности моделирования транспортной сети;
- перечень измеряемых показателей.

Проведем сравнительный анализ, представленный в табл. 1. Можно увидеть, что самым широким спектром возможностей в области управления и контроля трафика обладает пакет VISSIM. В свою очередь AISMUN может адаптивно управлять поездкой в ходе моделирования, меняя маршрут в зависимости от сложившейся на дороге ситуации. Оптимальное транспортное планирование предопределяет не только достаточный уровень мобильности грузов и пассажиров, но и высокий уровень доступности транспортных услуг. Повышение уровня доступности в физическом аспекте связано с совершенствованием транспортных сетей, в экономическом аспекте, с повышением эффективности функционирования транспорта систем и их ориентацией на социальные показатели развития общества [4].

Развитие методов транспортного моделирования связано с совершенствованием формализации и прогнозирования подвижности населения, выбора способа осуществления поездки. Особое значение имеют исследования, связанные с уточнением зависимости интенсивности дорожного движения от многочисленных факторов, связанных не только с параметрами УДС как с временными и погодными факторами, но и с социально-экономическими условиями деятельности населения. Общепринятым является, описание состояния транспортной системы с точки зрения распределения транспортных потоков в ней являются матрицы корреспонденций. Элементы матриц корреспонденций – это количество поездок между парами транспортных районов, выделяемых на основе функционального районирования моделируемой территории, которое предусмотрено генеральным планом развития города и другими нормативными планировочными документами. В общем случае исследование транспортных систем городов необходимо оценить потенциал городской территории с точки зрения генерации транспортного спроса.

По табл. 2 можно сделать вывод, что пакеты также отличаются между собой деталями учета некоторых особенностей транспортной сети и предоставляют разные возможности фиксации показателей. Можно отметить, что лидером по степени детализации и имеет самые широкие возможности в сборе информации о транспортной сети и окружающей ее среды является VISSIM.

Пространственный анализ различной территориальной информации о городской структуре позволяет сделать выводы о потенциальных проблемах действующей транспортной системы. Кроме анализа и последующего построения характеристик транспортного спроса, для создания качественных инструментов выработки управленческих решений по формированию эффективной, безопасной и устойчивой транспортной системы города необходимо создание системы мониторинга состояния и условий движения на улично-дорожной сети города. От качества проводимого мониторинга и последующих расчетов по оценке состояния и условий движения участников и ТС зависит адекватность создаваемых

моделей с помощью средств имитационного моделирования, а также адекватность полученных результатов исследования улично-дорожной сети.

Таблица 1

Анализ возможностей пакетов VISSIM и AIMSUN

	Сигналы светофора «зеленая волна»	Приоритет общественного транспорта	Въезд на магистрали	Контроль трафика на автостраде	Управление инцидентами	Сигналы сообщений о переменных	Информация о региональном трафике	Статическая маршрутизация	Динамическая маршрутизация	Парковка	Информация об обществ. транспорте	Стоимость простоя	Адаптивное управление поездкой	Системы автомат. магистралей	Поддержка пешеходов и велосипедистов	Датчики автомобилей	Детекторы автомобилей
VISSIM	+	+	+	+	+		+			+				+	+	+	
AIMSUN	+	+		+		+	+	+	+	+		+				+	

Таблица 2

Моделирование особенностей транспортной сети и её характеристика в VISSIM и AIMSUN

	Модальное разбиение	Парковка автомобилей	Время поездки	Разброс времени поездки	Пешеходы	Взаимодействие с пешеходами	Общественный транспорт	Регулярность общественного транспорта	Скорость	Загор	Выделение CO ₂	Уровень зашумления	Расход топлива	Безопасность магистралей	Время коллизий магистралей	Перегрузка магистралей	Коммерческие транспортные средства
VISSIM	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
AIMSUN	+	+		+			+		+		+		+				

Литература

1. *Беляев В.М.* Организация автомобильных перевозок и безопасность движения/ учеб. пособие М.:МАДИ, 2014 – 204 с.
2. *Власов В. М., Ефименко Д. Б., Богумил В. Н.* Информационные технологии на автомобильном транспорте : учебник для студентов учреждений высшего образования / Под ред. Власова В.М. учебник. – М.: Академия, 2014 – 255 с.
3. *Трофименко, Ю. В.* Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: Монография / Ю. В. Трофименков, М. Р. Якимов.– М. : Логос, 2013.– 447 с.
4. *Вакман С.А.* Информационные технологии в управлении городским общественным пассажирским транспортом (задачи, опыт, проблемы) / Под ред. Ваксман С.А. – Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2012. – 250 с.

УДК 656.09

Анна Геннадьевна Меланко, аспирант,
главный специалист Управления АСУ ТК
(Национальный исследовательский универси-
тет «Высшая школа экономики» Москва)
E-mail: amelanko@hse.ru,
melanko@ppp-transport.ru
Михаил Львович Ямшанов,
начальник Управления АСУ ТК
(ФКУ «Ространсmodernизация»)
E-mail: yamshanov@ppp-transport.ru

Anna Gennadievna Melanko, postgraduate,
chief expert of the Department of the ISA of the
RF TSSR (National Research University «Higher School
of Economics», Moscow)
E-mail: amelanko@hse.ru,
melanko@ppp-transport.ru
Mikhail Lvovich Yamshanov,
head of the Department of the ISA of the RF TSSR
(FTI «Rostransmodernizatsia»)
E-mail: yamshanov@ppp-transport.ru

**ТРАНСПОРТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННО-
АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ (АСУ ТК)**

**TRANSPORT MODELING IN THE INFORMATIONAL ANALYTICAL SYSTEM OF THE
RUSSIAN FEDERATION TRANSPORT SECTOR STATE REGULATION
(ISA OF THE RF TSSR)**

В работе выполнен краткий обзор европейских комплексных систем транспортного планирования и моделирования, рассмотрена их функциональная структура и принцип взаимодействия элементов. Выявлено, что данные системы представляют собой комплекс взаимосвязанных математических моделей с различной степенью детализации данных. Рассмотрен подход к формированию комплексной системы транспортного планирования в России в рамках АСУ ТК. Определены основные составляющие элементы комплексной системы транспортного планирования, приведено их функциональное описание. Реализация непосредственно элементов моделирования грузовых и пассажирских потоков предусмотрена в 2017-2018 годах.

Ключевые слова: транспортное моделирование, Минтранс России, АСУ ТК, грузовые перевозки, пассажирские перевозки, транспортная сеть.

This article describes current state of European integrated system of transport planning and modelling, considers their functional structure and the interaction principle between the elements. As a rule, these systems represent a set of interrelated mathematical models with different degree of data detail. Approaches to develop of integrated system of transport planning in Russia in the framework of the ISA of the RF TSSR were considered. In this article describes the main components of the integrated system of transport planning, considers their functional structure. The direct simulation elements of freight and passenger flows will be implemented in 2017-2018.

Keywords: transport modeling, Mintrans Russia, ISA of the RF TSSR, freight transportation, passenger transportation, transportation network.

Для Российской Федерации с её обширной территорией эффективное функционирование транспортной системы – залог роста национальной экономики. Государственная политика в области транспорта, федеральные целевые и адресные программы, стратегии развития определяют будущую архитектуру транспортной системы в целом, ее способность обеспечить устойчивый экономический рост.

Эффективность планируемых мероприятий в рамках той или иной государственной программы развития должна являться приоритетом для государственных органов, задействованных в ее реализации. Для анализа данных мероприятий необходимо использовать инструмент, позволяющий оценить последствия принятия тех или иных стратегических решений. В России в качестве подобного инструмента анализа и оценки государственных мероприятий и политики в области транспорта может служить информационно-аналитическая система регулирования на транспорте (АСУ ТК), создаваемая Минтрансом России в рамках федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России». Система комплексного транспортного планирования, реализуемая в рамках АСУ ТК, учитывает, как специфику развития транспортного комплекса Российской Федерации, так и передовые разработки других стран в области транспортного планирования и моделирования.

Европейский опыт в области разработки и использования транспортных моделей весьма значителен. В начале 2000-х годов активно разрабатывались транспортные модели

грузовых перевозок в отдельных европейских странах: Швеции, Норвегии, Дании, Италии и т. д. [1] и модели пассажирских перевозок [2]. Наибольший интерес представляют трансевропейские сетевые транспортные модели, такие как HIGH-TOOL, TRANS-TOOLS, TRIMODE и др.

Модель **HIGH-TOOL** предназначена для стратегической оценки экономического, социального и экологического воздействия транспортной политики, разрабатываемой Европейской Комиссией. Входные и выходные показатели модели продиктованы целями политики по переходу к низкоуглеродной экономике в 2050 году, прописанными в Белой Книге 2011 (White Paper 2011) и Дорожной карте. Модель разработана на программном обеспечении с открытым кодом [3].

Модель HIGH-TOOL состоит из трех основных элементов:

- набор функциональных модулей;
- хранилище данных;
- пользовательский интерфейс для применения модели и обеспечения доступа к результатам оценки.

Функциональные модули, составляющие основу системы моделирования, охватывают следующие области:

- 1) население и трудовые ресурсы;
- 2) экономика и природные ресурсы;
- 3) спрос на пассажирские перевозки;
- 4) спрос на грузовые перевозки;
- 5) данные о транспортных средствах;
- 6) окружающая среда и экология;
- 7) безопасность.

Модель HIGH-TOOL позволяет анализировать и оценивать последствия реализации отдельного мероприятия транспортной политики, комбинации мероприятий или последствия изменений параметров транспортной политики.

Модель также позволяет анализировать планируемые мероприятия с точки зрения временного аспекта (с 2015 по 2050 г.) и географии (страны и регионы Европы).

Принцип моделирования, заложенный в HIGH-TOOL, заключается в последовательном выполнении следующих шагов [4]:

1. Прогноз численности населения и трудовых ресурсов на период до 2050 г. с шагом 5 лет. Прогноз рассчитывается для каждой страны-члена Евросоюза, а также для Норвегии и Швейцарии на основе данных о рождаемости, ожидаемой продолжительности жизни, миграции согласно базовому сценарию Европейской Комиссии (EU Reference Scenario 2013).

2. Прогнозные значения численности населения, а также данные за предыдущий период о транспортных средствах, спросе на пассажирские и грузовые перевозки составляют основу для расчета объема производства и требуемого количества факторов производства. Ряд влияющих факторов задается экзогенно согласно базовому сценарию Европейской Комиссии (EU Reference Scenario 2013).

3. На основе данных за предыдущий период о спросе на пассажирские и грузовые перевозки, а также данных о численности населения и экономических показателях рассчитываемого года определяется потребность в транспортных средствах.

4. Определение прогнозных значений спроса на пассажирские перевозки производится на основе данных о численности населения (шаг 1), данных об экономике (шаг 2) и потребности в транспортных средствах (шаг 3).

5. Определение прогнозных значений спроса на грузовые перевозки производится на основе данных об экономике (шаг 2) и потребности в транспортных средствах (шаг 3).

6. Прогнозные значения для каждого из функциональных модулей, полученные на предыдущих шагах, являются основой для определения степени воздействия транспортного комплекса на экологию и безопасность на период до 2050 г.

Таким образом, модель HIGH-TOOL предназначена для предварительного отбора альтернативных вариантов политики, которые в дальнейшем могут быть оценены в более детализированных моделях, таких как TRANSTOOLS и TRIMODE.

TRANS-TOOLS (TOOLS for Transport Forecasting And Scenario testing), комплексный инструмент, представляющий собой модель европейской транспортной сети, разработанную в рамках проектов, финансируемых Институтом перспективных технологических исследований (Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), входящим в состав Центра Совместных Исследований Европейской Комиссии (Joint Research Centre of the European Commission (ECJRC)), и Генеральным директором по мобильности и транспорту Европейской комиссии (DG TREN) [5].

TRANS-TOOLS включает в себя модели пассажирских и грузовых перевозок, а также интермодальные перевозки. В настоящее время разработана третья версия TRANS-TOOLS – ТТЗ, которая является усовершенствованной версией предыдущих ТТ1 и ТТ2.

ТТЗ выполняет следующие функции [6]:

1. Анализ общеевропейской транспортной политики.
2. Анализ TENT- проектов – исследований, целью которых является обеспечение единства и доступности трансъвропейской транспортной сети.
3. Детальный анализ грузовых и пассажирских общеевропейских перевозок (по секторам).
4. Обеспечение связи с региональными и национальными экспертизами проектов, используемых внутри стран-участниц ЕС.

В целях оценки и анализа стоимости, объемов перевозок и воздействующих на них внешних шоков в ТТЗ реализованы модели железнодорожных, морских и воздушных перевозок с высокой детализацией данных.

Одной из особенностей ТТЗ является возможность ее свободного использования и наличие открытой архитектуры программного решения, что существенно упрощает доступ потенциальных пользователей и разработчиков к модели.

Разработка ТТЗ осуществляется на базе научно-исследовательской деятельности ведущих европейских университетов, что позволяет ей вбирать передовые технологии в области транспортного моделирования. Таким образом, TRANS-TOOLS – это ГИС-приложение, использующее независимые программные модули, разработанные различными исследовательскими группами.

TRANS-TOOLS используется в качестве основной модели анализа воздействия разрабатываемой в ЕС политики. В качестве Центра компетенции по использованию инструментария модели выступает Институт перспективных технологических исследований (IPTS). Он также координирует дальнейшее развитие модели и осуществляет поддержку пользователей.

TRIMODE – комплексная транспортная модель, охватывающая грузовые и пассажирские перевозки по всей Европе. TRIMODE учитывает экономические параметры, оказывающие влияние на транспортный спрос, энергетические потребности и воздействие транспортного комплекса на окружающую среду [7].

Модель разрабатывается по заказу Европейской комиссии с использованием инструментария PTV Visum. Завершение проекта планируется в конце 2019 г., общая продолжительность проекта составляет 43 месяца.

Методология построения модели основана на взаимосвязи пяти ее компонентов:

- 1) сеть личного и межрегионального общественного транспорта, в том числе модуль выбора маршрута движения;
- 2) модель спроса на пассажирские перевозки;
- 3) модель спроса на грузовые перевозки;
- 4) модель развития экономики, включающая такие параметры, как экономический рост, численность населения, безработица, торговля и др.

5) энергетическая модель, учитывающая стоимость и расход топлива, объемы выбросов углекислого газа, уровень загрязнения, состояние парка транспортных средств. Взаимосвязи компонентов модели представлены на рис. 1.

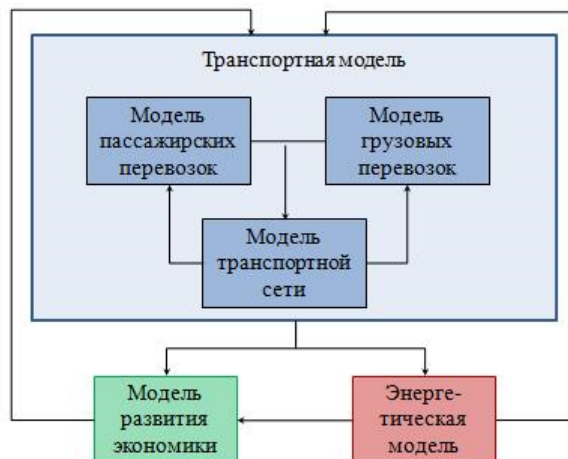


Рис. 1. Взаимосвязи компонентов модели TRIMODE

Модели пассажирских и грузовых перевозок представляют собой матрицу корреспонденций пассажиро- и грузопотоков с учетом их модального расщепления.

Период прогнозирования не ограничен 2050 г. и при необходимости может быть увеличен. Модель TRIMODE будет являться основой для оценки различных сценариев транспортной политики комплексного развития инфраструктуры Евросоюза в привязке к основным социально-экономическим показателям развития территорий.

Разработкой модели занимается ассоциация из 8-ми компаний из 4-х стран Европы, возглавляемая итальянской компанией Trasporti e Territorio (TRT), специализирующейся на анализе и оценке транспортной политики. TRT непосредственно отвечает за разработку общей структуры модели, а также за разработку, реализацию и калибровку моделей пассажирских и грузовых перевозок [8].

Рассмотренные выше, а также аналогичные европейские транспортные модели, как правило, представляют собой комплекс взаимоувязанных математических моделей с различной степенью детализации. Согласно исследованию, проведенному авторами de Jong G., Gunn H.F. и Walker W. [1], следует разделять модели с высокой степенью детализации (например, модели прогнозирования спроса на грузовые и пассажирские перевозки) и модели с низкой степенью детализации, предназначенные для анализа сценариев стратегических инициатив в области транспортной политики, а также оценки воздействия внешних шоков в рамках анализируемых сценариев. Для подобных моделей характерно оперирование агрегированной информацией и необходимость учета большого количества факторов.

Подобный принцип разделения моделей по степени детализации обрабатываемых данных применяется для построения системы комплексного транспортного планирования в информационно-аналитической системе регулирования на транспорте (АСУ ТК).

Согласно концепции создания АСУ ТК, выделено две ключевые задачи данной системы [9]:

1. Создание системы информационно-аналитического обеспечения органов государственного управления транспортным комплексом, которая основывается на автоматизации формализуемых процессов, направленных на сбор и консолидацию данных, подготовку нормативной и оперативной отчетности;
2. Создание комплексной системы транспортного планирования на основе транспортных балансов, моделирования и прогнозирования транспортных потоков.

С 1 января 2017 г. введена в эксплуатацию первая очередь АСУ ТК, включающая в себя 15 функциональных задач, а также платформенные подсистемы и обеспечивающую

инфраструктуру. Количество активных пользователей в настоящий момент составляет более 4,3 тыс. человек. Для решения профессиональных задач АСУ ТК используют сотрудники непосредственно Минтранса России, а также сотрудники подведомственных ему Федеральных агентств и Федеральной службы по надзору в сфере транспорта, субъекты Российской Федерации.

Необходимость решения задачи моделирования грузовых и пассажирских потоков в Минтрансе России обусловлена, прежде всего, потребностью обоснования инвестиций в развитие транспортного комплекса Российской Федерации, а также выработки сбалансированной государственной политики в области транспорта в части развития элементов транспортной сети.

Решение задачи транспортного планирования в АСУ ТК предусматривает создание системы моделирования грузовых и пассажирских потоков, включающей комплекс взаимосвязанных математических моделей, позволяющих рассчитывать параметры перевозочного процесса при задании на вход системы данных о текущих и прогнозных объемах перевозок грузов и пассажиров, о состоянии существующих и перспективных объектов транспортной инфраструктуры, а также текущих и прогнозных экономических параметрах.

Схематичное изображение комплексной системы транспортного планирования в АСУ ТК представлено на рис. 2.



Рис. 2. Формирование комплексной системы транспортного планирования в АСУ ТК

При решении задачи учитывается комплексный подход к созданию АСУ ТК: объединение элементов на базе централизованного хранения данных, ведения нормативно-справочной информации, применения единых технологических стандартов и принципов разработки приложений, а также сбор данных из внешних и внутренних источников.

Комплексная система транспортного планирования основана на следующих элементах:

- 1) единый реестр объектов транспортной инфраструктуры;
- 2) текущий и прогнозный баланс пассажирских перевозок;
- 3) текущий и прогнозный транспортно-экономический баланс;
- 4) данные о текущей загрузке транспортной сети;

- 5) социально-экономические и статистические данные по транспортным районам;
- 6) данные о перспективном состоянии транспортной сети;
- 7) комплекс взаимосвязанных транспортных и экономических моделей.

В настоящий момент основные элементы, необходимые для построения модели транспортной сети и моделирования грузовых и пассажирских потоков, уже реализованы.

Единый реестр объектов транспортной инфраструктуры является системообразующим элементом АСУ ТК. Он построен на базе разработанного классификатора объектов транспортной инфраструктуры и представляет собой единую информационную модель описания транспортного комплекса, а также создаваемый на базе этой модели описания справочник объектов. Основная особенность построения информационной модели заключается в возможности связывания между собой элементов транспортного комплекса, например объектов между собой, объектов с субъектами, а также формирование сложных элементов транспортного комплекса из более простых. Для создания реестра использовалась информация из ведомственных информационных систем, таких как ИАС ГА «Аэродромы» и «Реестр эксплуатантов и воздушных судов» Росавиации, КИИС «MoPe» и «Электронный реестр судов» Росморречфлота, «Единый реестр разрешительных документов» Ространснадзора, информационные системы ОАО «РЖД» и др.

Развитием Реестра в целях моделирования грузовых и пассажирских потоков будет построение и картографическое отображение с использованием геоинформационной подсистемы АСУ ТК графа транспортной сети, включающего граф железнодорожных, автомобильных и водных путей.

Успешно функционирует задача **формирования и ведения пассажирского баланса**. На основе персональных данных пассажиров, которые согласно 16-ФЗ передаются перевозчиками по всем видам транспорта в Автоматизированные централизованные базы персональных данных о пассажирах и персонале (экипаже) транспортных средств (АЦБПДП) в составе Единой государственной системы обеспечения транспортной безопасности (ЕГИС ОТБ), путем нормализации, обезличивания и статистической обработки формируются матрицы корреспонденций. На основе этих матриц корреспонденций, а также иных справочных данных (справочников перевозчиков, остановочных пунктов, расписаний, маршрутов, общероссийских классификаторов, тарифов, ставок, индексов, экономических показателей и прочего) в АСУ ТК выполняется формирование пассажирского баланса, включающего в себя такие составляющие, как нормализованная маршрутная сеть, объемные и качественные характеристики пассажирских перевозок, а также характеристики рынков пассажирских перевозок. С помощью разработанных инструментов аналитики Минтранса России, департаментов и агентств по видам транспорта могут работать с данными по всем видам транспорта с различной степенью агрегации (страны, федеральные округа, субъекты РФ, населенные и остановочные пункты) и с подробной детализацией до перевозчиков и конкретных маршрутов.

В рамках АСУ ТК решена **задача прогнозирования пассажиропотоков в межрегиональном сообщении**. Информационной основой прогнозирования пассажиропотоков в АСУ ТК являются данные межрегионального пассажирского баланса и прогнозы социально-экономического развития Минэкономразвития России и иные справочные данные.

Программное обеспечение и пользовательский интерфейс позволяют формировать различные сценарии прогноза пассажиропотока, основываясь на различных версиях исходных данных и параметрах прогнозирования; выполнять анализ промежуточных результатов прогнозирования, в том числе сравнение различных версий прогноза на выбранных направлениях.

Оценка грузовой базы выполняется в рамках **задачи формирования и ведения транспортно-экономического баланса Российской Федерации (ТЭБ)**.

ТЭБ описывает фактические и прогнозные объемы и корреспонденции грузовых перевозок между транспортными районами страны различными видами транспорта. В каче-

стве транспортных районов выступают субъекты РФ или районы дислокации крупных грузоправителей в субъекте (3–5 зон), рассматривается укрупненная номенклатура грузов – до 10 родов грузов. Сходимость баланса проверяется при помощи построения балансовых уравнений, отражающих соответствие объемов выпуска и потребления продукции в тоннах.

Для построения ТЭБ используется экономическая статистическая информация Росстата, ведомственная экономическая статистика, транспортная статистика по объемам перевозок грузов различными видами транспорта. Следует отметить, что ввиду использования разных справочников номенклатуры грузов различными видами транспорта, для построения ТЭБ была выполнена работа по гармонизации номенклатуры грузов – приведение всей грузовой базы к гармонизированной номенклатуре грузов ГНГ ТЭБ.

Прогнозные значения объемов перевозок были построены на основании сценарных условий и прогнозных оценок Минэкономразвития России – экономических индексов развития экономики по видам экономической деятельности, а также региональных индексов экономического развития по видам экономической деятельности.

В рамках ТЭБ решена задача модельного расщепления грузопотока по видам транспорта, а также назначения данных потоков на транспортную сеть.

Данные о текущей загрузке транспортной сети представлены в виде фактической **интенсивности транспортного потока на автомобильных дорогах РФ**. Разработанное программное обеспечение позволяет агрегировать информацию о количестве легкового и грузового автотранспорта, поступающую с пунктов учета интенсивности движения (ПУИД). Дальнейшее развитие данной функциональной задачи будет заключаться в обеспечении АСУ ТК данными об интенсивности движения не только в точках, где расположены ПУИДы, но и на участках, что позволит осуществлять калибровку транспортно-экономического баланса в части автотранспортных перевозок.

Для обеспечения системы моделирования АСУ ТК данными справочного и статистического характера применительно к субъектам Российской Федерации, а также сформированным внутри субъекта транспортным районам будет разработан **Транспортный паспорт региона**. Он должен обеспечивать представление фактических показателей транспортной работы в субъекте РФ – объемы перевозок, грузопотоки по участкам и узлам транспортной сети, их загрузка, узкие места, фактические скорости, показатели надежности и безопасности перевозок. Транспортный паспорт региона также будет включать основные социально-экономические показатели субъекта РФ.

Данные о мероприятиях по развитию объектов транспортной инфраструктуры будут поступать из подсистемы «**Управления программами и проектами**», а также из информационной базы, формируемой в рамках решения функциональной задачи «Информационно-аналитическая поддержка Схемы территориального планирования» АСУ ТК.

Реализация непосредственно элементов моделирования грузовых и пассажирских потоков предусмотрена протокольными решениями Минтранса России в 2017–2018 годах. Одна из приоритетных задач моделирования заключается в выявлении «узких мест» в транспортной сети, в частности, определение достаточности наличных и планируемых пропускных и провозных способностей участков транспортной сети, а также перерабатывающей способности объектов транспортной инфраструктуры при увеличении объемов грузовых и пассажирских перевозок по заданным направлениям перевозок (матрицам корреспонденций), анализ влияния дополнительных объемов перевозок на возникновение новых «узких мест».

Функциональная задача моделирования будет состоять из не менее 1500 транспортных районов. Зона моделирования будет включать в себя территорию всей Российской Федерации, а также территории государств-участников СНГ, всех сопредельных государств, государств азиатско-тихоокеанского региона и Средней Азии, а также всех европейских государств (в том числе Турцию).

Пользовательский интерфейс будет позволять оценивать не только существующие сценарии развития транспортной инфраструктуры, предполагаемые федеральными целевыми программами, но и позволит формировать новые сценарии с набором необходимых качественных и количественных характеристик.

Все вышеописанные элементы в совокупности создают единое информационное пространство, формируя комплексную систему транспортного планирования, создание которой предусмотрено Транспортной стратегией Российской Федерации. Она позволит повысить качество информационно-справочного обеспечения сотрудников Министерства, обеспечит подготовку обоснованных предложений по развитию элементов транспортной инфраструктуры, а также даст возможность оценки результатов реализации мероприятий и поддержки принятия решений по корректировке программ и планов их реализации.

Литература

1. *de Jong G., Gunn H.F. and Walker W.* National and international freight transport models: overview and ideas for further development. *Transport Reviews*. 2004. 24 (1). P. 103-124.
2. European Commission. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on Action by Member States Concerning Public Service Requirements and the Award of Public Service Contracts in Passenger Transport by Rail, Road and Inland Waterways. COM. 2000. 7. Final, Brussels.
3. HIGH-TOOL. Deliverable D10.5. Final Report. URL: http://www.high-tool.eu/public_content/downloads/HT_Final_Report.pdf (дата обращения: 18.05.2017).
4. HIGH-TOOL. Final version. URL: http://www.high-tool.eu/index.php?id=project&entry=3&sub_entry=8 (дата обращения: 18.05.2017).
5. TRANS-TOOLS Model. URL: http://energy.jrc.ec.europa.eu/transtools/TT_model.html (дата обращения: 18.05.2017).
6. Transtools3 at a Glance. URL: <http://transtools3.eu/about> (дата обращения: 18.05.2017).
7. PTV Group. TRIMODE, the European transport model. URL: <http://www.ptvgroup.com/en/service-support/solution-setup/trimode-the-european-transport-model/> (дата обращения: 18.05.2017).
8. TRT. TRIMODE Project. URL: http://www.trt.it/en/PROGETTI/trimode_project/ (дата обращения: 18.05.2017).
9. Концепция создания автоматизированной системы управления транспортным комплексом. URL: <https://asutk.ru/Pages/Общая%20информация%20об%20АСУ%20ТК.aspx> (дата обращения: 18.05.2017).

УДК 656.1/5

Роман Вахидович Мельников
Ведущий транспортный инженер
(ООО «НПО «Транспорт»)
E-mail: rmelnikov@npotrans.ru

Roman Vakhidovich Melnikov
Senior transport engineer
(LLC «NPO «Transport»)
E-mail: rmelnikov@npotrans.ru

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА НА СЛОЖНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ПРОВЕДЕНИЮ ЧЕМПИОНАТА МИРА ПО ФУТБОЛУ FIFA 2018 г.

INDIVIDUAL APPROACH TO TRANSPORT SIMULATION ON COMPLEX ELEMENTS OF INFRASTRUCTURE FOR THE PREPARATION HOLDING OF FIFA WORLD CUP 2018

Предметом исследования являются методы моделирования транспортных потоков при планировании транспортного обеспечения крупных массовых спортивных мероприятий. В статье рассмотрены основные аспекты моделирования движения транспортных потоков на сложных элементах инфраструктуры, на которых образуются очереди из транспортных средств. Показано, что стандартными методами данная задача решается некорректно. Предложено решение указанной задачи с помощью разработки скрипта. Рассмотренные алгоритмы также могут применяться при моделировании пунктов контроля проезда транспорта в охраняемые зоны на крупных массовых мероприятиях, пунктов взимания платы на платных участках автомобильных дорог, въездов/выездов на привокзальные площади аэропортов и ж/д вокзалов через оборудованные терминалы.

Ключевые слова: транспортное планирование, моделирование движения транспортных потоков, мега-событие, скрипт, транспортное обслуживание, моделирование транспортного КПП.

The subject of the study are methods of transport simulation for the preparation and planning of sports mega-events. The article considers the basic elements of transport modeling on complex elements of the infrastructure, on which queues are formed. Shown, that standard methods solve the problem incorrectly. The solution of the problem is proposed using a script. The algorithms considered can also be used for transport simulation of complex elements of the infrastructure such as vehicle screening area on mega-event, toll plaza, checkpoint at the railway terminal or airport.

Keywords: transport planning, transport simulation, mega-event, script, transport service, transport checkpoint simulation.

Летом 2017 года в четырех городах России пройдет Кубок Конфедераций по футболу (далее КК-2017). Это мероприятие является во многом подготовительным к одному из главных спортивных событий – Чемпионату мира по футболу (далее ЧМ-2018), который в 2018 году пройдет в одиннадцати городах России.

Проведение столь крупных мероприятий требует комплексного подхода к транспортному обеспечению. Каждый город, который будет принимать матчи Чемпионата, разработал План управления перевозками (далее ПУП), содержащий детальный конкретный план работы всей транспортной системы города на период проведения Чемпионата. Неотъемлемым инструментом при разработке ПУП является моделирование движения транспортных и пешеходных потоков [1, 2, 3].

Специалистами ООО «НПО «Транспорт» были выполнены проекты по разработке Плана управления перевозками в период проведения Чемпионата мира по футболу в 2018 г. для городов-организаторов: Москва, Нижний Новгород, Ростов-на-Дону, а также Объединенного операционного транспортного плана Кубка Конфедераций FIFA 2017 года и Чемпионата мира по футболу FIFA 2018 года в Российской Федерации. В рамках разработки ПУП городов-организаторов использовалось как макро-, так и микромоделирование. В частности, макромоделирование использовалось для оценки функционирования транспортной системы города с учетом:

- дополнительного спроса со стороны гостей города;
- временных перекрытий и изменений схем ОДД;
- новых маршрутов ГПТ;
- введения выделенных полос для движения автобусов-шаттлов, ГПТ и транспорта клиентских групп FIFA и др.

Микромоделирование использовалось для оценки функционирования элементов транспортной и пешеходной инфраструктуры в условиях повышенных нагрузок на основных объектах, задействованных во время проведения ЧМ-2018, таких как: аэропорты, станции метрополитена, ж/д вокзалы, «последняя миля» стадиона и площадки фестиваля болельщиков. В данной статье хотелось бы остановиться на микромоделировании сложных элементов в районе «последней мили» стадиона.

При моделировании движения транспортных и пешеходных потоков в районе «последней мили» стадиона имеются некоторые особенности, а именно:

- разделение потоков на клиентские группы (каждая клиентская группа имеет свои маршруты и расписание движения);
- неравномерность процессов прибытия и убытия;
- возрастание плотности транспортных и пешеходных потоков по мере приближения к стадиону;
- разделение моделируемой зоны на периметры;
- наличие элементов задержки транспортных и пешеходных потоков на границах периметров (досмотровые группы, пункты проверки билетов).

Каждый стадион ЧМ-2018 расположен внутри нескольких периметров, в которых действуют различные ограничения и правила перемещения. Так, например, в районе стадиона выделяется четыре периметра: внутренний периметр безопасности стадиона, внешний периметр безопасности стадиона, транспортный периметр и предварительный транспортный периметр.

Обобщенная структура периметров вокруг стадионов ЧМ-2018 показана на рис. 1. Такая структура периметров должна быть применена к каждому стадиону с учетом местных особенностей и ограничений, а также обоснований по наиболее рациональной организации движения транспортных и пешеходных потоков [1].

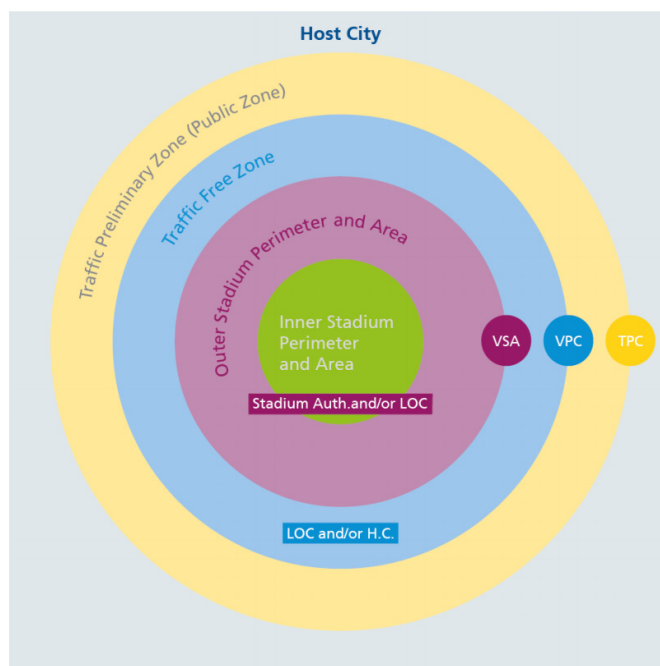


Рис. 1. Структура периметров вокруг стадиона ЧМ-2018 [1]

На границе периметров расположены элементы задержки движения, где осуществляется досмотр транспорта и пешеходов. Для транспортных средств это – пункт контроля предварительного транспортного периметра TPC, пункт контроля транспортного периметра VPC, площадка досмотра транспорта VSA; для пешеходов – проходные группы стадиона и турникеты.

Перед указанными элементами предполагается образование очередей, соответственно, предусмотрено обустройство накопительных площадок для пешеходов и транспорта. Моделирование движения потоков через указанные элементы позволяет определить достаточное количество дорогостоящего досмотрового оборудования, а также оценить размеры накопительных площадок, которые необходимо обустроить для комфортного и безопасного пребывания в очередях. Качественное моделирование позволяет оценить затраты на оборудование указанных сложных элементов инфраструктуры. Соответственно, некачественные расчеты могут привести либо к недооценке, либо к переоценке необходимого количества оборудования и размеров накопительных площадок. В первом случае это может привести к некачественному обслуживанию гостей ЧМ-2018, которые будут вынуждены длительное время пребывать в очередях, находясь при этом на тесных накопительных площадках. Во втором случае некачественные расчеты обернутся необоснованными затратами на покупку и обустройство досмотровых пунктов, а также строительство и обустройство накопительных площадок с излишними размерами.

Таким образом, моделирование движения транспортных и пешеходных потоков через пункты задержки является одним из ключевых элементов при подготовке к проведению КК-2017 и ЧМ-2018.

Инженеры ООО «НПО «Транспорт» при моделировании движения транспортных и пешеходных потоков в пределах «последней мили» стадиона используют современное немецкое программное обеспечение PTV Vision VISSIM с дополнительным модулем пешеходного движения VISWALK. В данной статье на примере конкретного объекта раскрываются некоторые особенности разработки модели, содержащие элементы задержек.

В качестве примера рассмотрим один из пунктов досмотра автотранспорта и пассажиров (VSA5) на стадионе «Лужники» в г. Москве, расположенный на въезде во внешний периметр безопасности стадиона с Лужнецкой набережной. На рис. 2 представлена схема движения транспорта и пешеходов, а также основные характеристики VSA5 на стадионе «Лужники».

Площадка досмотра транспорта VSA5 оборудована 9 досмотровыми полосами для легкового транспорта и 5 досмотровыми полосами для автобусов. Непосредственно перед зоной досмотра расположена зона ожидания (накопительная площадка). Подъезд к зоне ожидания осуществляется по улице, имеющей две полосы движения в каждом направлении. По правой полосе подъезжает легковой транспорт, по левой – автобусы.

При разработке модели в программном комплексе PTV Vision VISSIM [4] необходимо назначить маршрут движения для каждой досмотровой полосы и задать значения относительной нагрузки для каждого маршрута, в соответствии с которыми транспортные средства (далее ТС) будут распределяться, выбирая ту или иную досмотровую полосу. При этом специфика моделирования в PTV Vision VISSIM такова, что маршрут движения присваивается транспортному средству в момент его появления в сети. И вне зависимости от текущей транспортной ситуации, ТС будет двигаться по заранее присвоенному маршруту. Данный фактор может приводить к «неадекватному» поведению ТС, при котором будут образовываться очереди в одни досмотровые полосы, в то время как другие полосы будут свободны. На рис. 3 представлена визуализация процесса моделирования проезда через VSA5 с использованием стандартных методов разработки модели.



Рис. 2. Схема движения транспорта и пешеходов с основными характеристиками VSA5 на стадионе «Лужники»

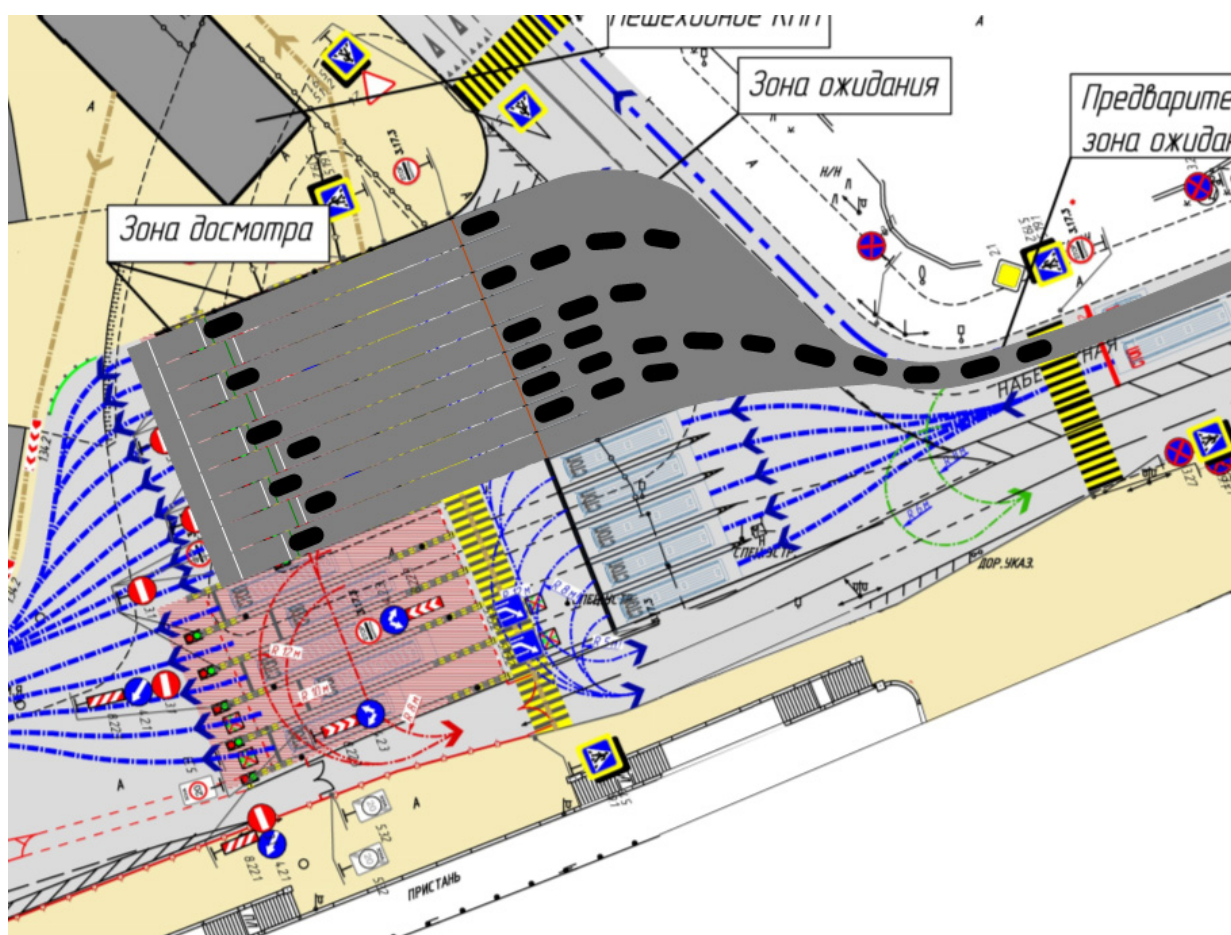


Рис. 3. Визуализация процесса моделирования проезда через VSA5 с использованием стандартных методов разработки модели

Из-за указанной выше специфики наблюдается некорректная работа досмотровой площадки. Более того, в связи с тем, что очередь в одну из досмотровых полос вышла за пределы зоны ожидания, произошло блокирование подъездного пути. Подъезжающие транспортные средства вынуждены дожидаться момента разблокировки подъездного пути, в то время как имеются свободные досмотровые полосы. Очевидно, что процесс проезда моделируется некорректно и использовать такие результаты расчетов в планировании недопустимо.

Однако, в PTV Vision VISSIM реализована возможность использования COM-интерфейса [5], который позволяет с помощью скрипт-языков существенно расширить возможности программного продукта.

Для того чтобы решить задачу корректного моделирования процесса проезда через досмотровую площадку, автором был разработан скрипт, схема работы которого представлена на рис. 4.

При подъезде автомобиля к заранее определенному сечению начинает реализовываться следующий алгоритм. Определяется количество транспортных средств, находящихся в очередях в каждую из досмотровых полос. Затем из полос с минимальным значением величины очереди выделяется ближайшая, и именно туда направляется транспортное средство. Таким образом, моделируется реалистичное поведение водителя автомобиля, который при подъезде к зоне ожидания (накопительной площадке) визуально оценивает величину очередей на каждой досмотровой полосе и выбирает наименьшую и ближайшую очередь (досмотровую полосу). На рис. 5 представлена визуализация процесса моделирования проезда через VSA5 на стадионе «Лужники» с использованием скрипта.

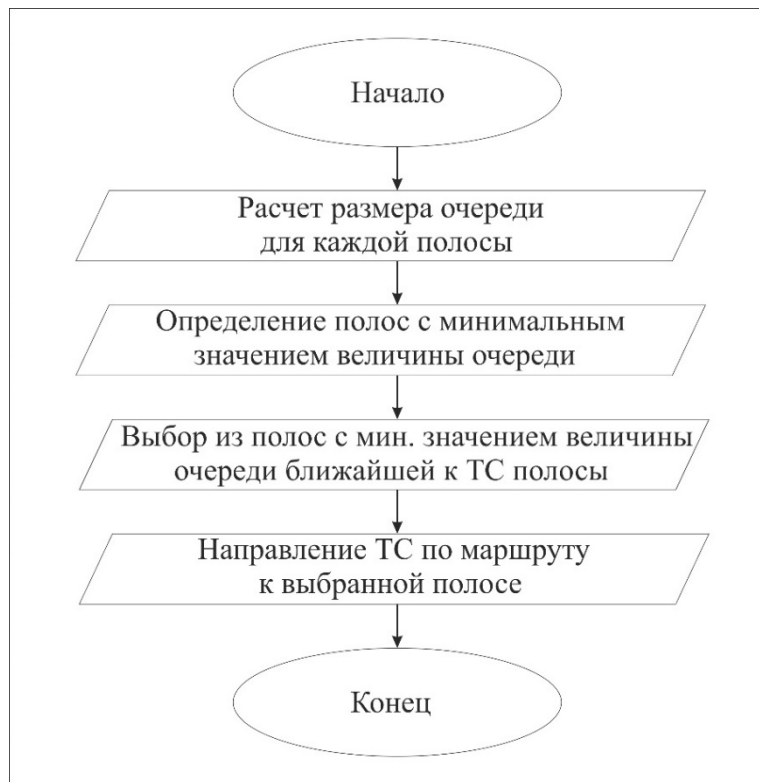


Рис. 4. Алгоритм работы скрипта для подъезжающих к зоне ожидания транспортных средств

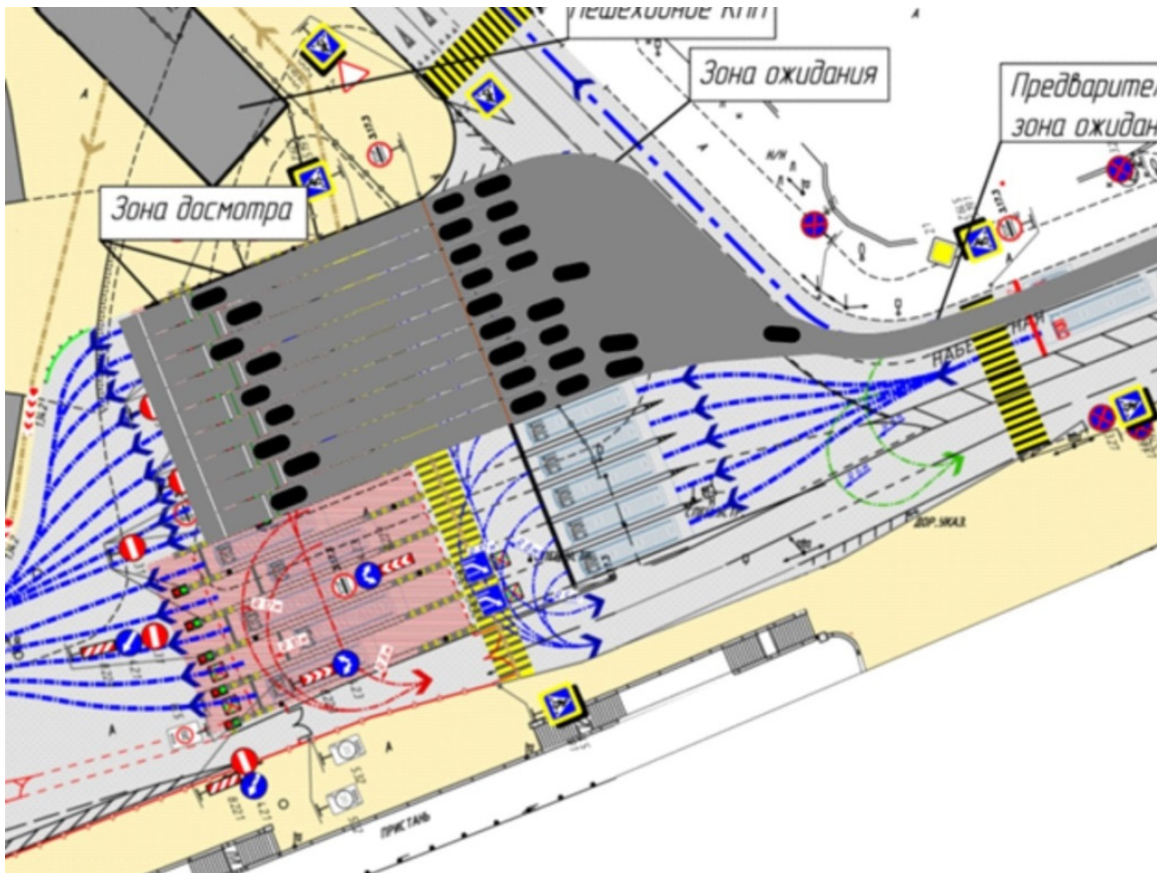


Рис. 5. Визуализация процесса моделирования проезда через VSA5 на стадионе «Лужники» с использованием скрипта

Как видно из рис. 5, автомобили заполняют досмотровые полосы достаточно равномерно. В отличие от примера, представленного на рис. 3, блокирование подъездного пути при моделировании с использованием скрипта не наблюдается, и зона ожидания (досмотровая площадка) имеет запас пространства. Важно отметить, что количество автомобилей и интенсивность движения на рисунках 3 и 5 одинаковые.

Таким образом, использование рассматриваемого скрипта позволяет корректно моделировать сложные элементы инфраструктуры и использовать результаты расчетов в планировании.

При разработке ПУП городов-организаторов КК-2017 и ЧМ-2018 моделирование также использовалось для оценки функционирования элементов инфраструктуры при нештатных ситуациях. Примером такой ситуации является временное перекрытие одной или нескольких досмотровых полос. Решить задачу моделирования подобной ситуации стандартными средствами достаточно проблематично, поэтому было решено модернизировать описанный ранее скрипт.

Суть модернизации скрипта заключалась в том, чтобы программа могла распознавать досмотровые полосы, которые временно перекрывались (и снова открывались) для движения. Перекрытие полос (и обратное открытие) было реализовано с помощью созданного пользовательского атрибута «Полоса_Активна» с типом данных «bool», созданного для отрезков. В случае если значение атрибута равно «Правда» – полоса открыта, и наоборот. Те полосы, которые были «отключены» с помощью скрипта, игнорировались при распределении ТС по маршрутам к досмотровым полосам. На рис. 6 представлена визуализация процесса моделирования проезда через VSA5 на стадионе «Лужники» с использованием скрипта с учетом перекрытия одной из досмотровых полос непосредственно во время имитации.

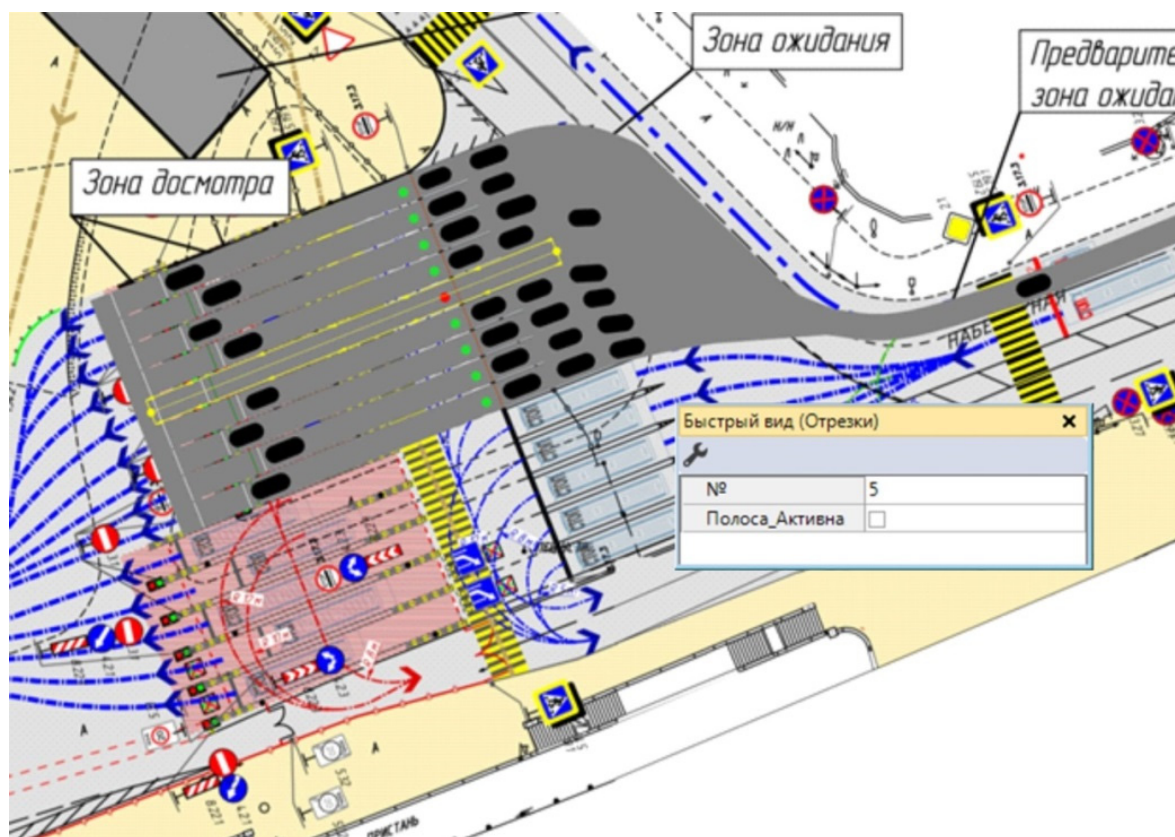


Рис. 6. Визуализация процесса моделирования проезда через VSA5 на стадионе «Лужники» с использованием скрипта с учетом перекрытия одной из досмотровых полос во время имитации

При отключении досмотровой полосы (т. е. в момент присвоения атрибуту «Полоса_Активна» значения «Ложь»), подъезжающие ТС начинают воспринимать полосу как заблокированную и игнорируют ее при выборе маршрута. При разблокировке полосы (т. е. в момент присвоения атрибуту «Полоса_Активна» значения «Правда»), подъезжающие ТС вновь начинают ее заполнять. Таким образом, в процессе имитации становится возможным проигрывание различных интерактивных сценариев.

Из рисунка 6 видно, что процесс проезда через досмотровую площадку в условиях временного перекрытия досмотровой полосы моделируется корректно. Таким образом, используя описанный скрипт в совокупности с созданием пользовательских атрибутов, появляется возможность моделировать движение транспорта на сложных элементах инфраструктуры. При этом имеется возможность проверки работы объектов в условиях нештатных ситуаций.

Используя описанные алгоритмы, имеется возможность моделировать движение на различных сложных объектах транспортной инфраструктуры:

- пункты контроля проезда транспорта в охраняемые зоны на крупных массовых мероприятиях, в том числе спортивных;
- пункты взимания платы на платных участках автомобильных дорог;
- въезды/выезды на привокзальные площади аэропортов и ж/д вокзалов через оборудованные терминалы.

Литература

1. Мельников Р.В. Моделирование пешеходных потоков при подготовке к проведению мега-событий // Инженерный вестник Дона, 2017, № 2.
2. «Концепция транспортного обеспечения чемпионата мира по футболу FIFA 2018 года в России», Министерство транспорта Российской Федерации.
3. Зырянов В.В. Моделирование при транспортном обслуживании мега-события // Инженерный вестник Дона, 2011, № 4.
4. PTV VISSIM 8.0 User Manual, 2015 PTV AG, Karlsruhe.
5. Introduction to COM API – Documentation VISSIM 8.0, 2015 PTV AG, Karlsruhe.

УДК 656

Татьяна Анатольевна Менухова,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский горный университет)
E-mail: men-ta@yandex.ru

Tatiana Menukhova, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint-Petersburg Mining University)
E-mail: men-ta@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПОСРЕДСТВОМ ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРЕВОЗОК ЧЕРЕЗ ЕДИНЫЙ ЦЕНТР

INCREASE OF EFFICIENCY OF OPERATION OF VEHICLES DUE TO TRANSPORT PLANNING THROUGH THE SINGLE CENTER

В статье предлагается создание единого центра по управлению перевозками. Это позволило бы распределять заказы с учетом географического расположения грузообразующих пунктов и местонахождения транспортных средств и соответственно, выполнять требования по перевозкам, используя ресурсы перевозчиков с наибольшей эффективностью, упорядочить и оптимизировать транспортные потоки, частично вывести с дорог нерационально эксплуатируемый подвижной состав.

Ключевые слова: диспетчерский центр, планирование, грузовые перевозки, автотранспортные средства.

The article proposes the creation of a single center for traffic management. This will allow to distribute orders taking into account the geographical location of the cargo-forming points and the location of vehicles, to fulfill transportation requirements, using the resources of carriers with the greatest efficiency, to streamline and optimize transport flows, to partially remove inefficiently operated rolling stock from the roads.

Keywords: dispatching center, planning, cargo transportation, vehicles.

Увеличение количества грузоотправителей и грузополучателей, связанное с развитием торговых связей в последние годы, определяет высокий спрос на транспортные услуги. То обстоятельство, что в настоящее время выбор перевозчика осуществляется самим потребителем транспортных услуг, который самостоятельно производит поиск транспортной компании и принимает решение, оценив малое количество альтернатив, приводит к образованию хаотичных транспортных потоков.

Для поиска перевозчика в среде Интернет используются многочисленные форумы, сайты, тендерные площадки, однако, их базы данных по подвижному составу и перевозчикам ничтожно малы (тендерные площадки, сайты) либо отсутствуют вовсе (форумы).

Создание и функционирование Единого центра по управлению перевозками позволило бы упорядочить и оптимизировать транспортные потоки.

На рис. 1 представлены основные принципы функционирования Единого центра.

Важным этапом при планировании перевозок грузов является определение требуемого количества автомобилей n -ой грузоподъемности для выполнения требований по поступающим заявкам. Планирование перевозок на дальние расстояния имеет свои особенности. При перевозках крупных партий грузов предпочтение должно отдаваться автомобилям с наибольшей грузоподъемностью [1, 2], поскольку это обеспечивает возможность доставки требуемого объема груза с наименьшим пробегом подвижного состава. Однако следует иметь в виду обстоятельства:

— в России начала действовать система взимания платы в счет возмещения вреда, причиняемого автомобильным дорогам общего пользования федерального значения транспортными средствами, имеющими разрешенную (Платон) [3], следовательно, может оказаться эффективным использование автомобилей с максимальной массой в пределах 12 т;

— большое количество населенных пунктов, находящихся в российской глубинке, не имеют дорог с хорошим дорожным покрытием, в связи с чем накладывается ограничение по грузоподъемности автомобилей.

Процедура выбора автомобилей включает автоматическое определение местонахождения подвижного состава и его удаленности от пунктов отправления.

Планирование выполняется с учетом условий [4]:

$$\sum_{i=1}^m w_{ij} x_{ij} = Q_j, \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

где w_{ij} – производительность подвижного состава; x_{ij} – требуемое количество автомобилей; i – группа автомобилей с одинаковой производительностью; j – номер заявки; Q_j – объем требования по перевозке.

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$$

и критериальной функции:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

где c_{ij} – затраты на перевозку.

Поскольку вариантов сочетаний $q_{ij} x_{ij}$ и $c_{ij} x_{ij}$ на практике может оказаться множество, алгоритм должен быть автоматизирован в программной среде [1, 2].

Предполагается сочетание в алгоритме выбора подвижного состава двухходов: выбор трассы маршрута под оптимальную грузоподъемность подвижного состава и выбор автомобилей под трассу, обеспечивающую минимальный пробег.

При построении автомобильных маршрутов учитываются возможные пути проезда подвижного состава, нагрузки на ось, закрытие дорог на просушку весной, ограничение проезда в связи с ремонтными работами, размер платы на участках маршрута по системе «Платон».

При смешанных перевозках дополнительно учитываются затраты времени и расходы на выполнение операций по перегрузке груза и временному хранению в пунктах перевалки с одного вида транспорта на другой.



Основные принципы функционирования Единого центра по управлению перевозками

В программной среде решается вопрос о выборе наиболее эффективной схемы доставки груза из альтернатив. Схемы доставки сравниваются по нескольким критериям [5]: расходы на перевозку, время доставки, надежность доставки по каждой схеме по срокам доставки, по сохранности груза, дополнительные параметры, заявленные потребителем транспортных услуг.

Планирование перевозок через Единый центр позволит распределять заказы с учетом географического расположения грузообразующих пунктов и местонахождения транспортных средств и соответственно, выполнять требования по перевозкам, используя ресурсы перевозчиков с наибольшей эффективностью, оптимизировать транспортные потоки, частично вывести с дорог нерационально эксплуатируемый подвижной состав.

Литература

1. Менухова Т.А. Методика определения потребного количества автомобилей в условиях ограниченного интервала времени доставки грузов // Записки Горного института. 2014. №209. С. 189-192.
2. Menukhova T.A. Algorithm of automated distribution of automobiles, used in an interurban communication, on request // Life Science Journal. 2014. 11(10s). С. 304-306.
3. <http://platon.ru>.
4. Menukhova T. The annual and operational planning of optimal freight capacity for vehicles and forwarding companies. 2nd International Scientific Conference «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches»: Papers of the International Scientific Conference. February 18-19, 2013. Stuttgart, Germany: ORT Publishing, 2013. P. 112-114.
5. Menukhova T.A. Using of Regionalization Techniques to Select Optimal Routes Based on Criteria of Road Features // Transportation Research Procedia, 2017. 20C. P. 436-442.

УДК 625.7/8

Дмитрий Михайлович Немчинов,
канд. техн. наук, доцент
ООО «ТрансИнжПроект»
Email: ndmdom@yandex.ru

Dmitri Mikchailovich Nemchinov
PhD of Sci. Tech., Associate Professor
ООО «TransInzhProekt»
Email: ndmdom@yandex.ru

КОЛЬЦЕВЫЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ СО СПИРАЛЬНЫМИ ПОЛОСАМИ ДВИЖЕНИЯ

CIRCULAR INTERSECTION WITH SPIRAL LANES

В статье представлены предложения по адаптации кольцевых пересечений со спиральными полосами движения к российским условиям. Сформулирована область применения кольцевых пересечений со спиральной разметкой с учётом изменения числа конфликтных точек, а также обязательные требования, которые необходимо выполнить при проектировании кольцевых пересечений со спиральной разметкой. Проанализированы два варианта устройства спиральных полос движения – американский и европейский. Предложены пути реализации обоих подходов. Проведён анализ типов разделителей спиральных полос движения и предложены варианты, адаптированные для российских условий, с учётом требований зимнего содержания. Выполнены расчёты для построения турбокольцевого пересечения с разделителем шириной 1,2 м. Предложены критерии для подбора материалов для разделителей.

The article presents proposals on the adaptation of turboroundabouts of traffic to Russian conditions. The area of application of turboroundabouts is formulated taking into account the change in the number of conflict points, as well as the mandatory requirements that must be met when designing turboroundabouts. Two variants of turboroundabouts, American and European, are analyzed. The ways of implementing both approaches are suggested. The analysis of types of separators of spiral lanes is carried out and the variants adapted for the Russian conditions are offered, taking into account the requirements of winter maintenance. Calculations have been made for constructing a turboroundabouts with a 1.2 m wide divider. Criteria have been proposed for selecting materials for separators.

Введение

В целях повышения безопасности и пропускной способности кольцевых пересечений в разных странах применяют различные схемы организации движения транспортных

средств по спирали – с помощью спиральной разметки или строительства спиральных полос движения на кольце. Анализ, проведённый в этой работе, показал целесообразность замены термина «спиральная разметка» на «спиральные полосы движения». Такой термин более точно отражает суть кольцевых пересечений с движением транспорта по спирали в случае применения широких разделителей с мощением или даже посевом травы.

Область применения спиральной разметки и общие требования

Кольцевые пересечения со спиральными полосами движения (спиральные кольцевые пересечения) – могут быть реализованы в виде кольцевых пересечений со спиральной разметкой или выделенных спиральных полос движения разделителями.

Кольцевые пересечения со спиральными полосами движения могут применяться для снижения влияния неравномерности интенсивности движения транспортных потоков по различным въездам кольцевого пересечения, а также некоторой экономии средств на строительство многополосных кольцевых пересечений, снижения числа перестроений на кольцах.

Основные особенности кольцевого пересечения со спиральными полосами движения [1]:

- распределения автомобилей по полосам движения перед въездом на кольцевое пересечение в зависимости от направления, в котором они хотят выехать
- у пересечения две или более полос движения;
- нужная полоса движения должна быть выбрана прежде, чем водитель въедет на пересечение;
- въезжая на кольцевое пересечение, водитель должен уступить дорогу автомобилям, двигающимся по кругу, и при необходимости пересечь максимум 2 полосы движения;
- в пределах кольцевого пересечения никакое переплетение или перестроение не возможны;
- с кольцевого пересечения можно съехать только на один выезд раньше, что предполагает меньшее число конфликтных точек (рис. 1).

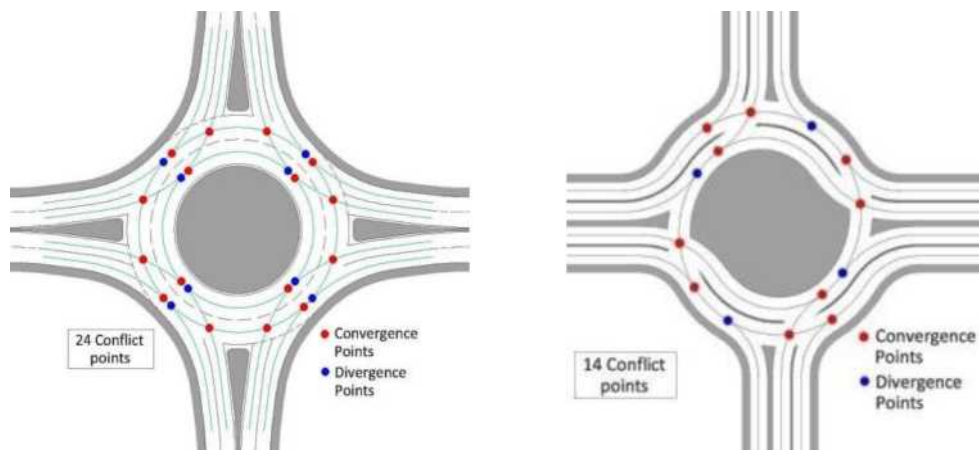


Рис. 1. Схема кольцевого пересечения со спиральными полосами движения и конфликтных точек на таком пересечении

Факторы, которые следует учитывать при определении конфигурации кольцевого пересечения со спиральными полосами движения:

- интенсивность движения;
- среднее время задержки на въезде;
- потребность в выделении земельного участка;
- инвестиционные затраты.

Основные элементы кольцевого пересечения со спиральными полосами движения приведены на рис. 2 [1].

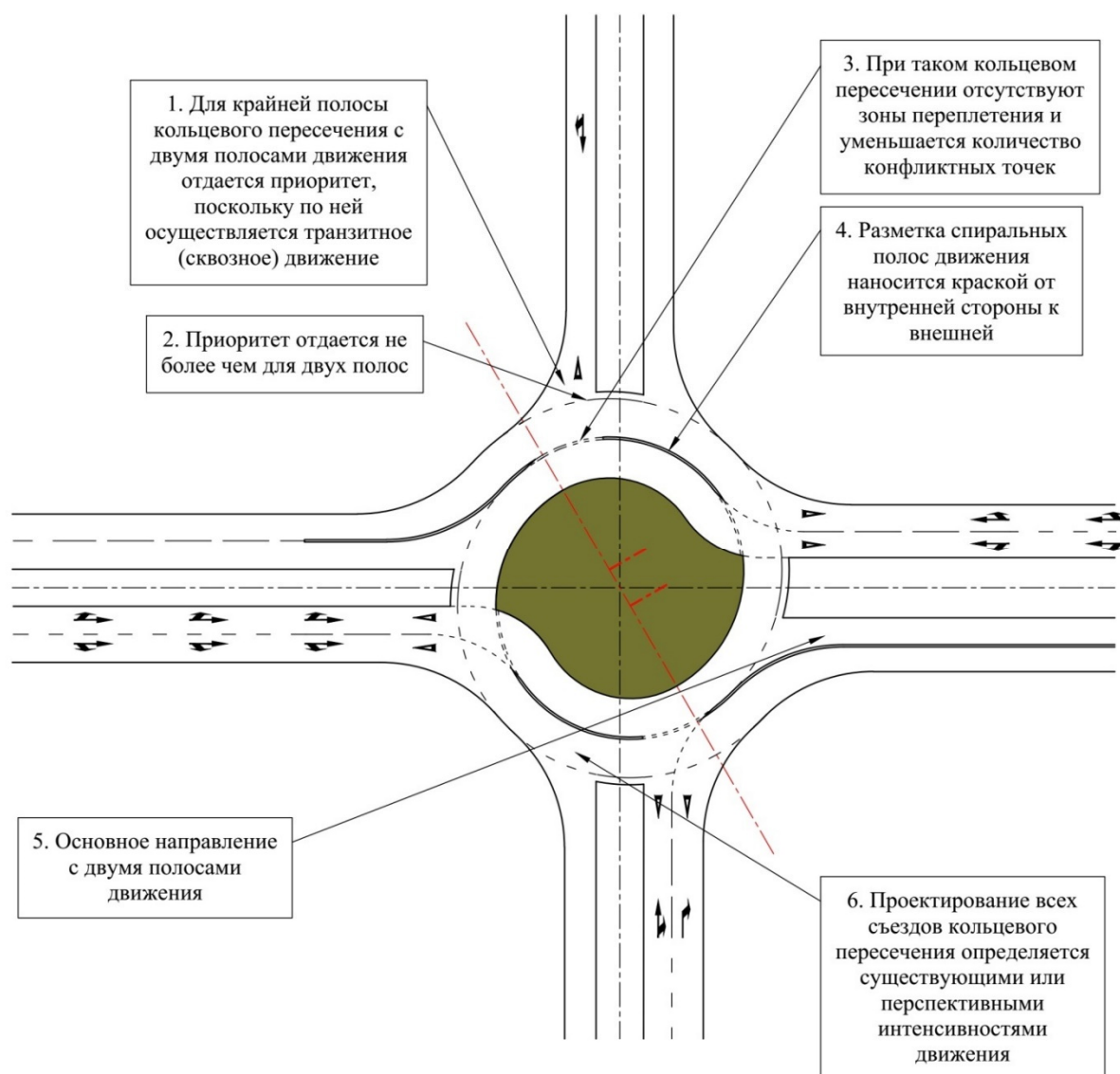


Рис. 2. Основные элементы кольцевого пересечения со спиральной разметкой

Геометрические параметры и построение

На кольцевых пересечениях со спиральными полосами движения должны быть выполнены следующие обязательные требования к конфигурации, планировочным решениям и геометрическим элементам [1, 2]:

- Спиральные полосы движения плавно направляют движение с внутренней части на внешнюю, исключая возникновения перехлестов или подрезаний на кольцевом пересечении.
- Расчётная скорость на кольцевом пересечении со спиральными полосами движения должна быть не более 40 км/ч.
- Устраивается, как минимум, один въезд во вторую полосу, на центральном островке.
- Как минимум на двух въездах (одно направление на трехстороннем кольцевом пересечении) водители уступают движение двум, но не более, полосам.
- Соединение спиральных элементов следует производить переходными кривыми с переменным радиусом, такими как клотоида или иные кривые с аналогичными функциями, соответствующими фактическим траекториям движения транспортных средств по кольцевым пересечениям.

– Минимальный радиус внутренней кромки внутренней полосы движения, как правило, должен быть не менее 12 м. Допускается уменьшать указанный радиус до 10,5 м в стеснённых условиях – как минимальный радиус для автопоезда (А16).

– Ширина полосы движения на каждом элементе (полукольце) спиральной разметки должна быть установлена в зависимости от радиуса такого элемента спиральной разметки и принятого в зависимости от состава транспортного потока расчётного автомобиля.

– Начало внутренней полосы движения должно обеспечивать возможность выполнения технологических операций по содержанию автомобильной дороги и минимизировать возможность накопления мусора. При наличии закругления начала внутренней полосы его радиус следует принимать не менее 12 м.

– Центральный островок должен состоять, как правило, из двух частей: непроезжаемой основной части и краевой полосы (апрона) с дорожной одеждой, отличающейся от покрытия основной кольцевой проезжей части (как правило, мощение), приподнятой относительно основной проезжей части так, чтобы препятствовать проезду легковых автомобилей и допускать заезд длинномерных транспортных средств (тягачей с полуприцепами, грузовых автомобилей с прицепами, трёхосных и сочленённых автобусов). Ширина краевой полосы центрального островка (апрона) должна приниматься по общим правилам, установленным для всех кольцевых пересечений.

Ширину полосы движения в зависимости от радиуса следует принимать на основе моделирования или по графику рис. 3.

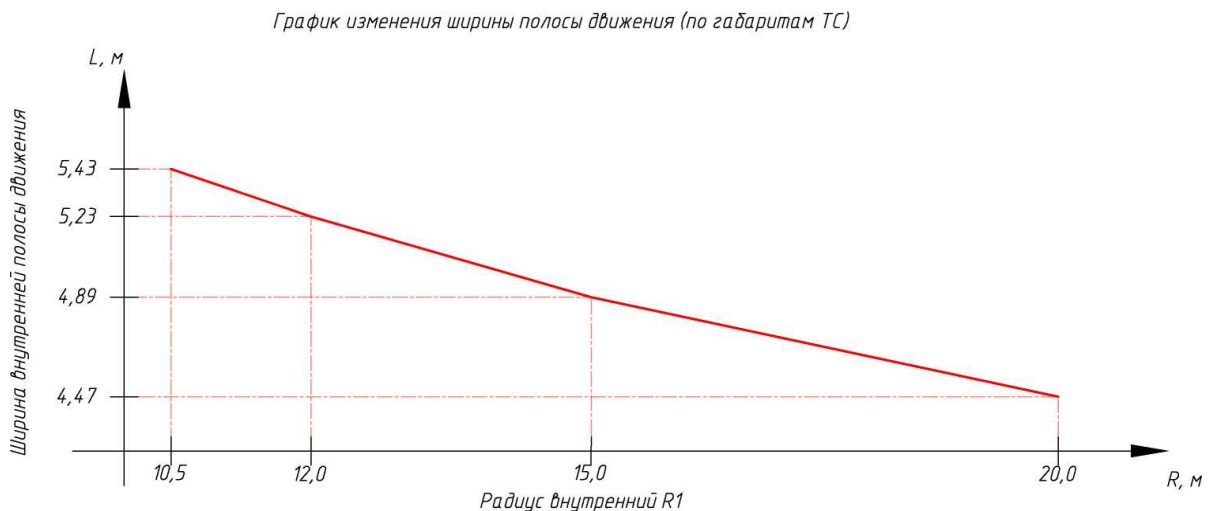


Рис. 3. Зависимость ширины полосы движения от радиуса для расчётного автомобиля А16

Расчётный автомобиль

При проектировании кольцевых пересечений со спиральными полосами движения (турбокольцевых) в Нидерландах и Хорватии в качестве расчётного автомобиля принимается трёхосный автопоезд длиной 16 м (рис. 4) [1, 3, 4]. Учитывая состав транспортного потока аналогичное решение целесообразно и для российских условий.

Разделители полос движения на кольцевой проезжей части

На кольцевых пересечениях со спиральными полосами движения рекомендуется устройство разделителей между полосами движения на кольцевой проезжей части. Это позволяет исключить все конфликтные точки, кроме конфликта на въезде на кольцевое пересечение, и снизить при необходимости скорость движения.

Размещение и выбор конструктивного решения разделителя полос движения на кольцевой проезжей части является критически важным, так как этот элемент должен обеспечивать с одной стороны разделение потоков и препятствовать перестроению на кольцевой проезжей части, с другой – позволять осуществлять технологически операции по зимнему содержанию проезжей части и отвод воды с поверхности покрытия.

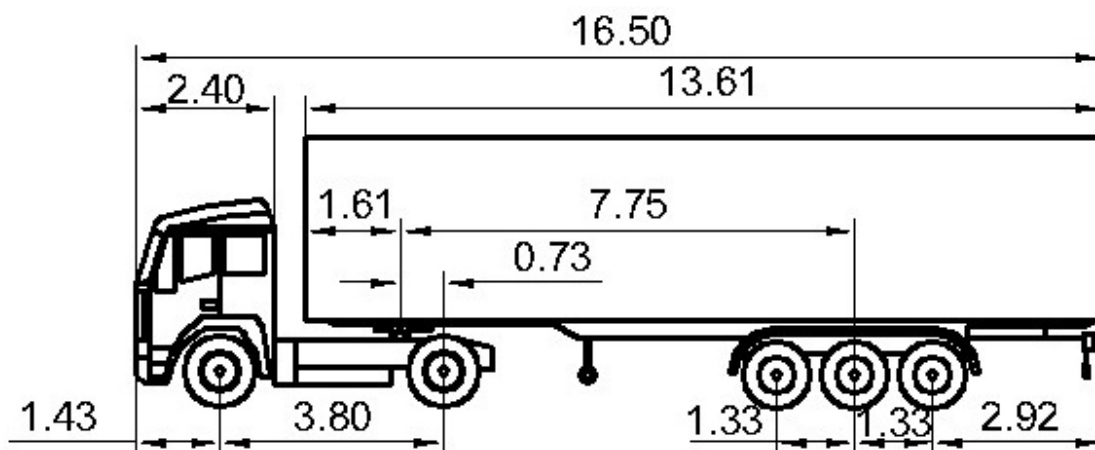


Рис. 4. Расчётный автомобиль А16

Для отвода вода во всех применяемых в разных странах вариантах разделителей при их повышении относительно поверхности проезжей части в разделителях через определённые промежутки устраиваются разрывы для обеспечения стока воды, собираемой с поверхности проезжей части внутренних полос движения. Размеры разрывов и их частота должна определяться расчётом объёма сточных вод и характера их течения (гидравлическим).

В Нидерландах используются разделители, показанные на рис. 5 и 6, в том числе адаптированные под уборку снега при его незначительном количестве.



Рис. 5. Пример начала разделителя спирального кольцевого пересечения в Нидерландах [5]

Из районов, имеющих устойчивый снежный покров, спиральные кольцевые пересечения в настоящее время построены в Канаде [5], США [6], Эстонии, Финляндии, Великобритании [7]. В качестве разделителя применяется дорожная разметка (Эстония, Финляндия), конструктивный разделитель (Канада, Эстония). Разделение полос движения разметкой (Эстония, Финляндия) показало, что в зимнее время функция спиральной разметки не работоспособна и кольцевое пересечение используется как обычное. В связи с этим предложены варианты физического разделения (Канада, Эстония). В Канаде начало разделителя полос движения на кольцевой проезжей части [5] не включает уширенную область, показанную на рис. 7 и 8. Ширина разделителя принята 1,2 м по внешним краям белой линии, между белыми линиями размещено текстурное покрытие.



Рис. 6. Пример разделителя спирального кольцевого пересечения в Нидерландах [5]



Рис. 7. Пример начала разделителя спирального кольцевого пересечения в Канаде [1]

В Словении также использовали для разделения спиральных полос движения широкие разделители с мощением (рис. 9).

В Нидерландах помимо турбоколец были построены кольцевые пересечения со спиральными полосами движения и очень широкими разделителями, названные «турбо-ротонды» (рис. 10).

В Нидерландах и в Словении разделители оборудуют световозвращающими элементами, в Словении – такие световозвращающие элементы размещают на столбиках из гибкого материала, не ломающегося при наезде автомобиля и не наносящего ущерб автомобилю (рис. 11 и 12) [1, 2, 3, 4].



Рис. 8. Пример начала разделителя спирального кольцевого пересечения в Канаде [1]



Рис. 9. Пример турбокольцевого пересечения в Словении

Форма различных типов разделителей полос движения может меняться, исходя из фактических потребностей. В примере на рис. 13 элементы для разделения полос движения приспособлен к использованию машин для уборки снега на дорогах, применяемых в Голландии. То есть форма подбирается таким образом, чтобы обеспечить возможность выполнения операций по содержанию автомобильной дороги и водоотводу.



Рис. 10. Пример «турборотонды» в Нидерландах

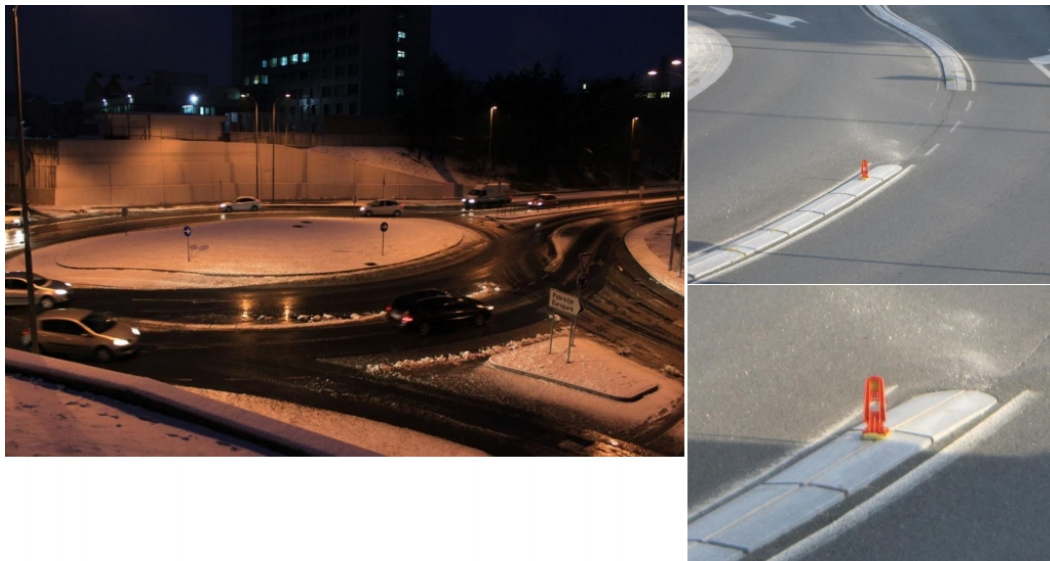


Рис. 11. Пример размещения световозвращающих элементов в Словении

Исходя из изложенного представляется целесообразным предусмотреть обязательное требование, чтобы разделители полос движения на спиральных кольцевых пересечениях создавали физическое воздействие на автомобиль, не опасное по критериям безопасности дорожного движения, но различимое водителем. Для российской эксплуатации в зимних условиях могут быть рекомендованы несколько вариантов разделителей полос движения на турбокольце:

- широкая разделительная полоса между спиральными полосами движения, с шириной разделителя 1,2 м и более, с мощением или озеленением при ширине более 1,5 м;
- разделители с двумя линиями разметки по 0,2 м шириной и конструктивным элементом шириной 0,3 м, адаптированным к работе снегоуборочной техники (требуется проверка применимости на основе анализа парка дорожно-эксплуатационных машин);

– разметка термопластиком, с целью создания вибрации при наезде, типа 1.16.1 и 1.16.2 в соответствии с ГОСТ Р 51256 в виде вытянутого островка, разделяющего транспортные потоки.

- разметка двойной сплошной линией с шириной между внешними кромками линий разметки 0,3 – 0,5 м;
- нарезкой рифлённой полосы вдоль линии разметки разделителя;
- иным методом, создающим вибрацию транспортного средства при переезде такого разделителя.

Все разделители должны быть адаптированы с технологиям зимнего содержания, используемом на участке автомобильной дороги, на котором проектируется спиральное кольцевое пересечение.

Разделители следует оборудовать световозвращающими элементами.



Рис. 12. Пример размещения световозвращающих элементов в Нидерландах [5]

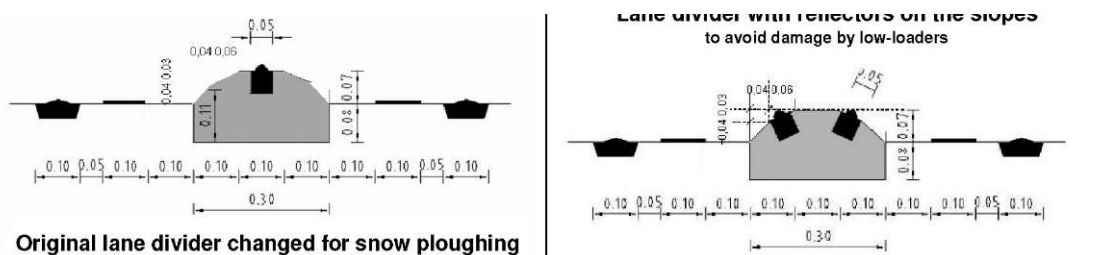


Рис. 13. Типы разделителей полос движения [5]

Методика проектирования спиральной разметки

Представляется целесообразным использовать два метода построения спиральной разметки, включив их в текст разрабатываемого предварительного национального стандарта как рекомендуемое приложение.

Упрощённая спиральная разметка

При упрощённой спиральной разметке на первом этапе строится центральный островок в форме кольца, затем по левой границе левой полосы движения, являющейся касательной к кольцевому центральному островку, устанавливается граница части центрального островка, прерывающего внутреннюю полосу кольцевой проезжей части (рис. 14) [6].

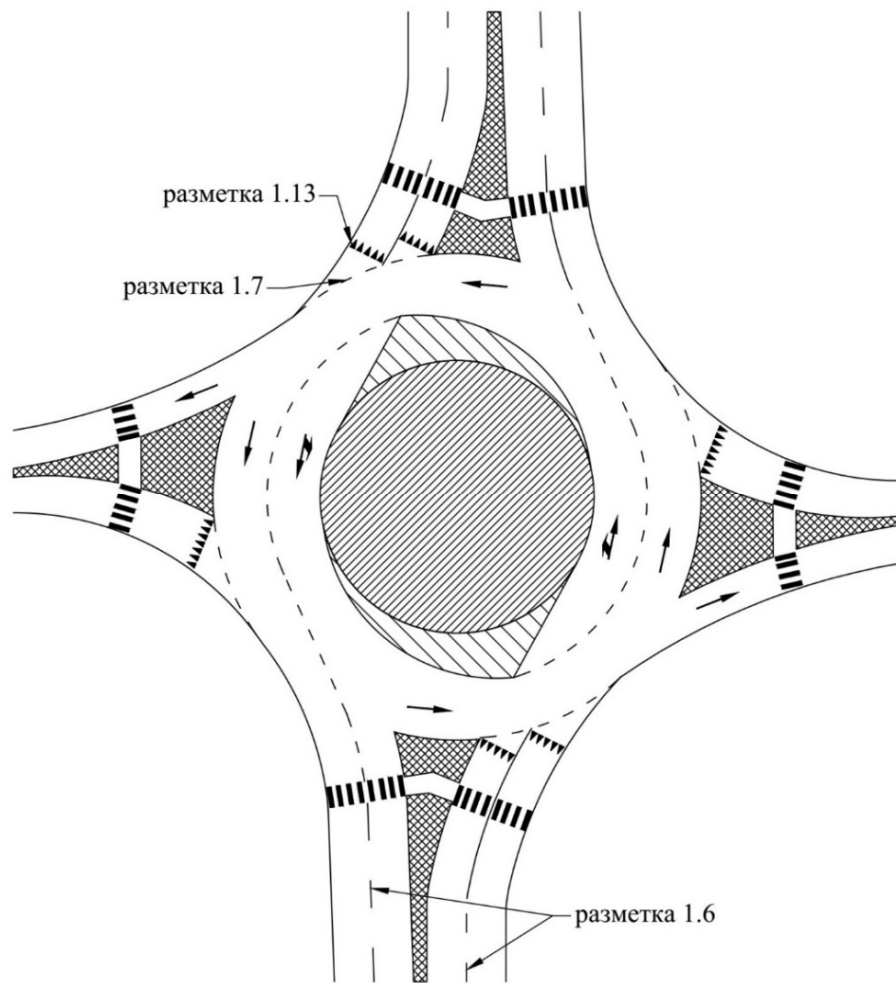


Рис. 14. Пример построения упрощённой спиральной разметки при преобладающем движении транспорта с севера на юг и обратно

Внутренняя полоса кольцевой проезжей части по кривой переменного радиуса (типа клотоиды или иной кривой, соответствующей фактической траектории движения автомобиля) становится внешней.

Спиральная разметка по типу турбокольца

Кольцевые пересечения со спиральными полосами движения по типу турбокольца (турбокольцевые пересечения) включают варианты пересечений, представленные на рис. 15 [1].

Основные геометрические элементы

С точки зрения геометрии турбо кольцевое пересечение состоит из двух (в некоторых случаях – трёх) вложенных спиралей, которые представляют границы полосы движения. Каждая спираль состоит из трех полуколец (1/3 кольца в случае равномерного распределения трёх подходов) с последовательно большими радиусами – каждая следующая дуга имеет радиус больше, чем предыдущая. Когда радиус дуги меняется, центр дуги смещается на соответствующую величину так, что кривая остается непрерывной.

Размер смещения – это ширина одной проезжей части и разделителя, потому что спираль перемещается для одной ширины проезжей части и разделителя каждые 180 градусов. Эскиз, показывающий эти спирали называется ‘турбо блоком’, его использование помогает при проектировании геометрических элементов турбо кольцевого пересечения.

Полукруги встречаются в линии, которая называется осью перевода. У дуг на правой стороне оси перевода есть центр $S_{\text{правый}}$, который выше общего центра кольцевого пересечения; дуги на левой стороне оси перевода имеют центр $S_{\text{левый}}$, который ниже общего центра. Расстояние между центрами дуговых сегментов, называют смещением вдоль оси

перевода (рис. 17). Наклон дуги – расстояние от своего центра до общего центра и, следовательно, половина смещения (рис. 16). Для того чтобы спираль была непрерывной, смещение должно быть равно величине изменения радиуса.

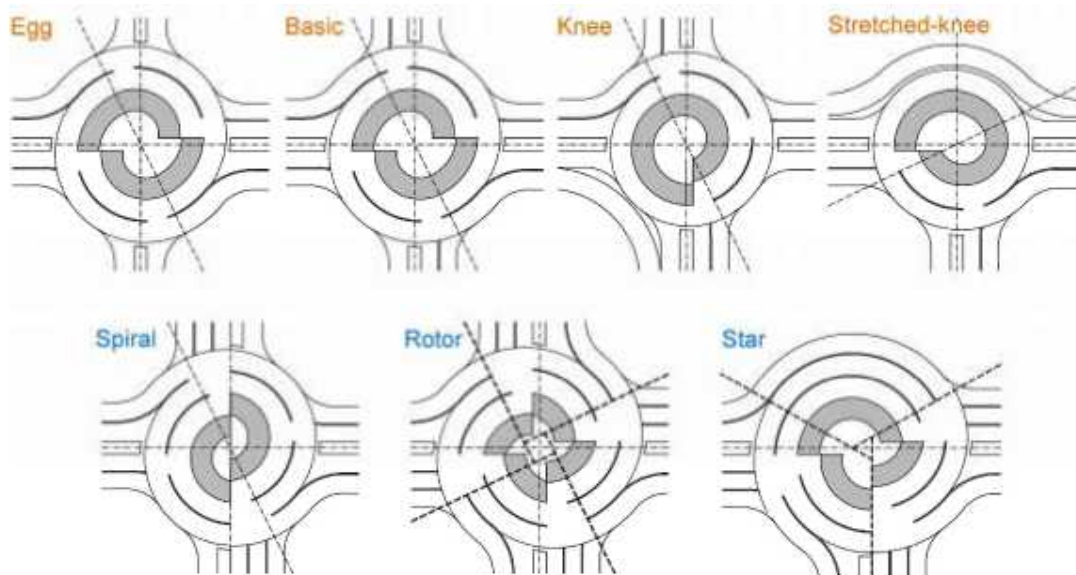


Рис. 15. Варианты турбокольцевых пересечений [5]

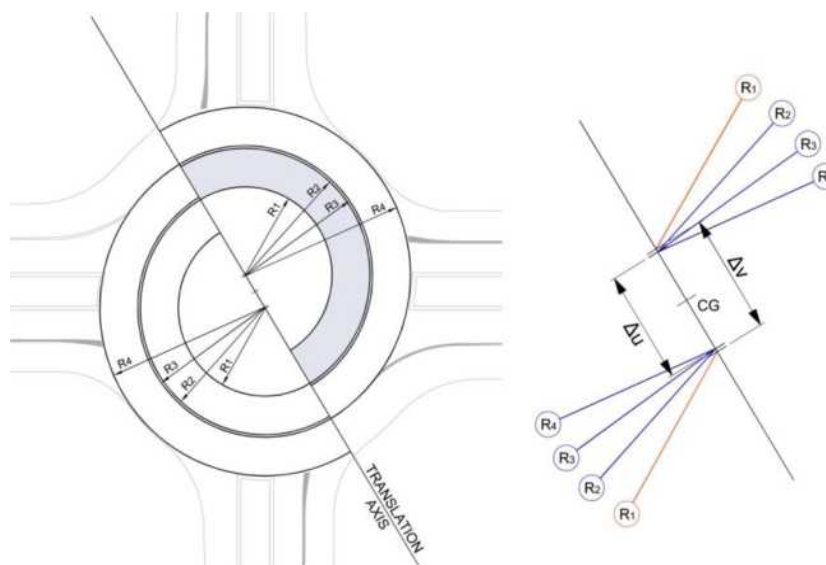


Рис. 16. Общая схема турбокольцевого пересечения

Для исключения обгона легковыми автомобилями друг друга целесообразно включать в состав полосы движения ширину краевой полосы центрального островка (апрона, укрепленной мощением части центрального островка) с внутренней стороны и линии разметки вдоль разделителя.

Внутренний радиус согласно установившемуся опыту европейских стран и в целях формирования стереотипов поведения водителей и их привычек следует, как правило, принимать стандартизированными четырёх основных значений [1, 2, 3, 4]:

$R_i = 10.50$ м – минимальный радиус в стеснённых условиях, при наличии свободного пространства не рекомендуется;

$R_i = 12.00$ м – основной радиус для стандартных турбокольцевых пересечений;

$R_i = 15.00$ м – радиус средних турбокольцевых пересечений с менее жёсткими параметрами ограничения скорости;
 $R_i = 20.00$ м – радиус для крупных турбокольцевых пересечений с большей расчётной скоростью.

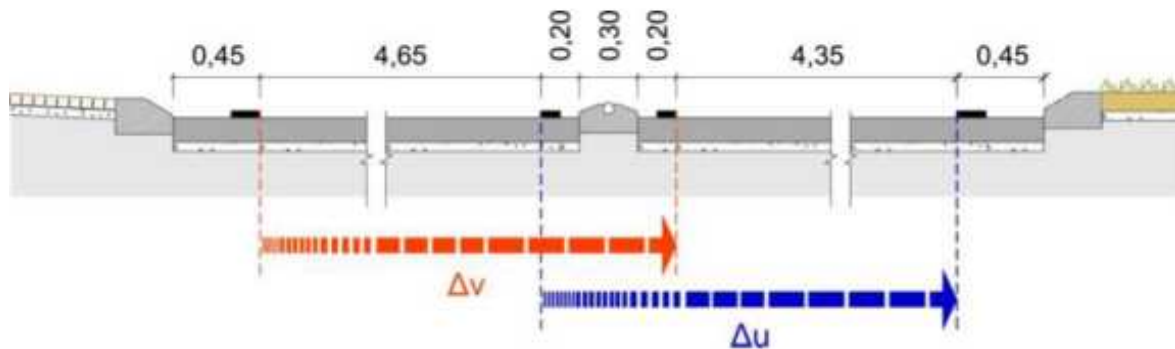


Рис. 17. Пример определения смещения центров дуг спирали

Следующий шаг – определение смещений, которые имеют полосы, и результирующих наклонов для вычерчивания полукруглых дуг.

Поскольку смещения траектории транспортных средств имеют большие значения, когда радиус меньше, ширина внутренней полосы (голландские и хорватские стандарты рекомендуют 4.65 м с учётом краевой полосы центрального островка – апрона, измеряется от линии до линии, или 5.30 м, измеренных от края тротуара до разделителя), на 0.30 м больше, чем ширина внешней полосы.

В отличие от идеальной геометрии, фактическая геометрия спиралей турбо кольцевого пересечения осложняется необходимостью учитывать различные ширины полос движения и ширину разделителя полос движения. Вместо одного центра точки $S_{\text{правый}}$ для полукруглых дуг на правой стороне оси переходного участка есть две центральных точки правой стороны, одна с немного большим смещением, чем другая (рис. 18). Центральная точка с большим смещением используется для внутреннего полукруга, чтобы сделать переход от внутренней полосы к среднему разделителю; другая центральная точка используется для оставшейся спирали. Эти две центральные точки можно увидеть на эскизе турбо блока (см. рис. 19), представленных в качестве примера. Так же, дуги на левой стороне оси переходного участка имеют два центра с немного отличающимися наклонами.

Смещения могут быть вычислены из эскиза поперечного сечения. Принцип расчёта радиусов турбокольца представлен в табл. 1.

Шаг 3 – это расчет радиусов круговых дуг и создание эскиз турбо схемы. В зависимости от необходимости, можно сосредоточиться на спиральных, представляющих дорожные полосы, чьи дуги имеют радиусы $R1$ до $R4$ или спирали, дуги которых представляют границы проезжей части с радиусами $R1$ до $R4$. Табл. 2 показывает основные размеры турбоколец для ширины разделителей 1,2 м, рассчитанные автором работы.

Таблица 1

Принципы расчёта радиусов полуколец спиралей турбокольца

Радиус элемента	Формула расчёта	Пример расчёта ширины (м)
R1		12.00
R2	$R2 = R1 + Li$ (среднее)	$12.00 + 5.15 = 17.15$
R3	$R3 = R2 + Ls$	$17.15 + 1.2 = 18.35$
R4	$R4 = R3 + Le$	$18.35 + 5.00 = 23.35$

В табл. 1 (графическое пояснение на рис. 20):

- $R1$ – радиус внутренней кромки внутренней полосы, м;
- $R2$ – радиус внешней кромки внутренней полосы, м;

- R3 – радиус внутренней кромки внешней полосы, м;
- R4 – радиус внешней кромки внешней полосы, м;
- Li – ширина внутренней полосы движения, м;
- Ls – ширина разделительной полосы, м;
- Le – ширина внешней полосы движения, м;

Таблица 2

Основные размеры стандартных турбоколец при ширине разделителя 1,2 м

Элемент		Размер (м)				
Внутренняя полоса	Внутренний радиус	R1	10.50	12.00	15.00	20.00
	Внешний радиус	R2	15.85	17.15	20.00	24.90
Внешняя полоса	Внутренний радиус	R3	17.05	18.35	21.20	26.10
	Внешний радиус	R4	22.05	23.35	26.10	30.80
Внутренняя полоса	Начальная ширина	Li	5.70	5.30	5.10	5.10
	Конечная ширина	Li	5.00	5.00	4.90	4.70
	Средняя ширина	Li	5.34	5.15	5.00	4.90
Ширина внешней полосы		Le	5.00	5.00	4.90	4.70
Ширина разделителя полос		Ls	1,2			
Расстояние между внешними центральными точками (внутренние полосы)		Δv	6,90	6,50	6,30	6,30
Расстояние между внутренними центральными точками (внешние полосы)		Δu	6,20	6,20	6,10	5,90

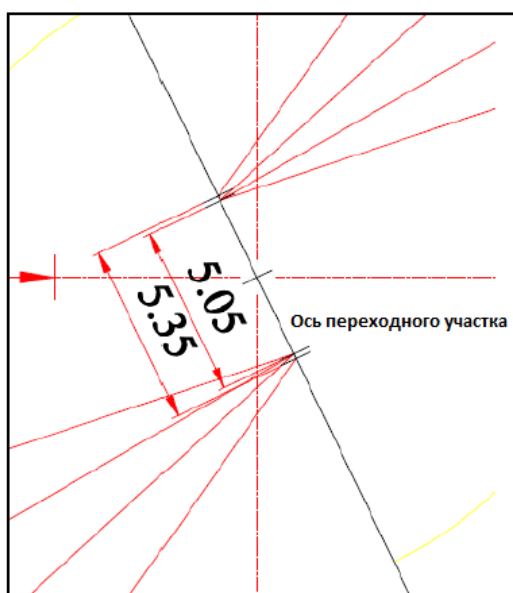


Рис. 19. Подробное представление центров дуг в турбо кольцевом пересечении

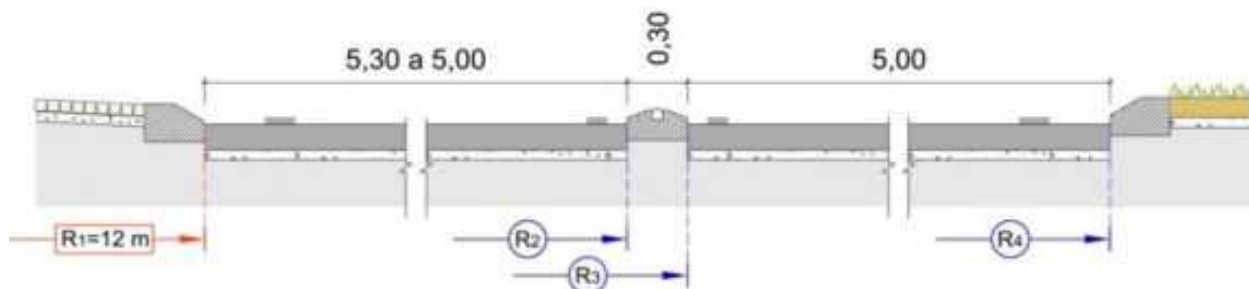


Рис. 20. Пример поперечного сечения спиральной кольцевой проезжей части

Для правильного расположения оси перемещения, расстояние между правым краем каждого въезда и внутренней кривой внешней полосы кольцевого пересечения после $\frac{1}{4}$ поворота должны быть более или менее равными (А равно В, рис. 21).

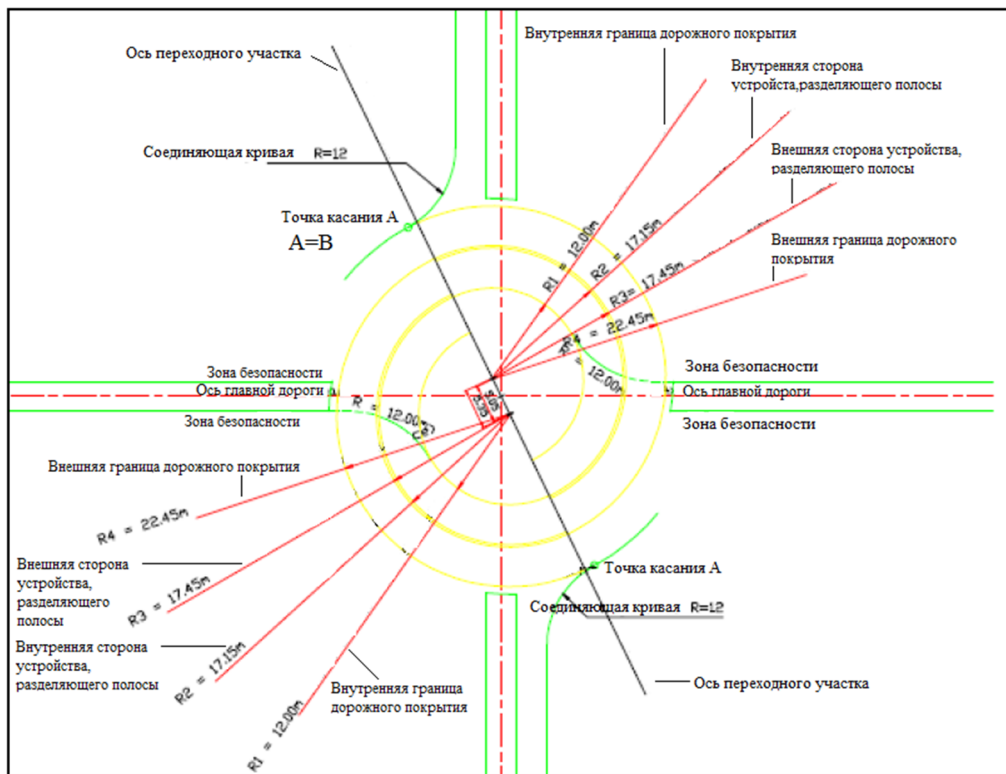


Рис. 21. Проверка расположения оси участка перехода и общего центра

Последний шаг – «точная настройка» положения оси участка перехода: точка касания А, где внутренняя кривая полос движения въезда соединяется с внешней кривой внешней полосы кольцевого пересечения, должно быть расположена за осью участка перехода.

Начальный участок внутренней полосы

Начальный участок внутренних полос турбо кольцевых пересечений может предусматриваться с плавными кривыми, чтобы увести прибывающий поток от левой въездной полосы, с соответствием траектории движения транспортного средства либо может быть резкое начало внутренней полосы (рис. 22).

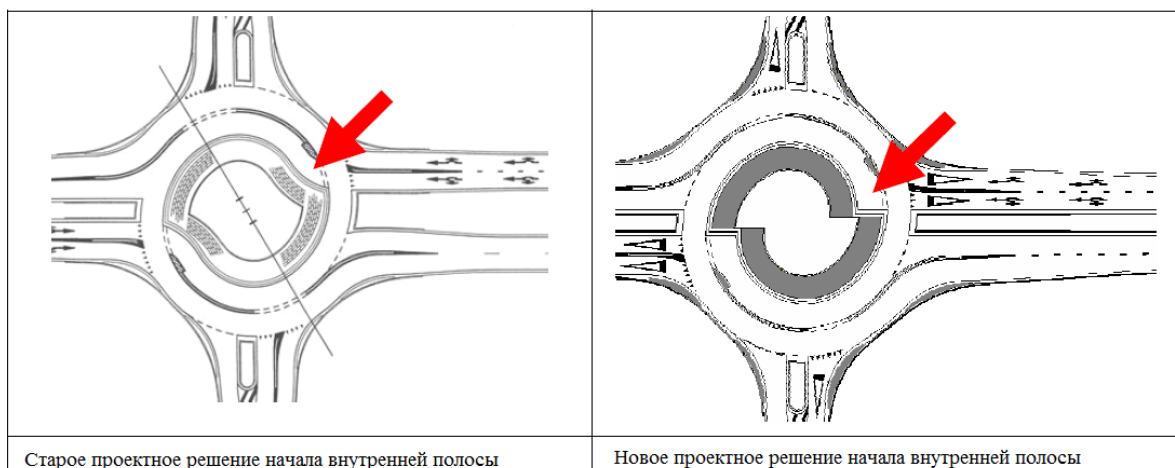


Рис. 22. Варианты проектных решений для въезда на внутреннюю полосу

Первый подход в Нидерландах вызывал замешательство водителей, поскольку водители, въезжающие на кольцевое пересечение, по ошибке ожидали продолжить движение по кольцу, чтобы сместиться на внутреннюю полосу. Таким образом, в Нидерландах в настоящее время предпочтительным проектным решением является это. Однако все страны, в которых требуется организовать зимнее содержание, придерживаются варианта начала внутренней полосы плавными кривыми (см. рис. 22) и этот вариант представляется целесообразным для России.

Литература

1. Roundabouts – Application and design. A practical manual. Ministry of Transport, Public Works and Water management. Partners for Roads. Holland. June 2009
2. Provincie Zuid Holland. 2008. Werkgroep Evaluatie Geregelde Turbopleinen: Toepassing Geregelde Turbopleinen
3. Tamara Dzambas, Sasa Ahac, Vesna Dragevic geometric design of turbo roundabouts
4. http://www.yubs.rs/Simpozijumi/RAP_2014_Prezentacija/042_Tollazzi_Turbo_roundabouts_in_Slovenia_RAP_2014_Prezentacija.pdf
5. Tim Murphy, AScT, MBA, PMP, Eng.L., P.L.(Eng.) Senior Project Manager, Parsons Inc. The Turbo Roundabout a First in North America Paper prepared for consideration of the TAC 2015 Road Safety Engineering Award of the 2015 Conference of the Transportation Association of Canada Charlottetown, PEI
6. Roundabouts: An Informational Guide. Second Edition// Federal Highway Administration. NCHRP report 672. 2010, 407 p.
7. TA 78/97 Design of Road Markings at Roundabouts. Design Manual for Roads and bridges. Road geometry. Volume 6, Section 2, Junctions, 1997. 23 p.

УДК 656.13.072:377

Виктор Владимирович Нордин, канд. техн. наук,
доцент
Геннадий Ульянович Корнеев, канд. экон. наук,
доцент
(Калининградский государственный технический
университет)
E-mail: v.nordin@yandex.ru, Korneev.kgtu@yandex.ru

Victor Vladimirovich Nordin, PhD of Sci. Tech.,
Associate Professor
Gennady Uljanovich Korneev, PhD. Of Sci. Ec.,
Associate Professor
(Kaliningrad State Technical University)
E-mail: v.nordin@yandex.ru,
Korneev.kgtu@yandex.ru

НЕОБХОДИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПОДХОДА К ОБРАЗОВАНИЮ В ОБЛАСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

THE NEED TO CHANGE THE APPROACH TO EDUCATION IN THE FIELD OF TRANSPORT PLANNING

Большинство городов и регионов России испытывают трудности в планировании транспортных систем и управлении ими. Все эти проблемы связаны с низким уровнем понимания эффективной транспортной системы, а также нежеланием руководителей принять решение *по приоритетности массового пассажирского транспорта*. Да и, наверное, с профессиональной неспособностью, а также с давлением транспортного и строительного «лобби».

Надо усвоить, что только изменения транспортной политики, городского планирования и человеческих привычек радикальным образом способны разрешить приближающийся транспортный кризис, с коллаптическими заторами, деградацией общественного транспорта и окружающей среды, с пренебрежением к пешеходам. Нам всем на ментальном уровне надо понять: только существенные изменения в транспортной политике повысят жизнеспособность наших городов.

Многие ведущие ученые России выказывают озабоченность подготовкой специалистов по планированию и разработке устойчивых транспортных систем. Подчеркивается важность подготовки универсальных специалистов, которые будут готовы к выполнению задач любой сложности в области транспортного планирования. Особое значение также должна иметь преемственность поколений в транспортном проектировании, а также создание ассоциации для решения задач в области развития фундаментальной и прикладной науки о транспортном планировании.

Ключевые слова: транспортная система, столкновение городов и автомобилей, транспортная политика, транспортное планирование, транспортное образование

Most of the cities and regions of Russia experience difficulties in planning transport systems and management. All these problems are associated with a low level of understanding of an efficient transport system and a reluctance of managers to decide on the priority of mass passenger transport. And, probably, with professional failure, and pressure transport and construction «lobby».

We must learn that only the changes to transport policy, urban planning and human habits radically able to resolve the impending transport crisis, with huge congestion, degradation of public transport and the environment, with disregard for pedestrians. All of us at the mental level it is necessary to understand only significant changes in transport policy will enhance the vitality of our cities.

Many leading Russian scientists show concern about the training of specialists for planning and designing sustainable transport systems. Emphasizes the importance of training versatile professionals who are ready to perform tasks of any complexity in the field of transport planning. Particular importance should also be generations of vehicle design, as well as the establishment of the Association for solving problems of development of fundamental and applied science of transportation planning.

Keywords: the transport system, the collision of cities and cars, transport policy, transport planning, transport education.

Рыночные реформы и приватизация вызвали значительные перемены в транспортном комплексе страны, из года в год растет конкуренция среди транспортных предприятий. Стабильная и эффективная работа транспортных систем теперь во многом зависит не только от собственно специалистов – транспортников, но и от специалистов в области права, экономики, финансов, маркетинга. Возрастает востребованность специалистов «нетранспортных» специальностей, ориентированных на проблемы транспорта. Представления о построении эффективной транспортной системы также должны претерпеть существенные изменения, интегрируя новые идеи логистики, устойчивого социально-экономического развития и экологической безопасности, качества и уровня жизни.

Следует особо подчеркнуть тесную связь проблемы транспортного планирования с региональным развитием. Можно утверждать, что транспортно-инфраструктурное планирование и развитие транспортных систем является важнейшим, если не лимитирующим, фактором территориального социально-экономического развития вообще, определяет темпы и пропорции такого развития. Это давно поняли в экономически развитых странах Запада, что можно наблюдать по трансформации их транспортно-инфраструктурной политики и результатам ее воплощения [1].

По устоявшемуся мнению многих специалистов, – транспортное планирование – определение направлений развития транспортной системы города, в целях обеспечения объективно обусловленных потребностей в перемещении грузов и населения по территории города. Транспортное планирование, в большинстве случаев, не выступает как самостоятельный вид деятельности, а присутствует в составе различных работ и проектов. Транспортное планирование должны изучать специалисты, которые проектируют и строят автомобильные дороги, объекты транспортной инфраструктуры, занимаются организацией перевозок и управлением на транспорте, специалисты по организации движения, архитекторы-градостроители и др.

Сложность городских и агломерационных систем делают выбор правильной транспортной стратегии для специалистов – транспортников весьма трудной задачей. Стратегия должна быть всеобъемлющей и комплексной, учитывающей многие факторы: соотношение транспортного предложения и спроса, взаимосвязь с землепользованием, человеческое поведение, транспортную доступность, влияние транспорта на окружающую среду, институциональные механизмы, финансовое обеспечение.

Большинство городов и регионов России испытывают трудности в планировании транспортных систем и управлении ими [2–4]. Элмер Джонсон, бывший президент General Motors, основной причиной деградации городских образований считает «*столкновение городов и автомобилей*» [4]. Все эти проблемы связаны с низким уровнем понимания эффективной транспортной системы, а также нежеланием руководителей принять решение *по*

приоритетности массового пассажирского транспорта. Да и, отчасти, профессиональная неспособность. А может быть ещё, давление транспортного и строительного «лобби».

Эффективно спланированная транспортная система в городах и регионах позволяет обеспечить выполнение социально и экономически оправданного объема перевозок, не нанося ущерба здоровью человека и окружающей среде, а также, не нарушая права как живущих, так и будущих поколений. Эффективно спланированная транспортная система, характеризуется следующим:

- на основании системного подхода к увязке организации движения, организации перевозок и развития транспортной инфраструктуры, а также к взаимосвязи разных уровней планирования достигается рациональность функционирования городской и региональной среды;
- масштабы улично-дорожной сети достаточны для пропуска существующих транспортных потоков;
- проектирование и содержание объектов транспортной инфраструктуры и транспорта обеспечивают безопасное и комфортное передвижение участникам дорожного движения;
- общественный транспорт предоставляет всем гражданам доступные услуги и является приемлемой альтернативой индивидуальным автомобилям в тех случаях, когда поездки на индивидуальном автотранспорте могут привести к перегрузке улично-дорожной сети;
- движение транспорта по автомобильным дорогам регулируется (средствами организации дорожного движения) в целях обеспечения наиболее эффективного использования имеющейся улично-дорожной сети, сокращения числа серьезных заторов на автомобильных дорогах и ослабления воздействия транспорта на окружающую среду;
- снижается негативное воздействие транспорта и транспортной инфраструктуры на окружающую среду и здоровье населения.

Во многих странах в практике транспортного планирования, направленного на создание в городах устойчивой социальной, экологической и экономической основы повышения качества жизни, давно укоренился термин «устойчивая мобильность». Он, как нам представляется, достаточно точно отражает основную цель планирования эффективных транспортных систем в городах и регионах. Соответствующим образом должна быть построена подготовка специалистов, способных реализовывать инновационные, по сути, и сбалансированные по приемлемости решения в данном направлении.

Сейчас не нужно особенно доказывать, что планирование и развитие транспортной сети, также, как и планирование градостроительства и развития поселений во многом предопределяет темпы экономического и социального развития соответствующих регионов. Напротив, игнорирование или недостаточный учет требований системного подхода и комплексных решений в данной сфере содержат в себе опасность кризисных, застойных, а порой и катастрофических последствий. Примеров этому можно привести достаточно из практики проблемных ситуаций многих областей и регионов РФ, в частности, и Калининградской области [3, 5]. Вероятно, не лучше обстоит дело с так называемой «транспортной инфраструктурой» и в других городах и регионах РФ. Но для Калининградской области она стала особенно острой в силу ряда обстоятельств. Эксклавное положение региона предопределяет необходимость широкой сети транспортных коммуникаций как по его периметру, так и внутри области. Это касается и мест пересечения ими государственной границы РФ с сопредельными странами, и организация непрерывных транспортных потоков в городах области. Принимая во внимание тот бесспорный факт, что за последние 10–15 лет многое сделано в направлении строительства, реконструкции и дорожной сети, и пограничных переходов, следует трезво оценивать всю глубину нерешенных на этом пути проблем. Ведь нам в недалеком будущем предстоит принимать значительно возросшие транспортные потоки и многотысячные контингенты бизнес- и спортивных туристов. Заключение, что

наша транспортная система и трансграничная инфраструктура способна справиться с такой нагрузкой не позволяет даже поверхностный анализ.

Современное состояние транспортной сети областного центра трудно охарактеризовать иначе как угрожающее. Это реальная угроза самой возможности перспективного развития экономики региона. Целыми десятилетиями не решается проблема транспортных развязок и организации транспортных потоков Калининграда. Чтобы попасть из правобережной части города на противоположную его сторону, надо объехать большую часть города, причем двигаться обязательно через центр, который давно уже исчерпал резервы пропускной способности. Издержки такого положения известны: потери времени, энергоресурсов, ухудшение экологических параметров и т. д.

Уже не первый год в недрах управленческих органов города разрабатывается генеральная схема развития транспортной сети, планировки и застройки областного центра. Тем не менее, толковых или приемлемых решений пока не найдено. По-прежнему мы наблюдаем строительство эстакад в центральной части города, которые ведут в никуда, заканчиваются тупиками. Или строительство больших торговых, бизнес- и развлекательных центров в центральной части города, которые лишь усугубляют отмеченную проблему.

Необходимо рассматривать развитие транспортной системы страны и отдельных ее регионов не только в контексте инфраструктурного развития, но и в контексте важнейшего фактора экономического и социального развития регионов вообще. Подтверждение этому – очевидные научно-технические достижения в данной области и передовая практика по их реализации в развитых странах Европы, Азии и Америки.

Можно утверждать, что только изменения транспортной политики, городского планирования и человеческих привычек радикальным образом способны разрешить приближающийся транспортный кризис, с коллаптическими заторами, деградацией общественного транспорта и пренебрежением к пешеходам. Не только руководителям, принимающим принципиальные решения, но и нам всем надо понять: только существенные изменения к лучшему в транспортной политике повысят жизнеспособность наших городов и сделают их более привлекательными для инвестирования и «удобными для жизни». Какой же должна стать искомая транспортная политика? Здесь можно зафиксировать следующие ее принципиальные характеристики.

1. Открытость и информационная прозрачность. Это дает возможность привлечения к ее обсуждению и реализации широких слоев населения.

2. Эффективность и управляемость.

3. Ясные и разделяемые цели, возможности для развития.

4. Технологичность и инновационность.

5. Кадровая обеспеченность.

Новая экономическая и транспортная политика должны, как представляется, выдвинуть более решительные стратегические цели, отвечающие современным вызовам, связанным с вступлением нашей страны в ВТО, обострением внешнеполитической обстановки и подготовкой мирового футбольного турнира 2018 г. Она призвана объединить все проекты по строительству необходимых спортивных и социальных объектов с инфраструктурными транспортными проектами, насущность которых всеми достаточно осознана, но на реализацию которых всегда не хватает средств. Эти цели и соответствующие им стратегии, программы и планы, составляющие такую политику, подкрепленные предусмотренными ресурсами, должны быть взаимоувязаны и дополнять, поддерживать друг друга. В таком случае можно будет рассчитывать на успешное решение отмеченных выше проблем, придав им содержание ведущих движущих сил развития национальной и региональной экономики.

Особенное внимание в ее структуре должно быть посвящено кадровой проблеме, а, именно, совершенствованию подготовки и повышению квалификации руководителей, специалистов и рабочих кадров транспортной отрасли. Его целью, по нашему мнению, должно быть формирование единых для всех направлений подготовки студентов транспортных вузов общих и профессиональных компетенций в области транспортного

планирования в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов. При этом потребуется использовать опыт развитых зарубежных стран, включая методологию образования (нормативная правовая база, методическое обеспечение, организационная структура), повышение квалификации работников и руководителей транспортной отрасли в области транспортного планирования.

«К сожалению, – отмечает известный эксперт транспортного планирования и развития транспортных систем проф. В. Вучик – технологические инновации по-прежнему привлекают гораздо большее внимание и получают гораздо более щедрое финансирование, чем более фундаментальные (и куда более сложные!) проблемы, связанные с взаимоотношением города и транспорта на системном уровне» [1].

Четыре уровня транспортного планирования, выделяемые В. Вучиком в его широко известной книге, следующие:

- IV – отдельные объекты транспортной инфраструктуры;
- III – маршрутная сеть или система одного вида транспорта;
- II – интегрированная, интермодальная, координированная транспортная система города в целом;
- I – взаимосвязь на уровне баланса города и его транспортной системы.

Процесс планирования третьего и четвертого уровня, как отмечает В. Вучик, достаточно хорошо отлажен в практике американских городов, особенно в дорожном строительстве и организации и управлении движением. Но, в то же время, сохраняются заметные пробелы в принятии решений на более высоких уровнях транспортного планирования – первом и втором, в отличие от практики планирования во многих городах Западной Европы, Канады, Японии, Австралии, в Сингапуре, в Куритибе (Бразилия) и др. Негативные стороны американского транспортного планирования, но в еще большей степени, характерны и для нашей страны.

Важнейшим вопросом, лежащим в основании решения обозначенных проблем, является вопрос совершенствования методологии. Последние разработки и достижения в этой области дают достаточные возможности для выбора и эффективного их применения. Если обратиться к основополагающим подходам, то следует выделить методические достоинства концепции устойчивого развития, концепции формирования региональной инновационной экосистемы, вполне обоснована необходимость применения системного подхода, территориально-экономического подхода и ряда других, применимость которых, на первый взгляд, не столь очевидна. Перечисленные методологические подходы дают возможность использовать широкий спектр конкретных методов и инструментов, позволяющих находить и обосновывать эффективные управленческие решения в области транспортно-градостроительного развития. Так, весьма перспективной выглядит концепция транспортного и градостроительного развития, получившая название «Город, удобный для жизни» [1].

Согласно этой концепции, на принципиальном уровне систему целей в области формирования транспортной политики в регионе можно представить в виде иерархической структуры (рис. 1).

Структура рассматриваемой проблемы транспортного планирования является очень важной, но частной по отношению к рассмотренной выше системе. Она может быть представлена в следующем виде:

1. Неразрывная связь транспортного и градостроительного развития. Требования транспортного развития становятся все более настоятельными и приоритетными по отношению к планированию городской застройки.
2. Комплексное планирование развития транспортной инфраструктуры: дорог, развязок, эстакад и подъездных путей.
3. Оптимизация маршрутов перевозок.
4. Развитие взаимодействия и связей со смежными и поддерживающими секторами экономики.



Рис. 3. «Дерево целей» совершенствования транспортной политики

Тогда, на принципиальном уровне взаимосвязь понимания данной проблемы в виде транспортной политики в регионе, транспортного планирования, развития городских поселений и необходимость совершенствования транспортного образования и подготовки кадров можно представить в виде объединенной модели (рис. 2).

Как следует из логики построения данной модели, устойчивость ее может быть обеспечена при достаточно широком основании, в качестве которого, очевидно, и должна рассматриваться система подготовки кадров специалистов в данной области транспортного планирования и урбанистики.



Рис. 2. Модель совершенствования транспортной политики

В мировой практике в течение длительного времени в планировании городских транспортных систем доминировали специалисты дорожного движения, что придало ему явно механистический характер, при котором процесс планирования рассматривается как алгоритм (модель) четко сформулированных действий с вероятностной оценкой от последствий соответствующих инженерных решений [6]. Поскольку с нарастающей автомобилизацией такие модели предсказывали, что существующие мощности транспортной инфраструктуры не смогут справиться с ростом трафика, превалировали планировочные решения, направленные на расширение этих мощностей. Эти решения характерны для городского транспортного планирования с 1940-х до 1980-х годов, что привело к значительному расширению строительства дорог и усилению «господства» автомобилей.

С 1970-х годов, несмотря на значительные успехи в городском дорожном строительстве, растет осознание (в первую очередь, в Западной Европе), что существующие тенденции в транспортном планировании имеют негативные последствия. Приходит понимание, что вместо того, чтобы оценивать увеличение трафика, а затем предоставлять возможности для удовлетворения его ожидаемого роста, требуется эффективное управление транспортной системой за счет новых подходов к транспортному планированию. Для повышения эффективности городского транспортного планирования требуется участие специалистов разных профилей, в разработке транспортных систем начинают использовать междисциплинарные команды.

В то время как целью традиционной транспортной политики, повышение транспортной доступности является основным фактором, в современных условиях его следует рассматривать в контексте других желаемых целей, таких, как улучшение безопасности и здоровья, снижение выбросов в атмосферу от автотранспорта, достижение равенства мобильности для всех групп граждан, укрепление экономических возможностей, улучшение благоустроенности общества. В современных терминах это можно выразить как «устойчивый транспорт в городах, удобных для жизни». Определение целей и приоритетов становится гораздо более сложным в современном транспортном планировании. Всё большее число специалистов считает, что надо эффективно управлять транспортным спросом, а не пытаться наращивать транспортный потенциал.

Многие ведущие ученые России выказывают озабоченность подготовкой специалистов по планированию и разработке устойчивых транспортных систем [7, 8]. Подчеркивается важность подготовки универсальных специалистов, которые будут готовы к выполнению задач любой сложности в области транспортного планирования. Особое значение также должна иметь преемственность поколений в транспортном проектировании, а также создание ассоциации для решения задач в области развития фундаментальной и прикладной науки о транспортном планировании.

Как отмечается в документе [7], «...ситуация с транспортным планированием характеризуется дефицитом хорошо образованных, квалифицированных кадров, сокращением транспортной работы, оттоком специалистов. Влияние существующих объединений профессионалов на сложившуюся ситуацию можно определить как незначительное». Подчеркивается важность программы обучения по транспортному профилю, так как это будет способствовать подготовке специалистов широкого плана – экспертов в вопросах землепользования, расселения и транспортного планирования (М.Я. Блинкин), которые могут понимать транспортные проблемы комплексно в увязке с другими проблемами мегаполисов и соответствующим образом решать их. При этом нужно видеть существенную разницу между специалистами в транспортном планировании и транспортной логистике.

Анализ учебных планов и программ обучения бакалавриата в ВУЗах России таких специальностей как «Технология транспортных процессов (кстати, почему «Технология ...», а не «Технологии ...», «Градостроительство», «Государственное и муниципальное управление», показал, что практически в них нет дисциплины «Транспортное планирование (и моделирование)». В учебных программах магистратуры по аналогичным специальностям

стям такая дисциплина встречается мало, либо в структуре дисциплины практически не рассматриваются вопросы транспортного планирования с концепцией городов, «удобных для жизни». Одними из немногих приятных исключений являются программы Высшей школы урбанистики имени А.А. Высоковского НИУ ВШЭ, МАДИ, СПбГАСУ, НИ Иркутский ГТУ, СибАДИ и некоторые другие. В ведущих университетах мира есть не только дисциплины, связанные с транспортным планированием городов, если не бакалавриата, то магистратуры, но и направления подготовки.

Целесообразно внимательно изучить опыт подготовки универсальных специалистов транспортного планирования в передовых в этом отношении странах. А.Ю. Михайлов отметил, что у нас один человек не может спроектировать и перекресток, и светофорное движение. В силу сложившегося образования таких специалистов нет [7, 8].

Целесообразно организовать центры подготовки (переподготовки, повышения квалификации) на базе перечисленных вузов, хотя бы по федеральным округам, на которых производить обучение руководителей транспортных департаментов областей и городов, а также посылать их на зарубежные стажировки в лучшие учебные организации (по транспортному планированию). Кроме того, по линии Минтранса России следует участвовать в образовательных программах, связанных с обозначенной проблемой, таких как LUTP [9], TRACECA [10] и др.

Перечисленные аспекты должны рассматриваться в комплексной системе подготовки специалистов (обучения, переподготовки, повышения квалификации) в области транспортного планирования, которых в нашей стране не хватает. Это зафиксировано в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года [11].

Система подготовки таких специалистов транспортного планирования должна способствовать развитию транспортной отрасли с высокопроизводительной инфраструктурой, обеспечивающей эффективный комплекс взаимоотношений города и транспорта на I уровне транспортного планирования (по В. Вучику).

Литература

1. Вукан Р. Вучик. Транспорт в городах, удобных для жизни (Transportation for Livable Cities). – М.: Территория будущего, 2011. – 576 с. URL: // <http://fanread.ru/book/8620468/?page=1>.
2. Нордин В.В. О транспортной концепции города// В сб. «Тезисы докладов 13-й Международной научной конференции «Инновации в науке, образовании и предпринимательстве», Калининград, 24-30 мая 2015, с.254-255. (Доклад в электронном сборнике, с. 922-925).
3. Nordin V. Urban traffic problems of Kaliningrad and their solution// «SYSTEMY WSPOMAGANIA W INŻYNIERII PRODUKCJI. Review of Problems and Solutions», 2016, № 3 (15): Gliwice, Polska, p.p. 97-105.
4. Блинкин М.Я. Предисловие к книге В. Вучика «Транспорт в городах, удобных для жизни». – М.: Территория будущего, 2011. – 576 с. URL: // <http://fanread.ru/book/8620468/?page=1>.
5. Корнеев Г.В., Корнеева А.В. Стратегия развития и перестройка региональной экономики Калининградской области в условиях ВТО // Проблемы и перспективы развития экономики Калининградской области в условиях модернизации российской экономики: сборник научных трудов.- Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012.-С.83-87.
6. Brian Slack. Transport Planning/ статья на сайте «THE GEOGRAPHY OF TRANSPORT SYSTEMS». URL: // <https://people.hofstra.edu/GEOTRANS/eng/ch9en/conc9en/ch9c3en.html>
7. Будущее транспортного планирования в России. Меморандум участников круглого стола 18 мая 2015 г. URL: // <http://proecotrans.ru/press-center/news/572/>.
8. Михайлов А.Ю. Еще раз о подготовке магистров/ Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: науч. редактор – Ваксман С.А. / Научные материалы юбилейной XV международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: Издательство УрГЭУ, 2009 – 334 с. URL: // <http://www.waksman.ru/Russian/Konference/2009/00.htm>.
9. Leaders in Urban Transport Planning Program/ статья на сайте Всемирного банка. URL: // <http://www.worldbank.org/en/topic/transport/brief/leaders-in-urban-transport-planning>
10. Strengthening Transport Training Capacities in NIS Countries/ The European Union’s Tacis TRACECA programme. URL: // <http://www.traceca-org.org/fileadmin/fin-dam/TAREP/53jt/53jt3.pdf>.
11. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г., в редакции, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.06.2014 г. № 1032-р. URL: // <http://docs.cntd.ru/document/420202382>.

УДК 656.025

Мария Сергеевна Пономарева, канд. экон. наук,
ст. преподаватель
(Уральский государственный университет путей сообщения)
E-mail: MSPonomareva@gmail.com

Maria S. Ponomareva,
PhD of Economics
(Ural State University of Railway Transport)
E-mail: MSPonomareva@gmail.com

РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТНОШЕНИЙ УЧАСТНИКОВ ПАССАЖИРСКОГО СООБЩЕНИЯ НОВОЙ МАРШРУТНОЙ СЕТИ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

DESIGNING OF THE ECONOMIC MECHANISM FOR REGULATING THE RELATIONS BETWEEN MEMBERS OF THE PASSENGER TRAFFIC OF A NEW ROUTE NETWORK IN THE YEKATERINBURG CITY

В настоящей работе исследуется концепция построения новой маршрутной сети города Екатеринбурга. Ведущей идеей концепции является функционирование транспорта как согласованной системы. В заданных условиях организовать устойчивую работу пассажирского транспортного комплекса невозможно без устранения действующих противоречий. С целью установления баланса интересов всех сотрудничающих сторон в работе предложен экономический механизм регулирования маршрутной сети, расчет которого позволяет осуществлять выбор вида транспортного средства на маршруте, а также рассчитывать количество рейсов, исходя из условия достижения безубыточности транспортного процесса для перевозчиков различных форм собственности.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, освоение пассажиропотока, пассажирский маршрут, конфликтующие стороны, механизм регулирования.

This paper investigates the concept of building a new route network of the Yekaterinburg city. The leading idea of this concept is the operation of the transport as a harmonic system. In specified circumstances to organize stable operation of a passenger transport complex is impossible without the elimination of existing contradictions.

For the purpose of establishment of balance of interests of all collaborating parties the paper proposes economic mechanism of regulation of the route network. The calculation of the proposed indicators allows to select the type of vehicle on the route, and to calculate the number of journeys in conditions of break-even of the transportation process.

Keywords: passenger transportation, meeting passenger traffic needs, passenger route, conflicting parties, the mechanism of regulation.

2019 год для Екатеринбурга ознаменован реформой городской транспортной системы. Планируется масштабное изменение маршрутной сети города. При этом часто упоминается о возможном извлечении выгоды для пассажиров [1]. Но достижение положительных результатов возможно лишь в условиях взаимовыгодного сотрудничества всех участников процесса перевозки. Участниками данного процесса являются [2]:

- пассажиры, как потребители услуги;
- муниципальное образование в лице исполнительного органа власти городского Комитета по транспорту, как заказчик транспортных услуг;
- муниципальное образование как владелец инфраструктуры;
- перевозчик, как исполнитель услуги.

При следовании новой маршрутной схеме пассажиры выигрывают за счет возможного снижения стоимости проезда, МО, как владелец инфраструктуры, – за счет сокращения нагрузки на транспортную инфраструктуру и, как следствие, снижения бюджетных вложений в ее реконструкцию; МО, как заказчик услуг, за счет сокращения числа заказов и повышения прозрачности доходов коммерческих перевозчиков. Но ни в одном информационном (доступном) источнике не указывается, каким образом будут реализовываться интересы коммерческих перевозчиков при следовании новой маршрутной схеме.

Данная проблема актуальна, поскольку влечет за собой сокращение представителей малого бизнеса на данном экономическом сегменте. В итоге мы рискуем получить неповоротливую малоэффективную неконкурентоспособную систему, основными перевозчиками

в которой будут муниципальные предприятия, не готовые к большим объемам перевозок. И может случиться коллапс всей транспортной системы города.

В настоящее время регламент взаимоотношений муниципалитета с частными перевозчиками, согласно Федеральному закону № 220 [3] и Федеральному закону № 44 [4], заключается в объявлении конкурса за право осуществления перевозки пассажиров на определенном маршруте и заключении с победителем муниципального контракта. Организация работы перевозчиков по новой схеме не подразумевает изменения сложившихся отношений. Изменения касаются только части финансирования деятельности перевозчика. Муниципалитетом рассматриваются две схемы организации денежных потоков. «Первый: создание муниципальной службы кондукторов, которая будет передавать все собранные средства в городскую казну. Бюджет же, в свою очередь, оплатит труд перевозчиков согласно заключенному контракту. Второй: исключение суммы собранной выручки из субсидии, перечисляемой перевозчику муниципалитетом» [5].

Так как перевозчики будут распределены на подвозящие и основные маршруты, то следует заметить, что наиболее загруженные участки дорог будут обслуживаться определенными перевозчиками, что заранее разделяет этот сегмент на высокодоходный и низкодоходный.

При такой схеме нет стимула к повышению качества услуг подвозящих перевозчиков, и, что немало важно, выполнению точного графика состыковки перевозчиков в транспортных узлах. Система просто не будет работать. Регулирование муниципалитетом данного сегмента должно быть направлено на обеспечение наилучшего взаимодействия всех видов транспорта общего пользования любой формы собственности. При этом условия функционирования транспортных предприятий на рынке пассажирских услуг должны быть равновыгодными для любого собственника» [6].

Необходим комплексный подход в организации региональных пассажирских перевозок, который обеспечил бы экономическую эффективность для компаний-перевозчиков, с одной стороны, и социальную эффективность, с другой. Поэтому обращение к данной проблеме крайне актуально.

Основные положения

Пространственную сэндвич-модель взаимодействия пассажирских перевозчиков с Муниципальными органами власти представим в виде четырех социально-экономических и управляющих плоскостей с входящими в нее функциональными структурами (рис. 1) [7].

Разработчики новой маршрутной сети слой «Маршрутная сеть» разделили на 6 подслоев [5]:

1. Метро по направлению север-юг.
2. Трамвай. 30 маршрутов с частотой движения от 10 до 30 минут, с упором на поездки по направлению север-юг.
3. Троллейбус. 19 маршрутов, в основном по направлению север-юг, с частотой движения до 30 минут.
4. Большие автобусы. Более ячеистая сеть, покрывающая основные районы и соединяющая Екатеринбург с пригородами и соседними городами.
5. Средние автобусы. Частные маршруты, работающие как центре, так и в пригородах.
6. Микроавтобусы. Частные маршруты.

Транспорт, обслуживающий каждый из перечисленных слоев, существует независимо от других.

Из рис. 1 видно, что маршрутная сеть состоит из неограниченного числа дублирующих друг друга маршрутов.

В заданных условиях на экономическом уровне важно организовать рациональное построение процессов взаимодействия транспортных компаний между собой с направляющим регуляторным воздействием органов государственной власти субъектов РФ [6, 7, 8].

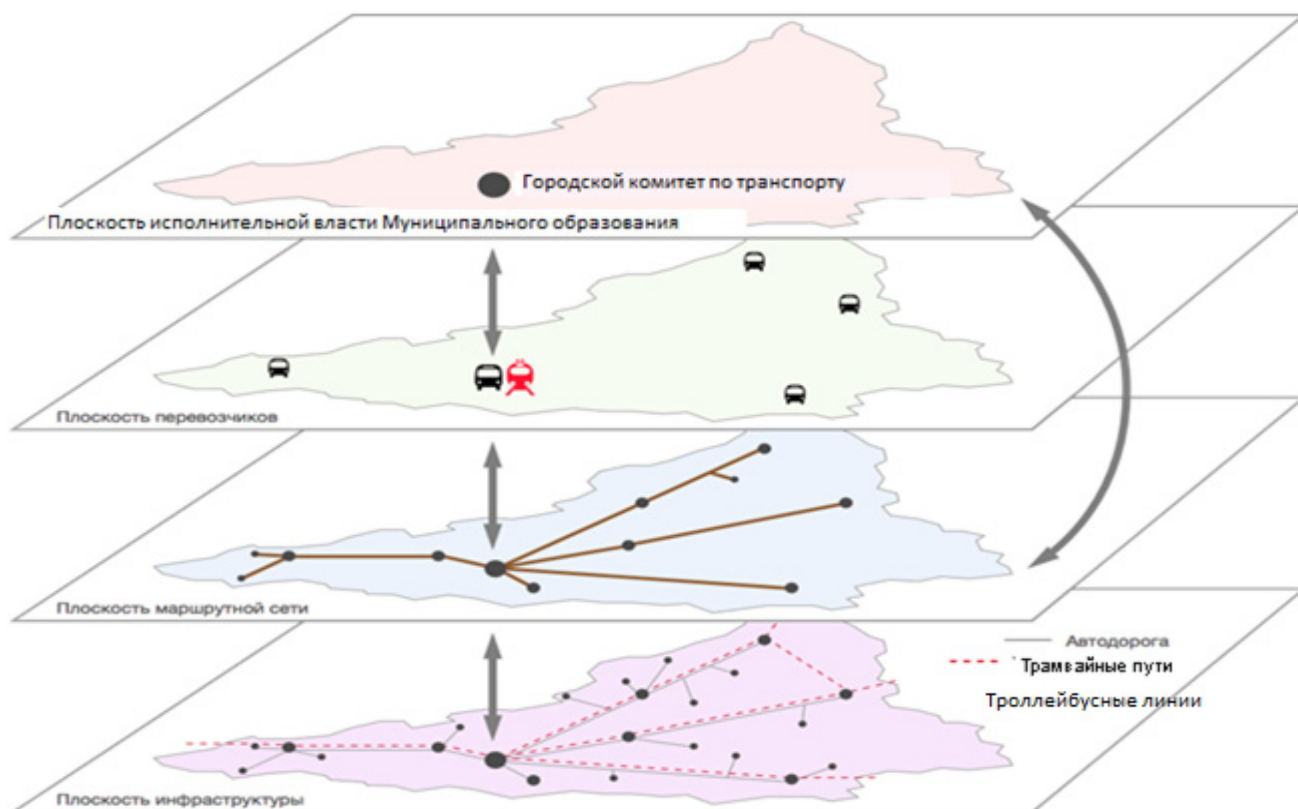


Рис. 1. Диаграмма четырехслойной сэндвич-модели

В качестве **инструмента регуляторного механизма** сети транспортных предприятий предложен минимальный коэффициент использования вместимости подвижного состава. Его расчет будет способствовать выбору наиболее оптимального вида транспорта на заданном маршруте, исходя из условия безубыточной работы транспортных компаний. Использование данного коэффициента позволяет определить целесообразность сохранения или отмены альтернативного вида транспорта на маршруте. Кроме того, использование этого показателя позволяет учитывать размеры предприятий, что достигается за счет включения в расчет налоговой составляющей. Коэффициент может быть рассчитан в зависимости от времени суток по формуле 1 [9].

$$\gamma_{\min} = \frac{C}{\bar{C}_a D_p n_p q_n - \sum X_{tax}^{орф}}, \quad (1)$$

где γ_{\min} – минимальный коэффициент использования вместимости транспортного средства; C – себестоимость перевозок за год, р.; \bar{C}_a – средневзвешенная цена за билет, р.; D_p – количество дней в эксплуатации условного транспортного средства; n_p – количество рейсов, рейс; q_n – нормативная вместимость одного автобуса, чел.; $X_{tax}^{орф}$ – часть выручки, которая распределяется в виде налогов в бюджет муниципального образования, р.

Наиболее оптимальным будет вариант использования транспортного средства с наименьшим минимальным коэффициентом использования вместимости.

$$\gamma_{\min} \rightarrow \min$$

Соблюдение данного условия позволит получать перевозчикам прибыль при снижении объемов перевозок на маршруте.

Если фактический коэффициент вместимости условного транспортного средства выше минимального коэффициента вместимости, то на данном участке маршрута необходима замена транспортного средства на альтернативный.

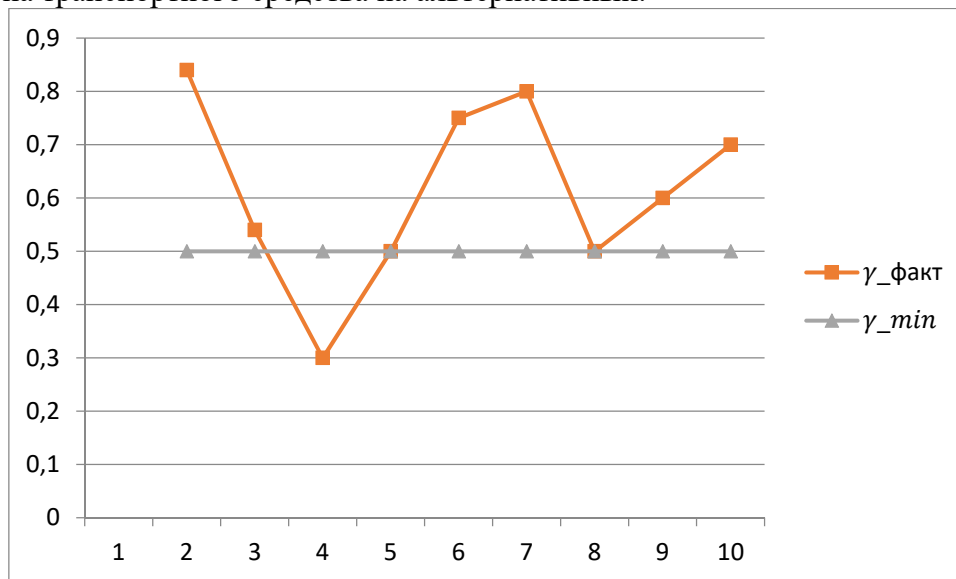


Рис. 2. Соотношение фактического и минимального коэффициента использования вместимости транспортного средства на заданном маршруте

Минимальный коэффициент использования вместимости транспортного средства по формуле 2 позволит определить количество рейсов по заданному маршруту, необходимое для безубыточного функционирования перевозчиков отдельно малых и крупных автотранспортных предприятий и создаст **равные экономические условия**.

$$n_p = \frac{Q_{\text{факт}} * \gamma_{\text{min}}}{q_n}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{факт}}$ – фактический суточный пассажиропоток по заданному маршруту, %; γ_{min} – минимальный коэффициент использования вместимости транспортного средства по заданному маршруту, %.

Основные результаты

Ведущей идеей концепции развития транспортного комплекса города Екатеринбург является функционирование транспорта как согласованной системы. В заданных условиях организовать устойчивую работу пассажирского транспортного комплекса невозможно без устранения действующих противоречий.

С целью установления баланса интересов всех сотрудничающих сторон в работе предложен экономический механизм регулирования маршрутной сети муниципального образования, расчет которого позволяет осуществлять выбор вида транспортного средства на маршруте, а также рассчитать количество рейсов, исходя из условия достижения безубыточности транспортного процесса перевозчиков различных форм собственности.

Предполагается, что достижение устойчивого дохода и создание равных экономических условий для функционирования перевозчиков всех форм собственности, позволит реализовать интересы всех участников пассажирских перевозок.

Литература

1. Новая маршрутная сеть: транспортное обслуживание на современном уровне <https://екатеринбург.рф/news/64616-novaya-marshrutnaya-set-transportnoe-obsluzhivanie-na-sovremennom-urovne> от 6 февраля 2017 г.

2. Брусянин Д. А. Подход к формированию оптимальной маршрутной сети пассажирского общественного транспорта на региональном уровне // Транспорт Урала 2015. № 1. С. 31-34.
3. Федеральный закон «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 13.07.2015 N 220-ФЗ (последняя редакция).
4. Федеральный закон «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 N 44-ФЗ (последняя редакция)
5. Новая маршрутная сеть: что это такое? / <https://ekaterinburg.rf/news/64424> от 24 января 2017 г.
6. Официальный сайт Екатеринбурга <https://ekaterinburg.rf/file/c05c16f23c048db9d4b14fb816fd826e>.
7. Сизый С.В., Вихарев С.В., Брусянин Д.А., Низовцева И.Г. Методика формирования оптимальной маршрутной сети регулярного пассажирского транспорта // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2013. № 3 (36). С. 73-79.
8. Брусянин Д.А., Сай В.М., Вихарев С.В. Обоснование транспортных средств на маршрутной сети регулярных автомобильных и железнодорожных пассажирских перевозок // Вестник УрГУПС. – 2013. – № 1. – С. 50–64.
9. Сай В. М., Брусянин Д.А. Оценка методом линейной сверстки частных критериев вариантов маршрутной сети пассажирских перевозок // Экономика железных дорог 2014, №10, с. 63-72.
10. Рачек, С. В. Инновационные подходы к совершенствованию технологий транспортного обслуживания / С.В. Рачек // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2007. – № 19. – С. 84-89.
11. Пономарева, М. С. Экономические механизмы регулирования транспортного комплекса региона / Пономарева М.С., Брусянин Д.А. // Казанская наука. – 2014. – № 4. – С.63-68.

УДК 625.712.63-027.566

Павел Иванович Поспелов, д-р техн. наук,
профессор pospelov@madi.ru

Дмитрий Сергеевич Мартяхин, канд. техн. наук,
доцент martiakhin@mail.ru

Дмитрий Михайлович Строков, канд. экон. наук,
доцент strokovd.m@mail.ru

Александр Владимирович Пуркин, канд. экон. наук,
доцент alexander_v.67@mail.ru

Виктория Вячеславовна Рудакова, канд. техн. наук,
доцент rvica@mail.ru

(МАДИ, Россия, 125319, Москва,
Ленинградский пр., 64)

Pavel I. Pospelov, Dr.Sc., professor,
pospelov@madi.ru

Dmitry S. Martiykhin, PhD, assistant of professor,
martiakhin@mail.ru

Dmitry M. Stokov, PhD, assistant of professor,
strokovd.m@mail.ru

Alexander V. Purkin, PhD, assistant of professor,
alexander_v.67@mail.ru

Victoria V. Rudakova, PhD, assistant of professor,
rvica@mail.ru

(MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow,
125319, Russia)

МОНИТОРИНГ ПЛАТНЫХ ПАРКОВОК В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ МОСКВЫ

MONITORING OF PAYD PARKING IN THE CENTRAL PART OF MOSCOW

В статье приведены результаты исследований парковочного пространства центра г. Москвы для принятия решения о размере тарифов на платные парковки, проведенные на кафедре изысканий и проектирования дорог МАДИ.

Ключевые слова: парковочное пространство города, инвентаризация и мониторинг парковок, парковки на улично-дорожной сети, парковки на внутриведомственных территориях и капитальных сооружениях, тарифы на платных парковках.

In this article are given the researches of the parking space of center in Moscow for adoption of decision about the tariffs for paid parking which have been carried out by MADI at the department of «Survey and design road».

Keywords: city parking space, inventory and monitoring of parking lots, parking on the street-road network of city, parking by intradomestic territories and capital buildings, tariffs for paid parking.

В июне – июле 2015 г. кафедра изысканий и проектирования дорог МАДИ по заданию Департамента транспорта и дорожно-хозяйства г. Москвы провела инвентаризацию парковочного пространства с мониторингом использования отдельных парковок и анкети-

рование пользователей парковок в пределах центральной части города, ограниченной Бульварным кольцом (площадь более 600 га, население более 30 тыс.чел., количество парковочных мест 17239, из них на улично-дорожной сети 7435 (43,1%).

Спрос на парковки главным образом формируется под влиянием планировочных особенностей Москвы, исторически сложившейся тенденции развития селитебных территорий в периферийных районах города и концентрации мест приложения труда в его центральной части. Введение оплаты на городских парковках, их упорядочивание, является одной из мер, направленных правительством города на решение транспортной проблемы, сокращение числа дорожно-транспортных происшествий и т. д.

По данным портала «Комсомольская правда» [1] за четыре года с момента появления первых платных парковок в Москве:

- с 1 ч до 36 мин сократилось время одной поездки в утренний час пик в Москве (по данным Tom Tom);
- в целом на 12 % по сравнению с 2012 годом увеличилась скорость движения;
- на 25 % меньше автомобилей стало в пределах Садового кольца;
- на 64 % в целом сократилось количество нарушений парковок в городе.

Инвентаризация предусматривала анализ расположения мест парковки с выделением парковок на улично-дорожной сети, в подземных и надземных капитальных сооружениях, внутривортовых территориях. При инвентаризации фиксировались: адрес парковки, ее вид, вместимость, количество размещенных транспортных средств, количество нарушений. Для удобства обследования и контроля изучаемая территория была разделена на 40 полигонов в соответствии с планировочными границами участков со средней площадью около 15 га (рис. 1).

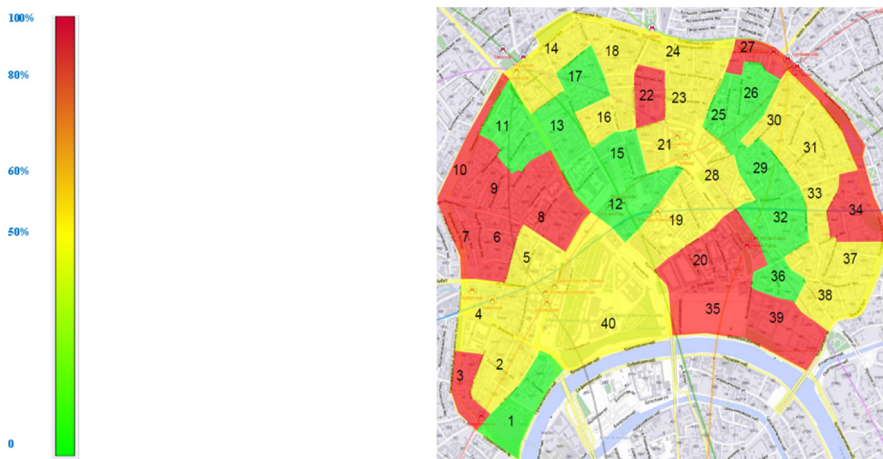


Рис. 1. Соотношение количества парковочных мест на внутривортовых территориях и капитальных сооружениях к количеству парковочных мест, расположенных на улично-дорожной сети, %%

Мониторинг предусматривал фиксацию заполнения автомобилями парковок в рабочие дни в периоды: утренние часы с 6:30 до 7:30; дневные часы с 12:00 до 16:00; вечерние часы с 21:00 до 23:00. При проведении обследования в это же время анализировали количество припаркованных с нарушениями автомобилей.

Информация, полученная по результатам обследования, позволила выполнить анализ состояния парковочного пространства.

Разделение количества парковочных мест по категориям пользователей представлено следующим образом (в скобках процент от общего количества):

- легковые автомобили -17196 (99,75 %);
- инвалиды – 424 (2,46 %);

- стоянка такси – 60 (0,35 %);
- грузовые автомобили – 20 (0,12 %);
- автобусы – 23 (0,13 %).

Распределение количества парковочных мест по критерию взимания платы: 8322 места (48,3 % от общего количества) – платные парковки, 8917 мест (51,7 %) – парковки без взимания платы; по соотношению парковочных мест к их количеству на улично-дорожной сети приведено на рис. 2.

Диапазон изменения тарифов на оплату платных парковок чрезвычайно велик от 50,0 руб. в час на парковках, расположенных на улично-дорожной сети, до 250,0 руб. в час на отдельных подземных парковках (рис. 3).

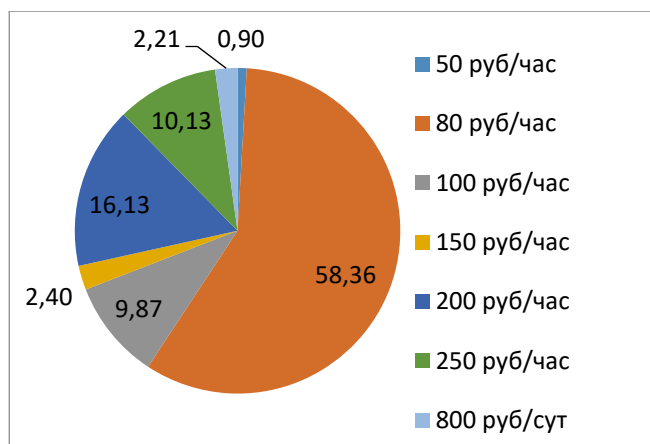


Рис. 2. Структура тарифов на оплату парковочного места в платном парковочном пространстве

Из представленной диаграммы следует, что почти на 70 % парковочных мест тариф оплаты не превышает 100 руб./ч. Максимальный тариф пока соответствует частным подземным парковкам, но наполняемость их даже в часы пик редко превышает 40 %.

В указанные выше часы был проведен анализ наполняемости всех парковочных мест (рис. 3) и нарушений правил парковки на парковочных местах, расположенных на улично-дорожной сети. В качестве нарушений фиксировались автомобили, которые были расположены под запрещающими знаками, нарушающие границы платной парковки, находящиеся на тротуарах и велодорожках и т. д. При учете нарушений было зафиксировано: если уровень заполнения парковки превышает 100 % (т. е. если это 112 %), то это означает, что парковка заполнена полностью, и кроме того, 12 % автомобилей расположены вне данной парковки с нарушениями. При средней наполняемости парковочного пространства рассматриваемой территории в дневные часы 78 % значения наполняемости для различных полигонов изменяются 27 % до 148. В утренние и вечерние (ночные) часы наполняемость составляет от 10 % до 100 %, при средней наполняемости 46 %.

Особый интерес представляют результаты обследования автомобилей, припаркованных с нарушениями. Нарушения вызваны не только попытками отказа от оплаты услуги, но могут быть вызваны острой необходимостью кратковременной парковки в условиях существенного дефицита парковочных мест. Основной вывод: чем больше загруженность парковки, тем больше припаркованных с нарушениями автомобилей.

При среднем относительном количестве припаркованных с нарушениями автомобилей 20,2 (дневные часы) и 11,8 % (утренние и вечерние часы) относительное количество припаркованных с нарушениями автомобилей изменяется от 0,0 до 91,8 % (дневные часы) и от 0,0 до 26,9 % (вечерние часы) (рис. 4).

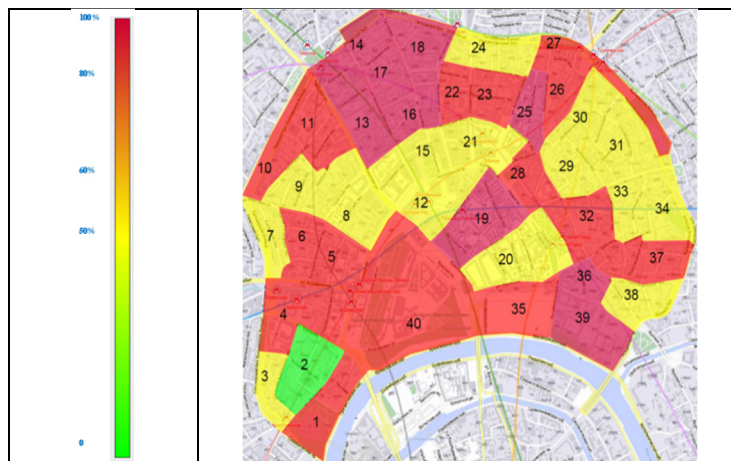


Рис. 3. Наполняемость парковок на улично-дорожной сети в дневные часы, %

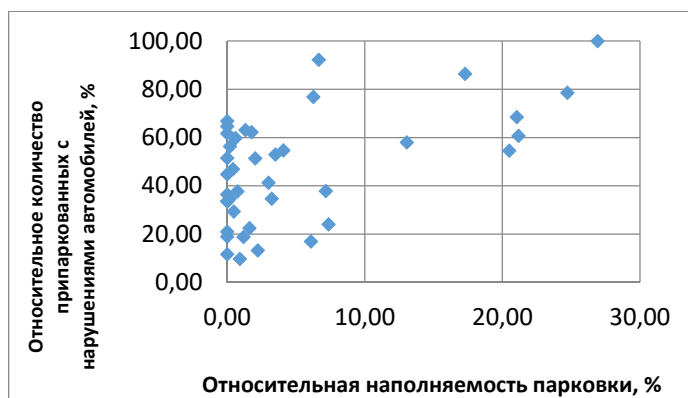


Рис. 4. Зависимость относительного количества припаркованных с нарушениями автомобилей (%), от относительной наполняемости парковок в утренние и вечерние часы (%)

Одновременно с мониторингом были проведены работы по массовому анкетированию водителей, паркующих автомобили на платных парковках улично-дорожной сети.

Анкета содержала вопросы по следующим направлениям:

- частота пользования платными парковками на УДС;
- цель поездки;
- расположение пунктов отправления и назначения;
- время поиска места для парковки;
- оценка уровня тарифов;
- источник и объем финансовых затрат на парковку.

Для достижения статистической достоверности результатов анкетирования количество опрошенных составило более 2500 чел., в среднем от 50 до 70 анкет на каждом из полигонов

Анализ результатов анкетирования водителей на вопрос о периодичности пользования платной парковкой (рис. 5) косвенно свидетельствует о том, что 58 % опрошиваемых точно пользуются парковкой для рабочих поездок (будние дни и практически каждый день в анкете), хотя и остальные категории водителей, не исключено, используют парковки для рабочих поездок. Достаточно много (17 %) опрошенных используют платные места для парковки при посещении не чаще одного раза в месяц.



Рис. 5. Периодичность пользования платными парковками (% от опрошенных)

Абсолютное большинство опрошиваемых (70%) на вопрос о целях поездки в центральную часть города ответили – рабочая (рис. 6). Рабочая поездка, как правило, подразумевает, что автомобиль занимает парковочное место на протяжении продолжительного времени, освобождение которого длительное время не происходит и численность пользователей парковки в течение дня незначительна. Такое парковочное место освобождается только в вечерние часы.



Рис. 6. Распределение поездок по целям при использовании платных парковок

Одной из основных характеристик использования парковочного пространства является время, затрачиваемое водителями на поиск свободного парковочного места. Всего 59 % опрошенных водителей тратили на поиск места для парковки до 10 мин. Распределение ответов на вопрос о времени поиска места для парковки, связанном с их загрузкой, приведено на рис. 7.

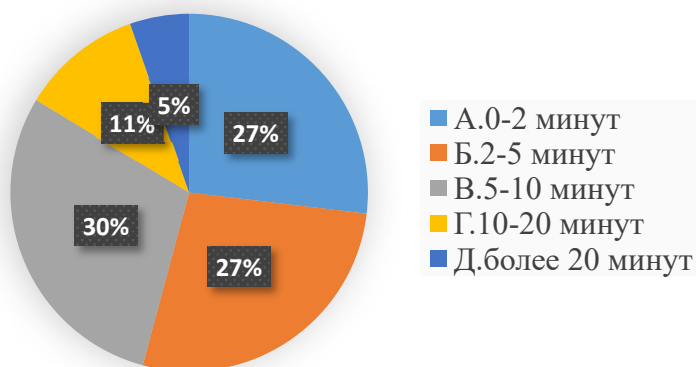


Рис. 7. Время поиска места на парковке

При времени ожидания 10 минут пробег с максимально разрешенной скоростью 60 км/ч составляет 10 км, на самом деле при регулируемом движении в стесненных условиях намного больше. Поиск свободного парковочного места происходит в пределах площади ограниченной Бульварным кольцом протяженностью около 9 км. Поиск приводит к значительному увеличению интенсивности движения, возникают заторы, которые распространяются на всю прилегающую к Бульварному кольцу территорию. Поиск парковочного места более 20 мин конечно недопустим для центральной части города.

Подтверждением вывода о том, что в основном парковочное пространство занято длительное время стоянками, связанными с рабочими поездками, явился ответ на вопрос об источнике оплаты парковки, 39 % опрошенных заявили, что им парковку оплачивает работодатель.

Ключевым моментом при рассмотрении платных парковок является отношение реальных (не потенциальных) пользователей к уровню тарифов за парковку. 47 % опрошенных водителей отнесли существующие тарифы к высоким и удовлетворительным. Лишь 5 % респондентов считают уровень тарифов низким.

Шуп Д. [2] сформулировал понятие «правильный уровень заполняемости уличной парковки», который соответствует реализации оптимальной ценовой политики использования парковочного места и подразумевает установление целевого уровня заполняемости парковки. Этот уровень определяет возможность предоставления парковочного места и издержки, связанные с поиском свободного места. Для установления правильного уровня должны быть решены три задачи:

- доступность – не обязательно это должно быть условие обеспечения 85 % свободных мест на парковке в любое время суток. Это может быть условие обеспечения хотя бы одного парковочного места;
- высокая заполняемость – парковочные места используются эффективно с максимальной заполняемостью, определенной первой задачей;
- выручка не является целью правительства города, но при грамотном управлении зависит как от комплексного решения первых двух задач, связанных с установлением тарифа на оплату.

На основании выполненного исследования в июле 2015 года Правительству г. Москвы были сделаны следующие предложения об изменении тарифов оплаты парковки на улично-дорожной сети в пределах Бульварного кольца:

- повысить стоимость парковки до 200 руб/час;
- ограничить время парковки до 2 часов;
- применять прогрессивную шкалу оплаты парковки с одновременным повышением тарифа в первый час до 80 руб., второй и последующие часы – 130 руб./ч.

При подготовке предложений исходили из того, что пользование платными парковками должно оставаться доступным для большинства жителей города, и каждый человек должен иметь возможность свободно приехать в центр города на автомобиле и припарковать его, когда это действительно для него необходимо.

Литература

1. Четыре года платным парковкам в Москве: только цифры и факты. <http://www.msk.kp/daily/26601/3617941/>
2. Шуп Д. Высокая стоимость бесплатной парковки. М. : ООО «Медиа Кар». 2014. 733 с.

УДК 621.396.933

Евгений Андреевич Рубцов, канд. техн. наук
(Санкт-Петербургский государственный
университет гражданской авиации)
E-mail: Rubtsov.spb.guga@rambler.ru

Evgeny Andreevitch Rubtsov, PhD of Sci. Tech.,
(Saint-Petersburg State University
of Civil Aviation)
E-mail: Rubtsov.spb.guga@rambler.ru

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕСКОНФЛИКТНОГО ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА В ПРЕДЕЛАХ РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДИ АЭРОДРОМА

PROBLEMS OF PROVIDING VEHICLES MOVEMENT WITHOUT CONFLICT WITHIN THE WORKING AREA OF AIRFIELD

Проблемы прогнозирования конфликтов с участием автотранспорта и воздушных судов на рабочей площади аэродрома приобретают все большую актуальность. Для их решения международная организация гражданской авиации разработала усовершенствованную систему управления наземным движением – A-SMGCS. В статье описаны функции системы A-SMGCS (согласно документу ИКАО Doc. 9830). Существующая система A-SMGCS не позволяет сделать точный прогноз положения объектов на рабочей площади аэродрома, поскольку не известны точные маршруты движения воздушных судов и автотранспорта. В статье предлагается решение этой проблемы путем укомплектования средств автотранспорта специальными терминалами и объединения их в сеть MeSH. Это позволит создать базу данных с информацией о маршрутах движения автотранспорта в пределах рабочей площади аэродрома. С помощью базы данных можно будет прогнозировать конфликты, а также выдавать сигнал предупреждения диспетчеру УВД и водителю транспортного средства при отклонении от заявленной траектории.

Ключевые слова: автотранспорт, конфликты на рабочей площади аэродрома, A-SMGCS, сеть MeSH

The problems of conflict prediction for vehicles and aircrafts on the working area of airfield are becoming increasingly important. To solve them international civil aviation organization has developed an advanced surface movement guidance and control system – A-SMGCS. The article describes features of A-SMGCS, according to ICAO document Doc. 9830. Existing systems A-SMGCS do not allow accurate prediction of the relative position of objects on the working area of airfield because they do not have the exact routes of aircraft and vehicles. The article proposes to solve the problem by installing terminals in vehicles, and joining them into a MeSH network. This will allow obtaining a priori information about the objects of traffic routes on the working area of airfield, producing conflicts prediction, but also signal the controller and the driver of the vehicle at a deviation from the declared path.

Keywords: vehicle, conflict within the working area of airfield, A-SMGCS, MeSH network

Введение

В настоящее время в гражданской авиации разработаны методики прогноза, анализа и предотвращения конфликтов между воздушными судами (ВС) на трассах и в аэродромной зоне. Это привело к существенному уменьшению количества катастроф и инцидентов и позволило наращивать интенсивность полетов с соблюдением всех требований по безопасности полетов. Однако при этом не снижается, а в ряде случаев и возрастает количество инцидентов с участием воздушных судов и автотранспорта в пределах рабочей площади аэродрома. К рабочей площади аэродрома относят взлетно-посадочную полосу (ВПП), рулежные дорожки (РД), перрон и места стоянок ВС. Инциденты на рабочей площади аэродрома происходят как правило в то время, когда воздушное судно находится на земле и выполняет процедуры, предваряющие взлет или следующие за этапом посадки. Это могут быть столкновения и опасные сближения ВС друг с другом, с автотранспортом, а также с другими транспортными средствами на рабочей площади аэродрома, несанкционированные выезды на ВПП, РД и т. д. Сопутствующие этому факторы связаны с возрастающим количеством операций, выполняемых транспортными средствами на рабочей площади аэродрома, с постоянным увеличением объемов воздушного движения, сложностью схем аэродромов, а также разнообразием методов и процедур повышения пропускной способности аэродромов [1].

Безопасное выполнение операций на рабочей площади аэродрома целиком зависит от профессионализма диспетчеров управления воздушным движением (УВД), пилотов

и водителей транспортных средств. Главной задачей при этом является оценка местоположения воздушных судов и автотранспорта с помощью различных средств наблюдения и своевременного принятия решения по разрешению потенциальной конфликтной ситуации. Исходя из этого, для обеспечения требуемого уровня безопасности необходимо иметь возможность не только определять с высокой точностью местоположение объектов на рабочей площади аэродрома, но и прогнозировать их движение на определенный интервал времени.

Целью статьи является анализ проблемы обеспечения бесконфликтного движения автотранспорта в пределах рабочей площади аэродрома и выработка рекомендаций по обеспечению прогнозирования потенциальных конфликтных ситуаций путем задания траекторий транспортных средств.

Методы прогноза конфликтных ситуаций

В настоящее время для предотвращения столкновений и опасных сближений ВС в воздухе разработана многоуровневая система анализа воздушной обстановки, прогнозирования траекторий и выдачи предупреждений.

В состав бортового навигационно-пилотажного комплекса обязательно входит аппаратура предупреждения столкновений (TCAS), которая информирует экипаж о наличии ВС в воздушном пространстве по пути следования, и, в случае необходимости, выдает команды для предотвращения столкновений и опасных сближений [2]. Применение TCAS при движении ВС по рабочей площади аэродрома невозможно, кроме того подобного рода систем не установлено на автотранспорте. Исходя из этого можно сделать вывод о нецелесообразности применения систем этого типа для предотвращения конфликтов на рабочей площади аэродрома.

В автоматизированной системе управления воздушным движением (АС УВД) применяют методы среднесрочного и краткосрочного прогноза. Метод среднесрочного прогноза (medium term conflict detection, MTCDD) предполагает анализ плана полета ВС и поиск потенциальных конфликтов с глубиной прогноза до 20 минут [3]. Диспетчер УВД получает соответствующее предупреждение о наличии потенциальной конфликтной ситуации, а также рекомендации по разрешению конфликтов (например, изменение скоростей ВС, высот полета или маршрутов в горизонтальной плоскости). Применение метода MTCDD возможно только в том случае, если известны маршруты следования ВС. Так как для объектов, двигающихся по рабочей площади аэродрома как правило не составляется план движения, применение данного метода затруднительно. Однако внедрение базы данных с информацией о маршрутах движения и плане движения ВС и автотранспорта по рабочей площади аэродрома позволило бы снизить количество конфликтов.

Метод краткосрочного прогноза (short term conflict alert, STCA) является одним из инструментов системы Safety Nets и позволяет на основе данных РТС наблюдения выявить нарушения норм эшелонирования и произвести прогноз на глубину до 2 минут [4]. При обнаружении конфликта диспетчер должен предпринять немедленные действия по его разрешению и выдать экипажам ВС соответствующие команды. Если диспетчер не выдал команду или сделал это с опозданием, конфликт будет обнаружен и разрешен бортовой системой TCAS. Применение метода STCA может найти применение для ВС и автотранспорта, находящихся в пределах рабочей площади аэродрома, поскольку современные аэродрома оснащены такими системами наблюдения, как радиолокационные станции обзора летного поля (РЛС ОЛП), аэродромные многопозиционные системы наблюдения (МПСН-А), системы видеонаблюдения, включающие инфракрасные камеры и тепловизоры [2]. Однако при этом следует учесть ряд особенностей движения автотранспорта, например, большой диапазон скоростей (от нулевой до 60 км/ч), большое количество поворотов, участки одностороннего движения, а также необходимость пересечения ВПП и РД. Методики прогноза конфликтов в пределах рабочей площади аэродрома в настоящее время находятся в стадии разработки.

Система A-SMGCS

Система A-SMGCS (advanced surface movement guidance and control system) описана в Руководстве по усовершенствованным системам управления наземным движением и контролем за ним (Doc. 9830) [5]. В руководстве приведены функции и инструменты систем управления и контроля за объектами на рабочей площадке аэродрома. Отмечено, что данные системы должны обеспечивать:

- a) выдачу экипажам ВС и водителям автотранспорта четко установленных задач для исключения двусмысленности процедурного характера, которые могут привести к ошибкам и отклонениям при движении;
- b) разработку усовершенствованных средств представления информации об обстановке с учетом условий видимости, плотности движения и схемы аэродрома;
- c) внедрение усовершенствованных средства наблюдения;
- d) сокращение задержек при наземном движении;
- e) внедрение усовершенствованных методов управления и процедур, позволяющих обеспечивать безопасные операции на рабочей площадке аэродрома, а также экипажам ВС и водителям автотранспорта однозначно и надежно выдерживать назначенные маршруты;
- f) прогнозирование и обнаружение, анализ и разрешение конфликтных ситуаций на рабочей площадке аэродрома.

Основной задачей A-SMGCS является обеспечение требуемого уровня безопасности на рабочей площадке аэродрома. Для решения этой задачи A-SMGCS должна обеспечивать: наблюдение, маршрутизацию, управление и контроль. Отмечено, что неотъемлемой частью каждой из этих функций является радиосвязь (в том числе передача данных). Рассмотрим каждую из указанных функций подробнее в рамках решаемой задачи.

Функция наблюдения A-SMGCS должна:

- a) обеспечивать точную позиционную информацию о всех передвижениях в пределах рабочей площадки аэродрома;
- b) обеспечивать идентификацию и маркировку ВС и автотранспорта, которым разрешено движение;
- c) предусматривать обновление данных о времени и местоположении ВС и автотранспорта по маршруту следования, которые необходимы для обеспечения требуемого управления и контроля.

Для выполнения функции маршрутизации A-SMGCS должна:

- a) позволять установить маршрут движения каждого воздушного судна или транспортного средства на рабочей площадке аэродрома;
- b) предусматривать возможность изменения пункта назначения в любой момент времени;
- c) предусматривать возможность изменения маршрута движения.

При работе в автоматическом режиме A-SMGCS также должна назначать маршруты и предоставлять адекватную информацию, обеспечивающую возможность ручного вмешательства в случае отказа или по усмотрению контролирующего полномочного органа.

Функция управления A-SMGCS должна:

- a) предоставлять четкие указания экипажам ВС и водителям автотранспорта, позволяющие им выдерживать назначенные маршруты;
- b) предусматривать учет изменения маршрута в любой момент времени;
- c) обеспечивать указание маршрутов и зон, использование которых ограничивается или не предусматривается.

Функция контроля A-SMGCS должна:

- a) обнаруживать конфликтные ситуации и обеспечивать их разрешение;
- b) обеспечивать продольные интервалы до заранее установленных значений скоростей, относительных направлений, размеров воздушных судов, времени реакции человека и системы, характеристик торможения;

- с) выдавать предупреждения о несанкционированных выездах на ВПП и приводить в действие средства защиты;
- д) выдавать предупреждения о несанкционированных выездах на рулежные дорожки и приводить в действие средства защиты;
- е) выдавать предупреждения о вторжениях в критические и чувствительные зоны, установленные для радионавигационных средств;
- ф) выдавать предупреждения о вторжениях в аварийные зоны;
- г) обеспечивать участие диспетчеров, пилотов и водителей автотранспорта в процессе принятия решений.

Функция контроля A-SMGCS должна также обеспечивать:

- а) очередность движения воздушных судов после посадки или вылетающих воздушных судов для обеспечения минимальной задержки и максимального использования располагаемой пропускной способности аэродрома;
- б) при необходимости, отделение движения вспомогательного или обслуживающего автотранспорта от оперативной деятельности;
- с) разделительное расстояние от препятствий при движении.

Предупреждения срочного характера должны выдаваться за надлежащее время, позволяющее предпринять соответствующие немедленные действия:

- а) предупреждение о конфликтной ситуации;
- б) предупреждение о вторжении в зону;
- с) предупреждение об отклонении;
- д) предупреждение о несанкционированном выезде на ВПП;
- е) предупреждение о несанкционированном выезде на РД.

Предупреждения среднесрочного характера должны выдаваться заблаговременно, для того, чтобы дать возможность предпринять соответствующие корректирующие действия в связи с:

- а) прогнозом конфликтной ситуации;
- б) обнаружением конфликтной ситуации;
- с) разрешением конфликтной ситуации.

После обнаружения конфликтной ситуации A-SMGCS должна либо автоматически разрешить эту конфликтную ситуацию, либо выдать наиболее приемлемое решение по запросу диспетчера.

Для обеспечения основных функций (наблюдение, маршрутизация, управление и контроль) планирующие компоненты A-SMGCS должны осуществлять:

- а) стратегическое планирование, которое будет давать картину прогнозируемой ситуации движения в выбранные моменты времени с упреждением свыше 20 мин;
- б) предтактическое планирование, которое дает картину прогнозируемой ситуации движения в выбранные моменты времени с упреждением до 20 мин;
- с) тактическое планирование, которое дает картину существующей ситуации движения.

Постановка задачи

Как видно из Руководства (Doc. 9830), система A-SMGCS должна обладать инструментами прогноза на различные интервалы времени. Применяемые в гражданской авиации системы (TCAS) и методы (MTCD, STCA) не могут быть однозначно и полностью применяться для ВС и автотранспорта, находящегося на рабочей площади аэродрома. Главной проблемой является невозможность учета траектории движения транспортного средства.

Воздушные суда, выполняя полет, двигаются по строго регламентированным маршрутам – воздушным трассам. Движение ВС и автотранспорта по рабочей площади аэродрома может выполняться по разным траекториям. Диспетчер зачастую не знает, как именно будет двигаться то или иное транспортное средство, и может только определить его местоположение по данным имеющихся средств наблюдения: РЛС ОЛП, МПСН-А, средств видеонаблюдения, а также дать или не дать разрешение на пересечение ВПП или РД.

Поэтому существенно повысить уровень информированности диспетчера о ситуации на рабочей площадке аэродрома можно путем учета траекторий, по которым будут двигаться транспортные средства. Для этого необходимо вести базу данных с информацией по каждому транспортному средству, аналогично тому, как это делается в плане полета для ВС.

Постановка задачи в общем виде заключается в поиске такого решения, которое бы позволило диспетчеру с большой точностью и уверенностью знать траектории движения ВС и автотранспорта в пределах рабочей площадки аэродрома на определенный интервал времени, что позволило бы осуществить краткосрочный прогноз движения и выявить возможные конфликты.

Не имея информации о траектории движения, алгоритмы прогнозирования конфликтных ситуаций либо будут давать точный прогноз на крайне ограниченный интервал времени (несколько десятков секунд), либо будут давать неточный прогноз с большой вероятностью ложных срабатываний, так как придется учитывать все возможные траектории движения ВС и автотранспорта на рабочей площадке аэродрома.

Решение

Из рассмотренных методов прогноза конфликтных ситуаций наибольший интерес вызывает STCA. При использовании этого метода для воздушных судов, двигающихся по маршруту, описанных ранее проблем (в частности, проблем прогноза траектории) как правило не возникает. Это вызвано двумя причинами:

1) движение ВС является как правило прямолинейным и инерционным, и за двухминутный интервал самолет практически не меняет вектор скорости;

2) полет производится по строго регламентированным маршрутам изменение которых без согласования с диспетчером недопустимо.

Воздушные суда и автотранспорт перемещаются по рабочей площадке аэродрома с переменной скоростью, траектория движения может меняться в значительной степени и на большие углы. Кроме того, маршрут движения по летному полю заранее не известен или оговаривается в текущий момент времени (разрешение диспетчера занять или пересечь ВПП, РД, занять место стоянки и т. д.).

Таким образом, для решения задачи краткосрочного прогноза и выявления конфликтов, необходимо, предоставлять диспетчеру информацию о маршруте движения транспортных средств по рабочей площадке аэродрома. В результате можно производить более точный прогноз на требуемый интервал времени, выдавать предупреждение о потенциальных конфликтах и рекомендации по их предотвращению.

Проанализируем необходимые технические средства, которые необходимо применить для обеспечения прогноза и выявления конфликтов. Так, необходимо снабдить весь автотранспорт специальными терминалами для обмена данными между водителем и диспетчером, с возможностью обмениваться данными между собой. С помощью этих терминалов водители заранее, перед началом движения вводят маршрут, примерное время прибытия и т. д., создавая тем самым базу данных о передвижении автотранспорта по рабочей площадке аэродрома.

Для обеспечения передачи данных между участниками движения по рабочей площадке аэродрома и диспетчером УВД (а по сути со средствами автоматизации), целесообразно применять MeSH сеть, представляющую собой распределенную одно ранговую сеть. Первоначально система MeSH создавалась как быстро разворачиваемая система связи и обмена цифровыми данными между мобильными объектами на поле боя. В настоящее время аппаратура MeSH доступна гражданским потребителям. Передача данных внутри сети осуществляется на основе IP-технологии, что позволяет осуществлять обмен практически любым видом данных. Внутри сети возможна передача данных, видео изображений, а также голосовая связь [6].

Сети MeSH обладают следующими преимуществами:

1) мобильность (гарантированная передача при движении объекта до 300 км/ч);

- 2) определение местоположения объекта с точностью $\pm 10\text{м}$ без использования спутниковой системы навигации;
- 3) надежность соединения;
- 4) сеть является самоорганизующейся и самовосстанавливающейся;
- 5) динамическая оценка плохих и слабых соединений;
- 6) запрещение плохих соединений для оптимизации передачи;
- 7) приоритетное использование хороших соединений;
- 8) повышенная устойчивость к механическим воздействиям;
- 9) гарантированная устойчивость канала связи;
- 10) легкая масштабируемость;
- 11) высокая производительность;
- 12) скорость передачи данных до 6 Мбит/с в зависимости от конфигурации;
- 13) многоуровневая аутентификация абонентов для обеспечения безопасности и динамичное управление новыми абонентскими устройствами.

При внедрении терминалов на автотранспорте реализуется система учета маршрутов движения по рабочей площади аэродрома. При этом терминал передает диспетчеру данные о начальной и конечной точках пути, маршруту между этими точками и предполагаемому времени (интервалу времени) движения. Если движение объекта началось без указания маршрута, диспетчеру, поступает сигнал предупреждения о движении средства, чей маршрут не занесен в базу. Также сигнал предупреждения поступает на терминал водителя, двигающегося без уведомления, что позволяет водителю остановиться и принять необходимые меры. Сигнал предупреждения приходит диспетчеру и водителю автотранспорта при выезде на запрещенный участок рабочей площади аэродрома, а также при отклонении от заявленного маршрута (например, когда водитель сделал неправильный поворот или выехал позже указанного в базе данных времени).

Объединенные в сеть транспортные средства могут обмениваться между собой данными для целей уточнения взаимных положений и возможной коррекции траекторий. В этом случае можно говорить об аналоге такой системы, как TCAS. Кроме того, технология MeSH сети позволяет определять местоположение абонентов, предоставляя диспетчеру дополнительный канал наблюдения, наряду с РЛС ОЛП, МПСН-А и системами видеонаблюдения.

Выводы

Статистика происшествий с воздушными судами и автотранспортом на рабочей площади аэродрома говорит о необходимости внедрения средств и методов, позволяющих уменьшить количество конфликтов и обеспечить требуемый уровень безопасности полетов. Методики анализа и прогнозирования конфликтов, применяемые в гражданской авиации (MTCD, STCA) могут найти определенное применение и для наземных средств, однако при этом потребуются их доработка. Международной организацией гражданской авиации была разработана система A-SMGCS, которая содержит ряд рекомендаций по уменьшению конфликтов между ВС и автотранспортом в пределах рабочей площади аэродрома.

Одной из составляющих функции маршрутизации A-SMGCS заявлено определение маршрутов ВС и автотранспорта на определенный момент времени для выполнения последующих функций: контроля и управления. Существующие системы автоматизации управления движением объектов на рабочей площади аэродрома не в полной мере выполняют рекомендации A-SMGCS. В частности, не решена проблема априорного определения траектории объектов на рабочей площади аэродрома.

В статье предложен подход, подразумевающий оснащение всех участников движения терминалами (для воздушных судов функции терминала выполняет бортовой компьютер), с помощью которого абоненты предоставляют диспетчеру информацию о своем маршруте перед началом движения. Предусмотрена сигнализация в случае начала движения без

уведомления, выезда на закрытый для передвижения участок рабочей площади аэродрома или выхода за пределы заявленного маршрута.

Предлагается объединить транспортные средства с помощью MeSH сети. Это позволит создать простую, устойчивую и высокоскоростную сеть обмена данными и, тем самым, повысить уровень безопасности.

Литература

1. Кульчицкий В.К., Мешалов Р.О., Рубцов Е.А. О методе повышения уровня информированности диспетчера о ситуации на летном поле как пути обеспечения требуемого уровня безопасности на воздушном транспорте // Актуальные проблемы защиты и безопасности, комплексная безопасность на воздушном транспорте. Труды XIX Всероссийской научно-практической конференции, 2016. Том 6. С. 120–125.
2. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Учебное пособие / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев, Б.А. Сушкевич. СПб.:Свое издательство, 2016. 287 с.
3. Eurocontrol specification for medium-term conflict detection. EUROCONTROL-SPEC-0139, first released version, 2010. 25 p.
4. Eurocontrol specification for short term conflict alert. EUROCONTROL-SPEC-122, first released version, 2010. 25 p.
5. Руководство по усовершенствованным системам управления наземным движением и контроля за ним (A-SMGCS). ИКАО, документ 9830 AN/452, издание первое, 2004. 100 с.
6. Технология MeSH. URL: http://www.sagatelecom.ru/radiosystems/wireless_system/mesh.php (дата обращения 16.05.2017).

УДК 656.025

Ольга Юрьевна Смирнова, канд. тех. наук,
доцент
Екатерина Алексеевна Третьякова,
студент
(Уральский государственный университет путей сообщения)
E-mail: OYSmirnova@usurt.ru,
kat.tretyakowa@gmail.com

Olga Yrievna Smirnova, PhD in Eng ,
Associate Professor
Yekaterina Alekseyevna Tretyakova,
Student
Ural State University of Rail Transport
E-mail: OYSmirnova@usurt.ru,
kat.tretyakowa@gmail.com

АНАЛИЗ СХЕМЫ ПАССАЖИРСКОГО СООБЩЕНИЯ ТЮМЕНЬ – ТОБОЛЬСК

ANALYSIS OF THE SCHEME OF PASSENGER MESSAGE TYUMEN – TOBOLSK

В статье проанализировано пассажирское сообщение по маршруту Тюмень – Тобольск на железнодорожном и автомобильном транспорте. Приведены краткие характеристики начального, конечного и транзитных транспортных пунктов на маршруте. Систематизированы количественные показатели пассажиропотока за 2015 год. Сформулированы выводы.

Ключевые слова: общественный пассажирский транспорт, пригородное сообщение, пассажиропоток

The article analyzes the passenger communication on the route Tyumen – Tobolsk on railway and road transport. Brief characteristics of the initial, final and transit transport points along the route are given. Quantitative indicators of passenger traffic for 2015 are systematized. The conclusions are formulated.

Keywords: passenger public transport, suburban communication, passenger traffic

Актуальность работы. Пассажирские перевозки в большинстве случаев представлены железнодорожным, автобусным, а также личным автотранспортом. Мнение профессионального экспертного сообщества направлено на регулирование пассажиропотока на рельсовый транспорт в связи с перегрузкой автодорог и отрицательным воздействием автотранспорта на экологию [1, 2]. Когда перед человеком встает вопрос о том, как добраться в другой город в первую очередь анализируется баланс «цена – время»: сколько будет стоить проезд, сколько времени будет затрачено на проезд [3]. Безусловно наиболее комфорт-

ным на первый взгляд встает использование индивидуального легкового транспорта. Однако существующие затраты на содержание легкового автомобиля и заторы в движениях по городу и близлежащим магистралям и невысокие доходы населения, а также наличие льгот для пассажиров приводят к необходимости пользования услугами общественного транспорта (автобус и пригородный поезд). Поэтому исследование пассажирского сообщения по конкретным направлениям с целью выявления особенностей пассажиропотока и обследования элементов транспортной инфраструктуры, которые напрямую влияют на комфорт пассажира, считаем актуальным.

Цель исследования является повышение эффективности пассажирского сообщения по направлению Тюмень – Тобольск путем проведения анализа для подготовки предложений по совершенствованию.

Объект исследования фактические корреспонденции пассажиров по направлению Тюмень – Тобольск.

Пассажир желающий уехать из Тюмени в Тобольск может уехать на 7360 поезде пригородного сообщения Тюмень – Усть-Тавда и затем пересест в Усть -Тавде на поезд 7362 Усть-Тавда – Тюмень, и обратно тоже, расписание представлено в табл. 1 [4].

Таблица 1

Расписание движения пригородных поездов Тюмень – Тобольск и обратно на май 2017

Поезд №	Маршрут следования	Время отправления местное	Время прибытия местное	Дни обращения	Стоимость проезда
7361/7363	Тобольск – Тюмень	07:14	11:44	пн, ср, чт, пт, сб, вс	332р.
7360/7362	Тюмень – Тобольск	18:30	22:33	вт, ср, чт, пт, сб, вс	332р

Сообщение пользуется спросом, но протяженность участка превышает 200 км и ОАО «Свердловская пригородная компания», в ведении которой находится пригородное сообщение Тюменской области, не имеет права организовывать беспересадочное сообщение. Такие пересадки на профессиональном сленге называются «перелом». Необходимо отметить, что ветка Тюмень-Тобольск не полностью электрифицирована, есть однопутные участки и реконструкция пока не завершена. В 2013 году был анонсирован проект по запуску скоростного поезда Екатеринбург – Тобольск, который и подразумевал реконструкцию ветки Тюмень – Тобольск, ориентировочные затраты превышают 5 млрд руб. В январе 2017 г. студенты УрГУПС участвовали в демонстрационной поездке на скоростном дизель-электропоезде ДТ1 по маршруту Тюмень – Тобольск (3 часа 50 минут, всего три остановки в пути).

На исследуемом направлении функционирует 5 железнодорожных вокзалов (постройки 1973 года) и 4 остановочных платформы. Охарактеризуем конечные точки маршрута.

Тюмень является административным центром городского округа. Вокзал на станции *Тюмень* является внеклассным, расчетная проектная вместимость вокзала – 400 человек. Для посадки и высадки пассажиров имеются 3 пассажирские платформы длиной 480, 608, 610 метров, отдельные кассы для пригородного сообщения (расположены удобно – у выхода на перрон), залы ожидания на 500 посадочных мест, зал повышенной комфортности на 18 посадочных мест, зона отдыха «Уют» на 22 посадочных места, санитарные комнаты. Информационное сопровождение представлено в виде нескольких онлайн-табло и вокзальной оповестительной связью в залах ожидания, и на платформах. На территории прилегающей к железнодорожному вокзалу имеется автобусная остановка, где производится посадка в любой район города в дневное время (более 10 маршрутов), в ночное время общественный транспорт не работает, только такси. К недостаткам можно отнести отсутствие высоких

платформ вровень с полом вагона и открытый пешеходный переход по мосту к 3 платформе, что приводит к неудобству в посадке пожилых людей, с ограниченными возможностями и мам с детьми в колясках, особенно в зимнее время года. Численность населения г. Тюмени на 2015 год составила 697,04 тыс. чел.

Вокзалу станции Тобольск присвоен 2 класс. Тобольск является туристическим центром, где ежегодно проходят крупные исторические и музыкальные фестивали, за 2016 г. [5, 6]. Тобольск посетили 302 119 человек, из них 1665 иностранцев. Здание вокзала сдано в эксплуатацию в октябре 1974 года, расчетная проектная вместимость вокзала – 400 человек. Для посадки и высадки пассажиров имеются 2 пассажирские платформы: высокая береговая пассажирская платформа общей протяженностью 409,2 м, шириной – 6 м. и низкая островная пассажирская платформа общей протяженностью 310 м, шириной 4м. На вокзале имеются: комнаты отдыха, автоматические камеры хранения, зал ожидания на 90 посадочных мест, санитарные комнаты, работают две билетные кассы (дальнего и пригородного сообщений). На территории городского округа Тобольск имеются две остановки пригородного поезда: станция *Сузгун* – микрорайон Левобережный и станция *Тобольск* находится почти на выезде из города в микрорайоне Менделеево.

Автобусное сообщение от остановок до культурно-исторического центра ограничено одним маршрутом городского автобуса. Численность населения г. Тобольска на 2015 год составило 101,78 тыс. чел. В последние годы получил дальнейшее развитие Тобольский нефтехимический комбинат. В 2013 г. было построено и запущено в эксплуатацию новое крупнейшее в России производство полипропилена Тобольск-Полимер. Переходит в практическую плоскость государственная программа по созданию в Тобольске газохимического комплекса, одного из крупнейших в мире.

Результаты исследования пригородного сообщения по направлению Тюмень – Тобольск представлены в табл. 2 и показывают, что основной пассажиропоток четко прослеживается от станции Тюмень до станции Тобольск, практически одинаковый по направлению Тюмень – Тобольск и Тобольск – Тюмень, составляет примерно 37000 пассажиров за 2015 год. Необходимо отметить, что величина показателя пассажиров отправлено по станции Усть-Тавда не применима для анализа, так как пассажиры, следующие из Тюмени дальше Усть-Тавды (одни и те же), считаются дважды в виду пересадки их с одного электропоезда на другой. А сам поселок Усть-Тавда как пассажирообразующий пункт не может формировать самостоятельно пассажиропоток такого размера, так как численность населения на 2015-2016 год не превышает 500 человек. Авторы придерживаются точки зрения специалистов о необходимости снятия ограничения дальности пригородного сообщения до 200 км., что особенно актуально в восточных регионах РФ [7].

Территориально исследуемое направление проходит по территории Тюменского, Яркового, Нижнетавдинского и Тобольского районов. Железнодорожное и автомобильное сообщение между Тюменью и Тобольском идет не пересекаясь, параллельно, большей частью идет по разные стороны от реки Тобол. Проект автомобильной дороги п. Междуреченский – с. Нижняя Тавда до настоящего времени не реализован в районе Куминских болот. Поэтому автомобильное сообщение Тюмень-Тобольск проходит по федеральной трассе Тюмень-Ханты-Мансийск, которая не имеет альтернативной связи асфальтобетонного покрытия между областным центром и северными городами Тюменской области, и средний трафик достигает до 17 000 автомобилей в сутки, большей частью это транзит дальше на север области.

Таблица 2

Анализ пригородного сообщения по маршруту Тюмень–Тобольск

Наименование остановки	Км. отметка	Расстояние	Код	Городской округ	Населенные пункты, по которым проходит железная дорога	Количество пассажиров отправлено за 2015 год	Количество пассажиров отправлено за 2015 год ОБРАТНО
ст. Тюмень	2140		2030100	ГО Тюмень	Тюмень	–	37313
ст. Войновка	2148	8	2030258	ГО Тюмень	Тюмень	–	3229
Оп 2148 км	2149	10	9997873	ГО Тюмень	Тюмень	–	–
Тюмень Северная	9,49	26	2031418	ГО Тюмень	Тюмень, мкр Антипино	7	–
ст. Туринский	20,66	28	2030568	Нижнетавдинский район	п. Новотуринский, с. Каскара	116	483
оп 57 км	57,4	64	2031436	Нижнетавдинский район		221	4
ст. Каргымская	68,26	76	2030570	Нижнетавдинский район	п. Каргымский	2674	1141
оп 80 км	80,55	88	2031489	Нижнетавдинский район	с. Новотроицкое	1365	171
ст. Абаевский	97,55	105	2030571	Ярковский район	п. Абаевский	1130	317
ст. Усть-Тавда	132	139	2030283	Ярковский район	п. Усть-Тавда	40223	36182
оп 151 км	152	20	2031480	Ярковский район		1774	370
ст. Сегово	179	47	2030574	Тобольский район	п. Сегово	1971	877
ст. Сузгун	212	80	2030576	ГО Тобольск	мкр Левобережный	641	452
ст. Тобольск	223	90	2030283	ГО Тобольск		36451	–

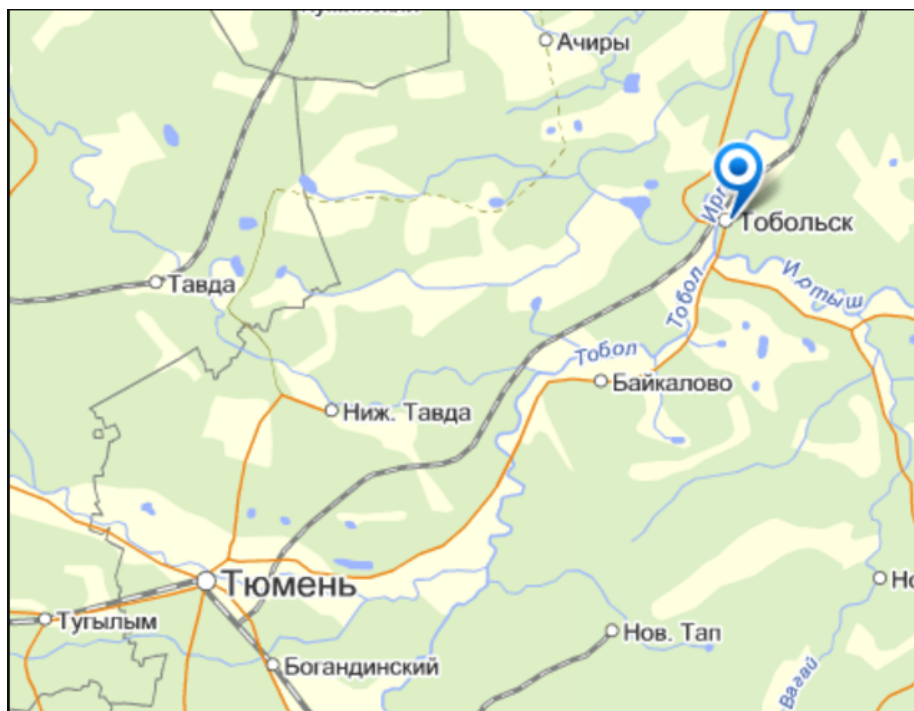


Рис. 1. Карта маршрута Тюмень – Tobolsk

Одним из вариантов обслуживания пассажиров на этом направлении может быть безостановочное сообщение на рельсовом автобусе Тюмень-Усть-Тавда-Тобольск, а в перспективе – высокоскоростное сообщение. Остальных пассажиров обслуживать на поездах дальнего следования, которых по этому направлению проходит более 10.

Пассажиропоток Тюмень-Тобольск на поездах дальнего следования за 2015 год не превышает 18000 пассажиров, где более гибкое расписание, комфортные условия. Фактические данные «пассажиров отправлено» за 2015 год по месяцам в разрезе плацкарт, купе, св представлены на рис. 2. Стоимость проезда плацкарт – 740р, купе – 1638р.

Результаты исследования не совпадают с информацией из Реестра пригородных сообщений, который составлен в Комплексном плане развития транспортного обслуживания населения в части пригородного сообщения Тюменской области [7]. Некорректно указаны транспортные центры включенные в сообщение Тюмень – Тобольск на железнодорожном транспорте: указана деревня Шапкуль (Нижнетавдинский район), хотя там нет остановки пригородного поезда, население 11 человек на 2010 год., аналогично деревня Бачкун (Ярковского района). Если их рассматривать, как населенные пункты, тяготеющие к остановкам в пригородном сообщении на железной дороге, то необходимо было включать:

к станции Картымская – п. Рысева (4 км), с. Конченбург (5 км), с. Петрунькино (17 км), д. Ивашкина (14 км), п. Ключи (16 км) Нижнетавдинского района;

к станции Усть-Тавда – д. Ульянова (9 км), д. Тараканова (4 км), с. Плеханово (13 км) д. Сакандыкова (9 км), д. Верхнесидорово (20 км) Ярковского района;

к оп 151 км – это д. Мазурово (4км), с. Сорокино (9км), д. Липовка (15 км) Ярковского района.

Автобусное сообщение по направлению Тюмень – Тобольск представлено 11 транзитными рейсами и 10 прямыми. Промежуточными пунктами при автобусном сообщении Тюмень – Тобольск являются другие населенные пункты нежели на железнодорожном: с. Каскара, с. Борки, с. Созоново, с. Дубровное, с. Покровское, с. Усалка, п. Мостовой, с. Ярково, с. Щетково, п. Иска, д. Чеганова, с. Байкалово, д. Тоболтура, с. Карачино.

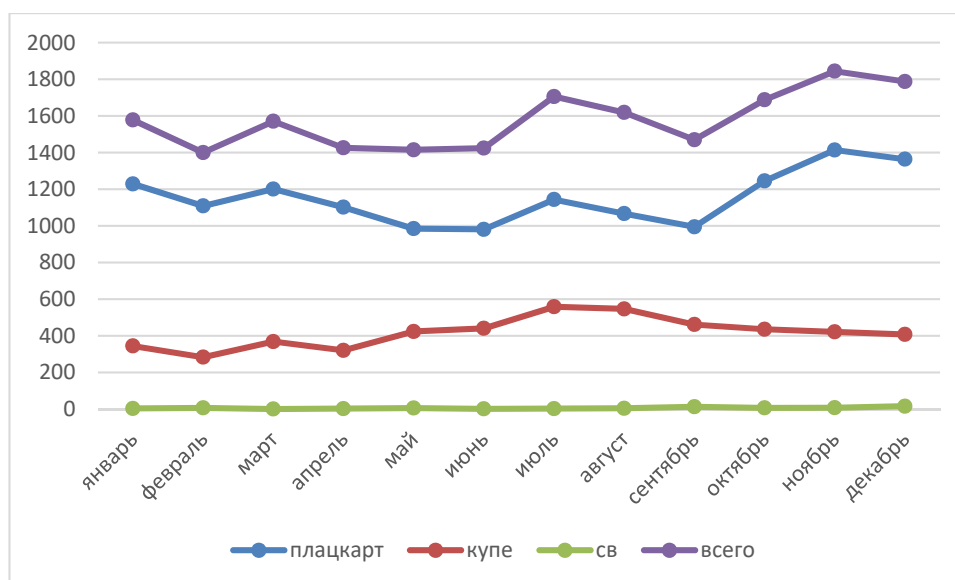


Рис. 2. Пассажиропоток по направлению Тюмень-Тобольск за 2015 год на поездах дальнего следования

Результаты исследования также не совпадают с информацией из Реестра пригородных сообщений в [8].

Таблица 3

Расписание отправления автобусов с автостанции г. Тюмень по направлению в г. Тобольск на май 2017 года

№ п/п	Отправление местное время	Рейс, сообщение	Прибытие	Цена без сборов
1	06:05, 07:10, 08:00, 09:00, 09:45, 10:30, 11:30, 15:00, 16:00, 20:20	555 Тюмень АВ – Тобольск АВ	10:50, 12:19, 13:09, 14:05, 13:57, 15:15, 16:39, 19:24, 20:24, 00:20	450.00
2	07:20	725 Кокчетав АВ – Тобольск АВ	11:15	710.00
3	12:40	553 Тюмень АВ – Уват АС	17:40	717.00
4	13:20	760 Тугулым АС – Тобольск АВ	18:05	718.00
5	14:00	581 Курган АВ – Тобольск АВ	18:55	717.00
6	15:15	583 Курган АВ – Сургут АВ	19:38	531.00
7	15:45	808 Тюмень АВ – Ханты-Мансийск АВ	20:25	721.00
8	16:50	808 Тюмень АВ – Ханты-Мансийск АВ	21:35	700.00
9	17:30	581 Курган АВ – Тобольск АВ	21:45	715.00
10	17:50	588 Курган АВ – Приобье АВ	21:45	684.00
11	19:05	721 Петропавловск АВ – Тобольск АВ	21:00	717.00
12	20:20	555 Тюмень АВ – Тобольск АВ	00:20	717.00

Так на автомобильном транспорте указаны транспортные центры, включенные в сообщение Тюмень – Тобольск: Яр, Ембаево, Вилижаны, Каскара, Торгили, Суклем, Ермаково, Подрезова, Эртигарка, Сетово, Через поселок Сетово (Тобольского района) проходит железная дорога, у деревни Эртигарки отсутствует автомобильное сообщение с трассой Тюмень –Тобольск.

Необходимо отметить, что на маршруте Тюмень АВ – Тобольск АВ используются автобусы типа М2 и М3. Автобусы тип М3 такие как HYUNDAI UNIVERSE, автобусы м2 класса FORD TRANSIT, VOLKSWAGEN MULTIVAN оборудованы кондиционерами, холодильниками, системами внутреннего и внешнего видеонаблюдения. Для людей с ограни-

ченными возможности во всех автобусах используется пандус (телескопический), мобильное разборное средство передвижения (коляска). Средний возврат автобусов составляет 4 года. Все транспортные средства отвечают современным экологическим нормам. Конечная остановка автобусов находится в центре города, на автовокзале в пешей доступности от которого находятся остановки общественного транспорта, гостиницы.

На рис. 3 представлены показатели «количество перевезенных пассажиров» за 2015 год ежемесячно на железнодорожном (дальнего следования и пригородное сообщение) и автомобильном (общественном) транспорте. Максимальное количество пассажиров перевезено в августе: всего 18 326 пассажиров из них 51 % на автобусах, 40 % на поездах пригородного сообщения и 9 % на поездах дальнего следования, при расчете учитывались пассажиры только от Тюмени до Тобольска, без учета промежуточных пунктов.

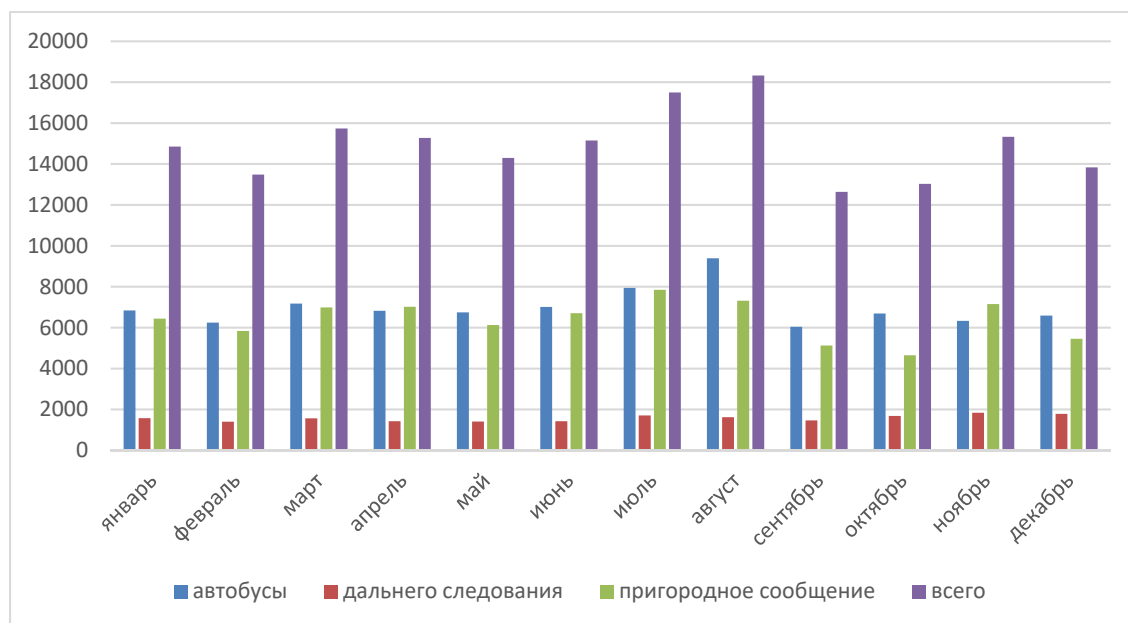


Рис. 3. Пассажиропоток по направлению Тюмень-Тобольск за 2015 год на общественном транспорте

Сравнительная таблица сообщений по времени отправления, времени в пути, стоимости поездки представлена в табл. 4.

Таблица 4

Сравнительная таблица поездок на общественном транспорте из Тюмени в Тобольск

№ п/п	Количество пассажиров отправлено за 2015 год	Длина маршрута	Вид сообщения	Время отправки	Время поездки	Стоимость поездки (руб)
1	83 846	250 км	Автобус	до 12 рейсов в день, с 6:00 до 20:00, все дни недели	5–6 часов	450–717
2	76 674	229 км	Поезд пригородного сообщения с пересадкой	Один раз в сутки вечером 18:30, кроме понедельника	4,5 часа	332
3	18 929	229 км	Поезд дальнего следования	До 11 поездов в течении суток	3,5–4 часа	740–638

Поездки на индивидуальном автомобильном транспорте отследить затруднительно, но возможно с помощью навигационного оборудования или выборочного натурного мониторинга

ориентировочно оценить. Дополнительно на интернет ресурсе <https://www.blablacar.ru> на 3 апреля 2017 года имеется 43 предложения поездок из Тюмени в Тобольск и стоимость варьируется от 300 до 400 рублей. Следовательно, существует спрос на более гибкий график поездок.

В итоге, проанализирована организация пассажирского сообщения по направлению Тюмень – Тобольск на двух видах транспорта на предмет времени и стоимости поездки. Основной пассажиропоток распределен пополам между автобусным сообщением и на поездах пригородного сообщения. Промежуточные населенные пункты при железнодорожном и автомобильном сообщении не совпадают, вследствие чего перевести весь пассажиропоток на железнодорожный транспорт невозможно. К тому же высадка пассажиров на станции Сузгун и Тобольск не удобна для пассажиров в плане пересадки с целью добраться до конечного адреса в г. Тобольске. С этой точки зрения и подвижной состав и транспортная схема комфортнее для пассажира на автобусе. Изменение количества пассажиров в течение года на всех видах сообщения подчиняется одинаковым колебаниям, пик наблюдается в марте, августе и в ноябре 2015 года. В ходе анализа было выявлено несоответствие Реестра пригородного сообщения Тюменской области фактическому состоянию. Авторы поставили цель составить новый Реестр пригородного сообщения по направлению Тюмень–Тобольск и защитить его в компетентных органах с учетом выявления первичного контура тяготения населенных пунктов к остановкам пригородного сообщения (в пределах пешей доступности) и вторичного контура (для организации синхронной работы двух видов транспорта).

Направлением дальнейших исследований также будет являться изучение структуры пассажиропотока (в том числе льготы), формирование возможных вариантов перевозки пассажиров общественными видами транспорта (направленное управление перевода части пассажиров на железнодорожное сообщение) и предпроектный анализ ввода скоростного сообщения.

Литература

1. Платонов А.А., Социальная значимость организации пассажирских перевозок дорожно-рельсовыми транспортными средствами. «Ученые заметки ТОГУ» Том 6, № 1, 2015. С. 109-113. ISSN 2079-8490.
2. Плахотич С.А., Чемоданова К.Е., Новые технологии транспортного обслуживания населения в промышленно-городской агломерации // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения № 2(6) июнь 2010. С. 14-21.
3. Горяев Н.К., Оценка перспективного пассажиропотока для первой очереди челябинского метрополитена // Горяев Н.К., Гераскина О.В., Чикранова Д.С., Смолин В.Н. Сборник материалов Международной научной конференции «Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации, посвященной 60-летию Оренбургского государственного университета. 2015. Издательство: Издательско-полиграфический комплекс «Университет» (Оренбург). С. 86-89.
4. Служебное расписание движения пригородных поездов по Свердловской железной дороге 2014/2015. // Издательства «Трансиздат». Екатеринбург. 2014. 319 с.
5. Брумфилд Уильям, Очарование Тобольска // РОДИНА №8 2012. Издательство: Редакция «Российской газеты» (Москва) С. 139-143. ISSN: 0235-7089.
6. Родина Н.В., Тобольск как туристический центр Сибири // Математические методы и модели в управлении, экономике и социологии. Сборник научных трудов. Тюмень, 2014. Издательство: Тюменский индустриальный университет (Тюмень). С. 346-348.
7. Вакуленко С.П., О критериях определения категорий пригородных поездов // Мир транспорта, том 10, № 6(44) – 2012г. Издательство: Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II (Москва) С. 16-21. ISSN: 1992-3252
8. Комплексный план транспортного обслуживания населения Тюменской области на средне- и долгосрочную перспективу (до 2030 года) в части пригородных пассажирских перевозок [Электронный ресурс] URL: <http://www.admtyumen.ru/>. (Дата обращения: 20.04.2017).

УДК 656.1

А. И. Солодкий, д-р экон. наук
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ASolodkiy@mail.ru

A. I. Solodky, Dr. Ekon. Sciences
(Saint-Petersburg state University
of Architecture and Construction)
E-mail: ASolodkiy@mail.ru

**ТРАНСПОРТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОРГАНИЗАЦИИ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**TRANSPORT MODELING IN THE SOLUTION OF TASKS OF ORGANIZATION
OF ROAD TRAFFIC**

В работе рассматриваются вопросы применения транспортного моделирования для целей разработки документации по организации дорожного движения. Определены основные задачи при решении, которых требуется применение транспортных моделей при разработке комплексных схем организации дорожного движения (КСОДД), проектов организации дорожного движения (ПОДД) и автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД). Для каждого вида документов по организации дорожного движения даны задачи, решаемые с использованием транспортных моделей. Определена номенклатура задач для моделирования при разработке ПОДД, КСОДД и проектной документации для АСУДД.

Ключевые слова: Транспортное моделирование, организация дорожного движения, ПОДД, КСОДД, АСУДД.

The paper discusses the application of transport modeling for the development of documentation on the organization of road traffic. The main tasks in the solution are identified, which require the use of transport models in the development of integrated traffic management schemes (CSDDs), road traffic organization (PFD) and automated traffic management systems (ACSDD). For each type of documents on the organization of road traffic, tasks are solved with the use of transport models. The nomenclature of tasks for modeling in the development of AML, CSDD and project documentation for ACSDD is determined.

Keywords: Transport modeling, organization of traffic, PFD, CSDDs, ACSDD

В настоящее время все большее внимание уделяется вопросам организации дорожного движения (ОДД), принимаются документы регламентирующие данные вопросы. Разработка документов по организации дорожного движения и управления им выполняется для повышения эффективности функционирования дорожной и улично-дорожной сети при решении задач транспортного обслуживания территорий.

Выработка эффективных решений по организации и управлению дорожным движением возможна только на основе применения транспортного моделирования. Выбор транспортных моделей зависит от задач, решение которых выполняется в составе соответствующего документа ОДД и объекта, для которого эта задача решается, что требует разработки классификации таких объектов и определения номенклатуры задач для различных документов ОДД.

Основные цели и задачи разработки ПОДД и КСОДД определены в утвержденных приказом Минтранса России от 17 марта 2015 г № 43 «Правилах подготовки проектов и схем организации дорожного движения» далее (Правила). В соответствии с Правилами основными целями и задачами разработки документации по ОДД являются:

- 1) обеспечение безопасности дорожного движения;
- 2) упорядочение и улучшение условий дорожного движения транспортных средств и пешеходов;
- 3) организация пропуска прогнозируемого потока транспортных средств и пешеходов;
- 4) повышение пропускной способности дорог и эффективности их использования;
- 5) организация транспортного обслуживания новых или реконструируемых объектов (отдельного объекта или группы объектов) капитального строительства различного функционального назначения;
- 6) снижение экономических потерь при осуществлении дорожного движения транспортных средств и пешеходов;

7) снижение негативного воздействия от автомобильного транспорта на окружающую среду.

Модели, применяемые для решения задач проектирования организации дорожного движения, должны выбираться с учетом данных целей, а результаты моделирования должны позволять оценивать степень достижения указанных целей.

В моделях необходимо:

- осуществлять оценку уровня потенциальной опасности на объекте проектирования при принятых решениях по организации и управлению движением;
- рассчитывать интенсивности движения различных категорий участников движения и уровни загрузки элементов улично-дорожной сети, параметры, характеризующие условия движения;
- определяться параметры, характеризующие уровень транспортного обслуживания отдельных территорий и/или объектов (прежде всего время сообщения при перемещении по рассматриваемой территории и/или до объекта из заданных точек);
- определяться параметры, необходимые для расчета экономических потерь при осуществлении дорожного движения транспортных средств и пешеходов, а так же оценки воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду.

В КСОДД, в соответствии с Правилами, разрабатываются решения по организации дорожного движения для всех категорий участников движения, с возможностью проработки отдельных решений для каждой из них, что требует прогнозирования на расчетный срок в составе модели перспективной интенсивности движения всех категорий его участников (легковые автомобили, маршрутный пассажирский транспорт общего пользования, грузовые автомобили, велосипедисты, пешеходы) с учетом принятых вариантов мероприятий по организации движения и светофорному регулированию. Решение вопросов временного и постоянного хранения автомобилей, организации парковочного пространства потребует наличия информации по объемам и видам корреспонденций на территории проектирования, так же информация по корреспонденциям будет необходима для выделения транзитного транспорта и организации его движения.

Для выработки решений в составе ПОДД необходимо моделирование текущей ситуации при действующей организации дорожного движения, прогнозирования дорожно-транспортной ситуации на текущий момент и на расчетный срок для различных вариантов проектных решений по организации дорожного движения, что требует наличия модели прогноза перспективной интенсивности движения всех категорий его участников (легковые автомобили, маршрутный пассажирский транспорт общего пользования, грузовые автомобили, велосипедисты, пешеходы) с учетом принятых вариантов мероприятий по организации движения и светофорному регулированию. Модель должна позволять осуществлять моделирование условий движения по улично-дорожной сети в масштабах территории, для которой разрабатывается ПОДД (территории одного или нескольких муниципальных образований либо их частей, имеющих общую границу, с общей численностью населения до 10 тысяч жителей и (или) на период эксплуатации дорог или их участков на территории одного или нескольких муниципальных образований либо их частей, имеющих общую границу, либо на меньших по масштабам площадным объектам).

Решение задач организации работы пассажирского транспорта потребует наличия модели прогнозирования пассажиропотоков на всех видах пассажирского транспорта общего пользования, включая внеуличный (метрополитен, пригородные и внутригородские железнодорожные перевозки пассажиров, скоростной трамвай, ЛРТ).

Поскольку в составе ПОДД разрабатываются конкретные проектные решения, требующие учета планировочных характеристик, особенностей движения различных категорий участников движения, требуется применение имитационных моделей с высокой степенью точности, учитывающих условия движения, регулирование движения и поведение всех категорий участников движения. Так как в состав задач ПОДД включены задачи управле-

ния движением (светофорного регулирования) необходимы модели, позволяющие выполнять расчет режимов регулирования на светофорном объекте по заданному критерию оптимизации (минимизации задержек и т. п.), имитацию движения транспортных средств и пешеходов на УДС в зоне проектирования, координацию работы светофорных объектов. Для возможности сравнения вариантов решений ПОДД между собой и базовым обязательно должна быть опция расчета и отображения изменений расчетных параметров моделей для различных решений по организации движения.

В соответствии с Правилами, проектные решения для рекомендуемого варианта проектирования при разработке ПОДД на период эксплуатации улиц и дорог или их участков включают набор мероприятий, аналогичный разрабатываемому в составе ПОДД при его выполнении на определенную территорию.

Набор задач и видов применяемых моделей для данных ПОДД будет близок набору для ПОДД, разрабатываемому для улично-дорожной сети территорий. Основным отличием является масштаб объекта моделирования, для ПОДД на период эксплуатации улиц и дорог или их участков достаточно иметь модели для линейных объектов, что существенно уменьшает требования по размеру графа, используемого при моделировании. Таким образом, для выработки решений в составе ПОДД на период эксплуатации улиц и дорог или их участков необходимо прогнозирование дорожно-транспортной ситуации на линейном объекте на расчетный срок для различных вариантов проектных решений по организации дорожного движения, что требует наличия модели прогноза перспективной интенсивности движения всех категорий его участников (легковые автомобили, маршрутный пассажирский транспорт общего пользования, грузовые автомобили, велосипедисты, пешеходы) с учетом принятых вариантов мероприятий по организации движения и светофорному регулированию, имитационной модели линейного объекта с высокой степенью точности, учитывающей условия движения, регулирование движения и поведение всех категорий участников движения, так же модели, позволяющие выполнять расчет режимов регулирования на светофорном объекте по заданному критерию оптимизации (минимизации задержек и т. п.), имитацию движения транспортных средств и пешеходов на УДС в зоне проектирования, координацию работы светофорных объектов.

При разработке ПОДД на период введения временных ограничений или прекращения движения транспортных средств и пешеходов по улицам и дорогам одной из первоочередных задач, которая должна быть решена является определение зоны тяготения объекта, т. е. территории, на которой происходит изменение дорожно-транспортной ситуации (изменяются условия движения) при введении ограничений. Это потребует моделирования текущей ситуации при действующей организации дорожного движения, прогнозирования дорожно-транспортной ситуации при введении ограничений при действующей организации дорожного движения и принятых проектных решениях по организации движения, т. е. необходимы модели прогнозирования интенсивности движения всех категорий его участников (легковые автомобили, маршрутный пассажирский транспорт общего пользования, грузовые автомобили, велосипедисты, пешеходы) с учетом принятых вариантов мероприятий по организации движения и светофорному регулированию. В составе модели обязательно должна быть опция расчета и отображения изменения интенсивности движения всех категорий участников движения при различных вариантах (до введения ограничений, после их введения при действующей организации движения, после введения ограничений при проектных решениях по организации движения). Для выработки конкретных проектных решений, по отдельным участкам улиц и дорог и/или их пересечений необходимо применение имитационных моделей с высокой степенью точности, учитывающих условия движения, регулирование движения и поведение всех категорий участников движения. При наличии на улично-дорожной сети зоны тяготения светофорного регулирования, как правило, требуется изменение светофорного регулирования движения, для чего необходимы модели,

позволяющие выполнять расчет режимов регулирования на светофорном объекте, имитацию движения транспортных средств и пешеходов на УДС в зоне проектирования, координацию работы светофорных объектов.

При введении ограничений, в связи с проведением массовых мероприятий, на которые требуется доставка различных категорий участников этих мероприятий, необходимы специальные имитационные модели работы пассажирского транспорта, обеспечивающего доставку участников мероприятий с учетом их статуса, и имитационные модели движения пешеходов.

Для решения задач проектирования при организации светофорного регулирования на перекрестке, примыкании или пешеходном переходе потребуется наличие модели, позволяющей выполнять расчет режимов регулирования на светофорном объекте по заданному критерию оптимизации (минимизации задержек и т. п.), а так же имитационной модели движения транспортных средств и пешеходов с учетом принятой на объекте организации движения и режимов светофорного регулирования (принятого пофазного разъезда, продолжительности фаз и т. д.). С целью оценки потенциального уровня опасности на объекте при принятых проектных решениях необходимо наличие модуля оценки безопасности движения или использование отдельной модели для решения этой задачи.

При разработке проектной документации АСУДД на линейном объекте в городских условиях, т. е. при наличии светофорного регулирования, моделирование потребуется для выработки наиболее эффективных решений по светофорному регулированию и координации работы светофорных объектов на магистрали. Решение этих задач потребует наличия моделей, позволяющих выполнять расчет режимов регулирования на светофорном объекте по заданному критерию оптимизации (минимизации задержек и т. п.) при различных технологиях управления, координации работы светофорных объектов, имитационной модели движения транспортных средств и пешеходов с учетом принятой на магистрали организации движения и режимов светофорного регулирования (принятого пофазного разъезда, продолжительности фаз, координации работы светофорных объектов и т. д.), а так же модуля оценки безопасности движения в модели или отдельной модели для решения этой задачи.

Решение этих задач может выполняться в двух вариантах:

1 вариант – ситуационное управление движением, при котором на основе моделирования, с последующим уточнением в процессе работы магистрали, формируется библиотека режимов управления светофорными объектами в зависимости от ситуации на магистрали (интенсивности движения на рассматриваемой улице и на подходах к перекресткам с пересекающих ее улиц и прочих значимых факторов). Выбор сценария управления осуществляется при переходе через граничные значения контролируемых факторов.

2 вариант – адаптивное управление в режиме реального времени, при котором определение значений управляемых параметров – режимов работы светофорных объектов осуществляется в режиме реального времени на основе получаемых с датчиков (детекторов транспорта) значений контролируемых факторов – интенсивности движения транспортных средств на рассматриваемой улице и на подходах к перекресткам с пересекающих ее улиц. В этом случае требуется выбор динамических моделей, работающих в режиме реального времени.

Разработка проектной документации АСУДД на линейном объекте на автомагистралях и скоростных дорогах, т. е. магистральной АСУДД необходимо моделирование для выработки наиболее эффективных решений по управлению скоростным режимом на магистрали с учетом ее уровня загрузки и управлению въездом на дорогу, при наличии системы управления въездом. Для управления въездом необходимо выполнение расчетов режимов работы светофоров на въездах на дорогу. Решение этих задач требует применения имитационной модели движения автомобильного транспорта на дороге, обеспечивающей учет интенсивности движения транспортных средств, состав транспортного потока, интенсивность и условия движения транспортных средств на въездах и съездах.

При разработке проектной документации АСУДД на площадном объекте в городских условиях, т. е. при наличии светофорного регулирования моделирование потребуется для выработки наиболее эффективных решений по светофорному регулированию и координации работы светофорных объектов на сети улиц и дорог зоны управления. Решение этих задач потребует наличия моделей, позволяющих выполнять расчет взаимоувязанных режимов регулирования на светофорных объектах по заданному критерию оптимизации (минимизации задержек и т. п.) при различных технологиях управления. Наиболее эффективно данные задачи решаются с использованием динамических моделей, работающих в режиме реального времени. Для оценки уровня потенциальной аварийности потребуется модель (модуль в составе модели) оценки безопасности движения при принятой организации движения и светофорном регулировании.

Сводная номенклатура задач для моделирования при разработке ПОДД, КСОДД и проектной документации для АСУДД приведена в таблице. При разработке ПОДД не для полного объема задач организации движения из перечисленного перечня выбираются необходимые для разработки соответствующего вида ПОДД.

Обобщенная номенклатура задач для моделирования при разработке ПОД, КСОДД и проектной документации для АСУДД приведена в таблице.

Обобщенная номенклатура задач для моделирования при разработке ПОД, КСОДД и проектной документации для АСУДД

Но-мер	Объект	Задача	Примечание
Разработка КСОДД			
1	Сеть дорог и (или) их участков в границах одного или нескольких муниципальных образований либо их частей, имеющих общую границу, с общей численностью населения свыше 10 тысяч жителей. Сеть дорог и (или) их участков в границах субъекта Российской Федерации	Построение матрицы пассажирских корреспонденций на объекте, включая зону тяготения	Должна осуществляться оценка основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) при прогнозируемых потоках
		Построение матрицы грузовых корреспонденций по типам грузов и сводной на объекте, включая зону тяготения	
		Прогнозирование транспортных потоков на УДС объекта и в зоне его тяготения с выделением легковых, грузовых автомобилей и наземного пассажирского транспорта общего пользования	
		Прогнозирование пассажирских потоков на сети пассажирского транспорта общего пользования объекта и в зоне его тяготения	
		Прогнозирование пешеходных потоков на тротуарах и пешеходных дорожках УДС объекта	
		Прогнозирование велосипедных потоков на УДС объекта	

Но-мер	Объект	Задача	Примечание
		Прогнозирование изменения потоков различных участников движения на УДС объекта при различных вариантах ОДД	Должна осуществляться оценка изменения основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) при различных вариантах ОДД
		Оценка уровня негативного воздействия транспорта на окружающую среду на объекте при рассматриваемых вариантах	
Разработка ПОДД			
<i>Для площадных объектов</i>			
2	Сеть улиц или дорог и (или) их участков выделенного элемента планировочной структуры территорий (территории одного или нескольких муниципальных образований либо их частей, имеющих общую границу, с общей численностью населения до 10 тысяч жителей, микрорайона, квартала) на период эксплуатации улиц или дорог или их участков с целью	Прогнозирование транспортных потоков на УДС объекта и в зоне его тяготения с выделением легковых, грузовых автомобилей и наземного пассажирского транспорта общего пользования	Должна осуществляться оценка основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) и уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) на объекте
		Прогнозирование пешеходных потоков на тротуарах и пешеходных дорожках УДС объекта	
		Прогнозирование велосипедных потоков на УДС объекта	
		Прогнозирование изменения потоков различных участников движения на УДС объекта при различных вариантах ОДД	Должна осуществляться оценка изменения основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) и уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) при различных вариантах ОДД
		Оценка уровня негативного воздействия транспорта на окружающую среду на объекте при рассматриваемых вариантах	
3	Сеть улиц или дорог и (или) их участков в зоне тяготения объекта промышленно-гражданского строительства на период эксплуатации	Прогнозирование транспортных потоков на УДС в зоне тяготения объекта капитального строительства с выделением легковых, грузовых автомобилей и наземного пассажирского транспорта общего пользования	Должна осуществляться оценка основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) и уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) на объекте
		Прогнозирование пешеходных потоков на тротуарах и пешеходных дорожках УДС в зоне тяготения объекта капитального строительства	

Но- мер	Объект	Задача	Примечание
		Прогнозирование велосипедных потоков на УДС в зоне тяготения объекта капитального строительства	
		Прогнозирование изменения потоков различных участников движения на УДС в зоне тяготения объекта капитального строительства при различных вариантах ОДД	Должна осуществляться оценка изменения основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) и уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) при различных вариантах ОДД
		Оценка уровня негативного воздействия транспорта на окружающую среду на объекте при рассматриваемых вариантах	
4	Улица или дорога или их участки на период эксплуатации	Прогнозирование транспортных потоков на УДС объекта и в зоне его тяготения с выделением легковых, грузовых автомобилей и наземного пассажирского транспорта общего пользования	Должна осуществляться оценка основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) и уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) на объекте
		Прогнозирование пешеходных потоков на тротуарах и пешеходных дорожках УДС объекта	
		Прогнозирование велосипедных потоков на УДС объекта	
		Прогнозирование изменения потоков различных участников движения на УДС объекта при различных вариантах ОДД	Должна осуществляться оценка изменения основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) и уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) при различных вариантах ОДД
		Оценка уровня негативного воздействия транспорта на окружающую среду на объекте при рассматриваемых вариантах	
		Оценка уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) при различных вариантах ОДД	

Но-мер	Объект	Задача	Примечание
<i>Для линейных объектов</i>			
5	Улица или дорога или их участки на период введения временных ограничений или прекращения движения транспортных средств и пешеходов, в связи с проведением работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту и ремонту дорог; проведением строительных, ремонтных и иных подобных работ, влияющих на движение транспортных средств и пешеходов, в том числе при строительстве, реконструкции и ремонте объектов инженерной инфраструктуры, объектов капитального строительства различного функционального назначения (отдельного объекта или группы объектов застройки)	Прогнозирование изменения потоков различных участников движения на УДС на объекте и в зоне его тяготения при ограничении или прекращении движения транспортных средств и пешеходов на объекте	Должна осуществляться оценка изменения основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) и уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) при различных вариантах ОДД
		Прогнозирование транспортных потоков на УДС объекта и в зоне его тяготения с выделением легковых, грузовых автомобилей и наземного пассажирского транспорта общего пользования	Должна осуществляться оценка основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) и уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) на объекте и в зоне его тяготения (маршрутах объезда)
		Прогнозирование пассажирских потоков на сети пассажирского транспорта общего пользования объекта и в зоне его тяготения (маршрутах объезда)	
		Прогнозирование пешеходных потоков на тротуарах и пешеходных дорожках УДС объекта и в зоне его тяготения (маршрутах объезда)	
		Прогнозирование велосипедных потоков на УДС объекта и в зоне его тяготения (маршрутах объезда)	
		Оценка уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) на маршрутах объезда объекта	
6	Улицы или дороги или их участки на период введения временных ограничений или прекращения движения транспортных средств в связи с проведением публичных и массовых мероприятий, проводимых как непосредственно на сети дорог, так и для мероприятий, проводимых на объектах вне сети дорог (концерты, международные и национальные спортивные соревнования и иные подобные мероприятия)	Прогнозирование изменения потоков различных участников движения на УДС на объекте и в зоне его тяготения при ограничении или прекращении движения транспортных средств и пешеходов на объекте	Должна осуществляться оценка изменения основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) и уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) при различных вариантах ОДД
		Прогнозирование транспортных потоков на УДС объекта и в зоне его тяготения с выделением легковых, грузовых автомобилей и наземного пассажирского транспорта общего пользования	Должна осуществляться оценка основных параметров условий движения по элементам УДС (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.) и уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) на

Но- мер	Объект	Задача	Примечание
		Прогнозирование пассажирских потоков на сети пассажирского транспорта общего пользования объекта и в зоне его тяготения (маршрутах объезда)	объекте и в зоне его тяготения (маршрутах объезда)
		Прогнозирование пассажирских потоков при организации доставки участников мероприятий и движения специальных транспортных средств (при проведении публичных и массовых мероприятий)	
		Прогнозирование пешеходных потоков на тротуарах и пешеходных дорожках УДС объекта и в зоне его тяготения (маршрутах обхода)	
		Прогнозирование велосипедных потоков на УДС объекта и в зоне его тяготения (маршрутах объезда)	
		Оценка уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) на маршрутах объезда объекта	
Разработка проектной документации для АСУДД			
7	Отдельный светофорный объект	Расчет режимов регулирования на светофорном объекте по заданному критерию оптимизации (минимизации задержек и т. п.)	
		Имитация движения транспортных средств и пешеходов на участке улицы (дороги), обслуживаемом светофорным объектом	Должна осуществляться оценка изменения основных параметров условий движения в зоне управления объекта (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.)
		Оценка уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) в зоне управления объекта	
9	Комплекс светофорных объектов расположенных на одной магистрали	Расчет режимов регулирования на светофорных объектах по заданному критерию оптимизации (минимизации задержек и т. п.)	
		Координация работы светофорных объектов на магистрали	

Но-мер	Объект	Задача	Примечание
		Имитация движения транспортных средств и пешеходов на рассматриваемом участке магистрали	Должна осуществляться оценка изменения основных параметров условий движения в зоне управления объекта (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.)
		Оценка уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) в зоне управления каждого светофорного объекта	
	Комплекс светофорных объектов расположенных в определенной зоне УДС	Расчет режимов регулирования на светофорных объектах по заданному критерию оптимизации (минимизации задержек и т. п.)	
		Координация работы светофорных объектов в зоне проектирования	
		Имитация движения транспортных средств и пешеходов на УДС в зоне проектирования	Должна осуществляться оценка изменения основных параметров условий движения в зоне управления объекта (скорость движения, уровень загрузки, затраты времени и т. д.)
		Оценка уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) в зоне управления каждого светофорного объекта	
10	Комплекс светофорных объектов расположенных в определенной зоне УДС, работающих в режиме адаптивного управления	Прогнозирование транспортных потоков в режиме онлайн с расчетом режимов регулирования на светофорных объектах	
		Оценка уровня безопасности движения (потенциальной аварийности) в зоне управления каждого светофорного объекта	

Литература

1. Правила подготовки проектов и схем организации дорожного движения. Утверждены Приказом Минтранса России от 17 марта 2015 г. № 43 – Москва: Минтранс РФ, 2015 – 15 с.

УДК 656.13

Иван Владимирович Тарасов, аспирант
Валерия Алексеевна Терентьева, аспирант
Александр Сергеевич Афанасьев, канд. воен. наук.,
профессор
(Санкт-Петербургский Горный университет)
E-mail: tarasovivan92@gmail.com,
terentevavalery@gmail.com, a.s.afanasev@mail.ru,

Ivan Vladimirovich Tarasov, PhD student
Valeria Alekseevna Terentyeva, PhD student
Alexandr Sergeevich Afanasyev, Dr. of Sci. Mil.,
Professor
(Saint Petersburg Mining University)
E-mail: tarasovivan92@gmail.com,
terentevavalery@gmail.com, a.s.afanasev@mail.ru,

**ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА
АВТОМОБИЛЯ**

DIFFERENTIAL ASSESSMENT OF THE VEHICLE QUALITY CHANGES

Абсолютное большинство свойств автомобиля ухудшается по мере его старения, что влияет на показатели качества транспортного средства. Исходные значения показателей качества, реализуемые в процессе работы, закладываются при производстве автомобилей и с учетом требований условий эксплуатации. В процессе эксплуатации транспортного средства при достижении его предельного состояния работоспособности или при несоответствии его параметров нормативным значениям работоспособности, безопасности эксплуатации или возникновения экологической опасности, необходимо рассматривать различные стратегии возобновления состояния автомобиля.

Ключевые слова: показатели качества, парк автомобилей, эксплуатация автомобиля, возрастная структура, возрастные группы, жизненный цикл.

The most of vehicles properties deteriorate because of age. This process makes an effect on vehicles quality criteria. The primary quality criteria values are realized in the working process. Previously it was laid down into the vehicles production with the taking into account operating conditions. It is necessary to consider the various strategies of vehicles renewal in the following periods: when the vehicle reaches the ultimate working capacity or when vehicle's parameters are not relevant for the normative values of the working capacity.

Keywords: quality criteria, vehicle fleet, vehicle operation, age structure, age groups, life cycle

В настоящее время основой оценки качества автомобиля является комплексная характеристика изделия – надёжность, отражаемая в ряде свойств, таких как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Известно, что большая часть свойств автомобиля ухудшается по мере его старения, что влияет на показатели качества не только конкретного автомобиля, но и вышестоящей системы – автомобильного парка.

При этом, по мере продвижения изделия – автомобиля в комплексе «производство-эксплуатация-утилизация» (по мере старения), интенсивность изменения показателей качества является нестабильным процессом во времени. Может происходить утрата и восстановление свойств автомобиля, также могут изменяться критерии при переходе автомобиля из одного состояния в другое [1]. Поэтому, как правило, качество автомобиля на протяжении срока его эксплуатации усредняется в виде реализуемого показателя качества. Реализуемый показатель качества автомобиля – это среднее значение показателя качества за определенный период его эксплуатации.

В большинстве случаев в реальном парке имеются автомобили разных возрастных групп, то есть парк подвижного состава имеет определённую возрастную структуру. Под возрастной структурой автомобильного парка понимается количественное или процентное распределение автомобилей по возрастным группам. Доля или процент автомобилей данной возрастной группы в парке в момент времени t определяется по формуле:

$$a_{tk} = A_{tk}/A_t \text{ при } \sum_{k=1}^t a_{tk} = 1, \quad (1)$$

где A_{tk} – число автомобилей k -й возрастной группы в момент t ; A_t – размер парка в момент t , являющийся календарным временем существования парка автомобилей данной модели, исчисляемых в годах (месяцах) или эквивалентных километрах пробега.

С учётом возрастной структуры реализуемый показатель качества для парка $\bar{\Pi}_t$ в момент времени t определяется по формуле:

$$\bar{\Pi}_t = \sum_{k=1}^{k=l_{\text{сп}}} \Pi_k a_{tk}. \quad (2)$$

Следовательно, при определённых значениях Π_k и $k = l_{\text{сп}} = \text{const}$ реализуемый показатель качества для автомобиля постоянен, то есть

$$\bar{\Pi} = \sum_{k=1}^{l_{\text{сп}}} \Pi_k / l_{\text{сп}} = \text{const}. \quad (3)$$

а для парка $\bar{\Pi} = \text{const}$ только в конкретный момент времени t и зависит от его возрастной структуры, т. е. распределения a_{tk} в момент $l = t$, которое для реальных парков не постоянно, и в общем случае $\bar{\Pi}_t = \text{const}$.

Изменение показателя качества для автомобиля представлено на рис. 1 [2].

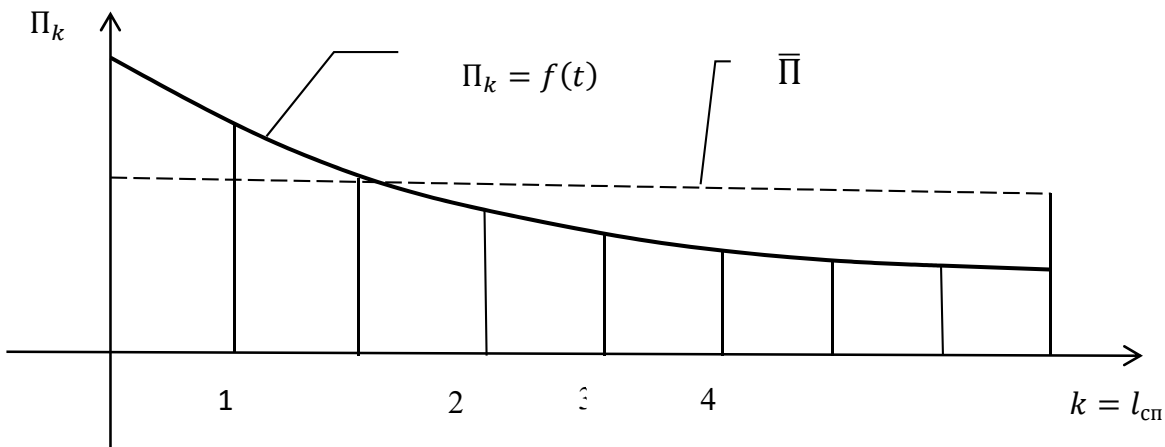


Рис. 1. Изменение показателя качества автомобиля во времени

Таким образом, реализуемый показатель качества в значительной степени зависит от возрастной структуры парка. Под управлением возрастной структурой парка понимаются целенаправленные воздействия, которые обеспечивают получение в нужный момент времени t заданных показателей качества автомобильного парка $\bar{\Pi}_t$.

Исходные значения показателей качества, реализуемые в процессе работы автомобилей, закладываются при производстве автомобилей и с учетом требований условий эксплуатации. Интенсивность их изменения определяется проектируемыми параметрами при производстве, а также в немалой степени состоянием среды эксплуатации автомобилей. Свойства внешней среды эксплуатации автомобилей влияет на интенсивность изменения показателей качества посредством многочисленных факторов, определяемых методами и качеством технического обслуживания и ремонта, применяемыми эксплуатационными материалами, стилем вождения автомобилей и т. д. [3, 4].

Общая оценка изменения параметров автомобиля неоднократно рассматривалась в научных исследованиях. Согласно [2] в основе модели логистической или s-образной кривой изменения конкретных параметров автомобиля лежит изменение состояния в начальный период по экспоненте, а затем замедление темпов по мере приближения к пределу.

$$\Pi = \frac{\Pi_{\text{п}}}{1 + a e^{-\beta t}}, \quad (4)$$

где Π – значение параметра в момент времени t , $\Pi_{\text{п}}$ – предельное значение параметра, a и β – коэффициенты.

Вместе с тем в настоящее время усредняется темп изменения отдельных групп показателей качества как для отдельного автомобиля, так и для их совокупности. Согласно данным, представленным в [5] и данным эксплуатации автобусов в ГУП «Пассажиравтотранс» в г. Санкт-Петербурге, по интенсивности изменения комплексные и единичные показатели делятся на три основные группы.

1 группа. Имеющие незначительный темп изменения (от 0,9 до 1,1): затраты на эксплуатационные материалы, коэффициент технической готовности (КТГ), коэффициент выпуска подвижного состава на линию (КВП).

Для примера на рис. 2 представлен график изменения интенсивности удельных затрат на топливо.

2 группа. Имеющие значительный темп изменения (от 1,5 до 5,0): показатели надёжности, а также показатели, отражающие производительность автомобиля, среднесуточный пробег (рис. 3), простои в ТО и ремонте (рис. 4) и т. д.

3 группа. Имеющие темп, приводящий к изменению показателя в пределах близких или превосходящих порядок по отношению к начальному значению (от 7 до 20 и более), удельная трудоёмкость и расход запасных частей и заменяемых деталей и их общая стоимость.

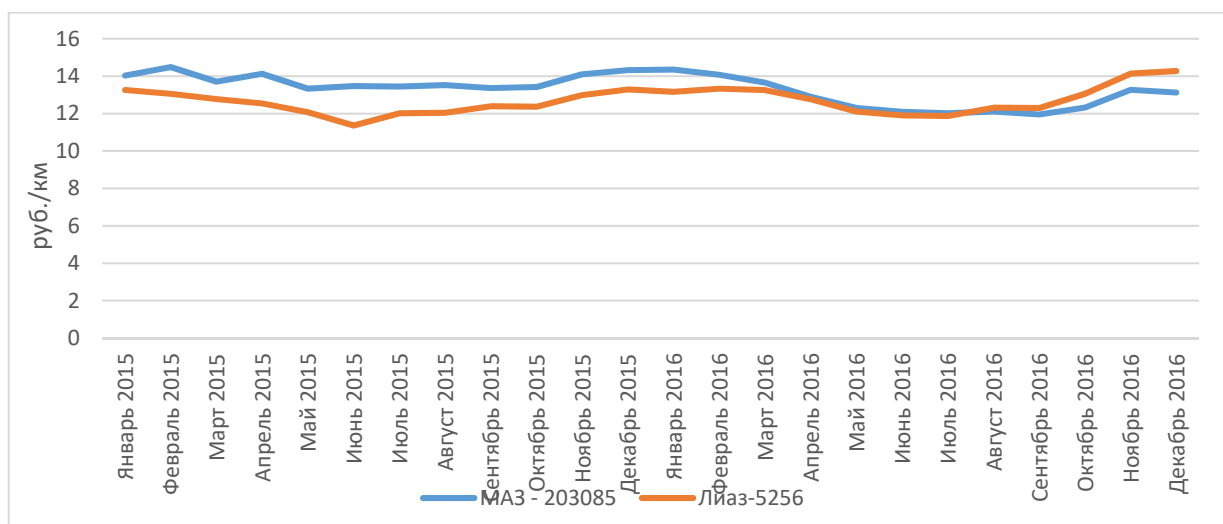


Рис. 2. График изменения интенсивности удельных затрат на топливо

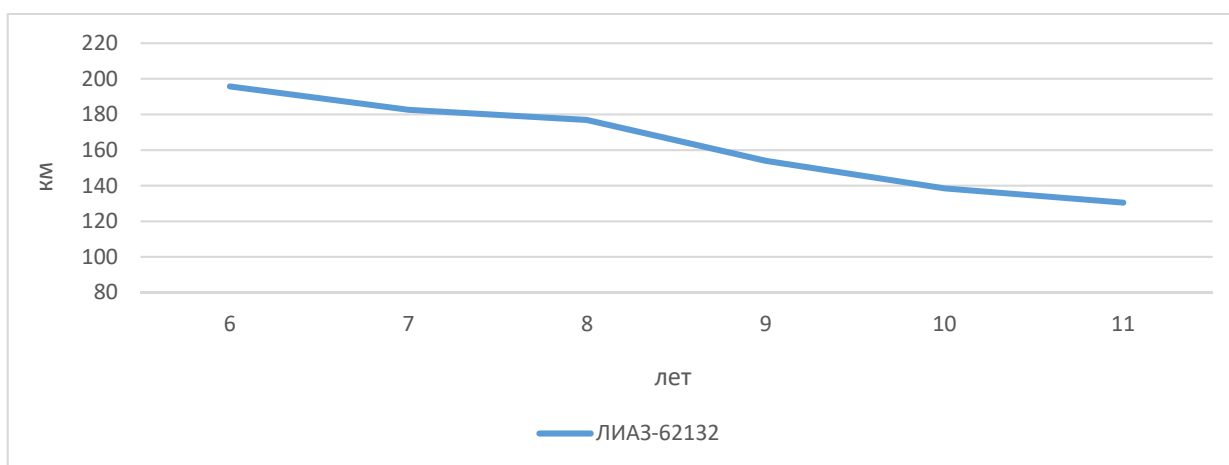


Рис. 3. График интенсивности изменения среднесуточного пробега в зависимости от срока службы

К первой группе относятся показатели, обеспечивающие такие параметры эффективности эксплуатации автомобиля, как коэффициент технической готовности, коэффициент выпуска.

Ко второй группе относятся показатели, характеризующие надёжность узлов и агрегатов автомобиля и, таким образом, обеспечивающие производительность и техническую безопасность эксплуатации автомобиля.

Третья группа показателей в основном характеризует качественные изменения, происходящие при старении изделия (стоимость заменяемых деталей, расход запасных частей). Она в большей степени отвечает за экологическую безопасность и конструктивную безопасность автомобиля при ужесточении требований среды эксплуатации автомобилей.

Приведённые данные говорят о том, что в разных группах интенсивность изменения показателей различна. Таким образом, в процессе эксплуатации автомобиля при достижении его предельного состояния работоспособности необходимо рассматривать различные стратегии изменения интенсивности показателей качества автомобиля. Данное обстоятельство учитывается при использовании аналитического аппарата динамики изменения по отдельным критериям показателей качества в зависимости от пробега с начала его эксплуатации. Поэтому, для достоверной характеристики процессов изменения состояния качества автомобилей будет сформирована матрица эффективностей различных действий с учётом различных интенсивностей изменения показателей автомобиля:

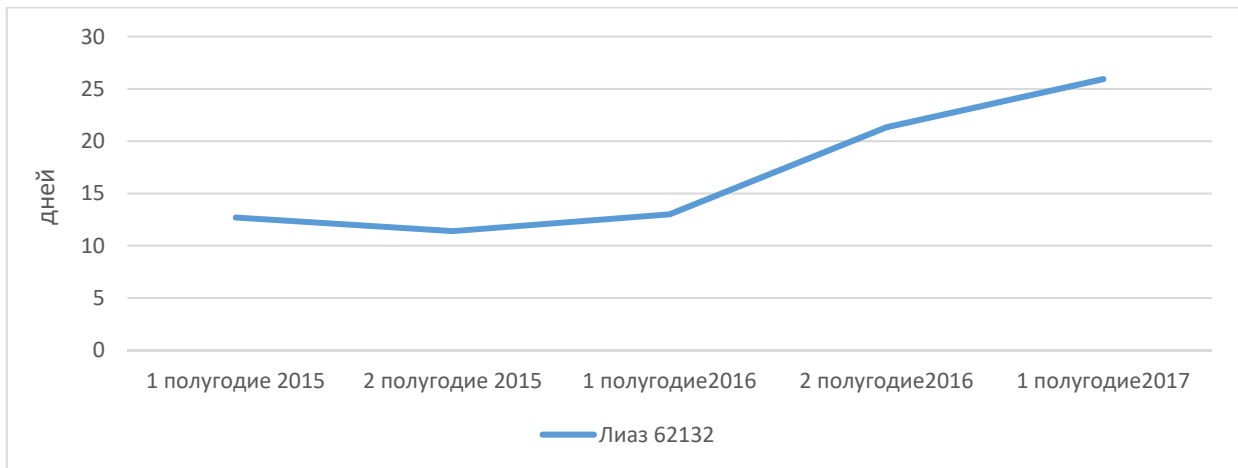


Рис. 4. График интенсивности изменения простоев в ТО и ремонте

$$\|a_{ij}\| = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & & & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где m – решение об эффективности эксплуатации автомобиля, n – число групп показателей, a_{ij} – эффективность i -го действия для j -го показателя, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$.

В данном случае каждый элемент матрицы (5) будет являться значением реализуемого показателя качества автомобиля или затрат на его эксплуатацию.

Таким образом, установив соответствие между группами показателей качества эксплуатации автомобиля и возможными вариантами действий, предлагается использование методов теории принятия решений с учётом различных состояний среды эксплуатации автомобилей.

Литература

1. *Беляев А.И.* Efficiency of Vehicle Operation. А.И. Беляев, А.С. Афанасьев. International Journal of Economics and Financial Issues. Volume 6, 2016. С. 24-30.
2. *Кузнецов Е.С.* Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. / В.П. Воронов, А.П.Болдин. // М.: Транспорт, 1991. 413 с.
3. *Терентьев А.В.* Оценка качества автомобиля / А.В.Терентьев, А.А.Капустин. // Записки Горного института. 2016. Том 219. 6 с.
4. *Терентьев А.В.* Обоснование рационального срока служб автомобилей / А.В.Терентьев, А.С.Афанасьев, Ю.Н. Кацуба. Монографии // СПб.: Свое издательство, 2017. 147 с.
5. *Кузнецов Е.С.* Управление технической эксплуатацией автомобилей. – М.: Транспорт, 1982. 224 с.

УДК 004.94

Вячеслав Сергеевич Тимченко, научный сотрудник
(Санкт-Петербургский союз ученых,
Национальное общество имитационного моделирования,
Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук
Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора
Александра I)
Константин Евгеньевич Ковалев,
к.т.н., старший преподаватель
(Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора Александра I)
E-mail: tim4enko.via4eslav@mail.ru,
kovalev_kostia@mail.ru

Vyacheslav S. Timchenko, researcher
(St. Petersburg union of scientists,
National simulation society,
Solomenko Institute of Transport Problems of the
Russian academy of sciences
Emperor Alexander I St. Petersburg state transport
university)

Konstantin E. Kovalyov,
PhD in Technological Sciences, senior teacher
(Emperor Alexander I St. Petersburg state transport
university)
E-mail: tim4enko.via4eslav@mail.ru,
kovalev_kostia@mail.ru

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТЕЙ ЗАНЯТИЯ ПРИЕМО-ОТПРАВОЧНЫХ ПУТЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ С УЧЕТОМ КОЛИЧЕСТВА ПОЕЗДНЫХ ЛОКОМОТИВОВ

IMITATING MODELLING OF OCCUPATION OF WAYS OF THE TECHNICAL STATION BY DLITELNOSTYA TAKING INTO ACCOUNT THE NUMBER OF TRAIN LOCOMOTIVES

Статья содержит описание структуры имитационной модели железнодорожной линии в среде *Anylogic* и результаты оценки длительностей занятия приемо-отправочных путей при различном количестве поездных локомотивов

Разработанная модель позволяет производить оценку достаточности количества и численности бригад осмотрщиков поездов и поездных локомотивов на технической станции для пропуска, по рассматриваемой железнодорожной линии, планируемого поездопотока.

Имитационная модель может быть унифицирована для различных технических станций, дополнена в части увеличения количества подходов и категорий поездов, обслуживаемых в парке, а также взаимодействием с другими паркам и элементами станций.

Ключевые слова: железнодорожная линия, имитационное моделирование, *Anylogic*, техническая станция, длительности занятия путей, непроизводительные простои.

Article contains the railway line imitating model structure description in the environment of *Anylogic* and results of an ways occupation time assessment at various number of train locomotives.

The developed model allows to make an sufficiency assessment of quantity and number of trains inspectors teams and train locomotives at the technical station for the planned freight traffic admission on the considered railway line.

The imitating model can be unified for various technical stations, is added regarding increase in approaches number and trains categories.

Keywords: railway line, imitating modeling, *Anylogic*, technical station, duration of occupation of ways, unproductive idle times.

Введение

К причинам непроизводительных простоев грузовых поездов на станциях можно отнести:

1. Неравномерное поступление поездов на станции,
2. Ограниченные возможности технических станций по обработке поездов (технический и коммерческий осмотры),
3. Отсутствие локомотивов и готовых к рейсу локомотивных бригад [1],
4. Необходимость отцепки вагонов в текущий отцепочный ремонт (ТОР),
5. Отказы технических средств,
6. Дефицит пропускных способностей на прилегающих к станции перегонах [2],
7. Недостаточная производительность технических средств,
8. Предоставление длительных «окон» [3],
9. Человеческий фактор.

Перечисленные факторы приводят к дополнительным издержкам на эксплуатационную работу [4], неэффективному использованию подвижного состава и пропускной способности инфраструктуры, нарушению нормативных сроков доставки грузов и необходимости выплаты пени.

Все это обостряется в связи с избытком вагонного парка на основных направлениях сети железных дорог РФ [5], что снижает маневренность технических станций и резервы их перерабатывающей способности, что может привести к остановке работы станций и как следствие «лавинообразному» росту непроизводительных простоев.

Поэлементный факторный анализ [6] продвижения поездопотока на грузонапряженных железнодорожных линиях показал, что более 50 % от времени нахождения грузовых поездов в пути следования составляют непроизводительные простои [7-8].

Проблема непроизводительных простоев обостряется на стыках железнодорожного и других видов транспорта. Так, в работе [9], отмечается: «Проблема взаимодействия в транспортных системах является центральной, так как именно этот аспект приводит к значительным потерям: простои подвижного состава в ожидании обслуживания, нарушение сроков доставки, несохранность груза и как следствие, к увеличению издержек на внутреннем рынке, а также к снижению транзитного грузопотока».

Длительность стоянок поездов для одной из технических станций ОАО «РЖД» представлена на рис. 1.

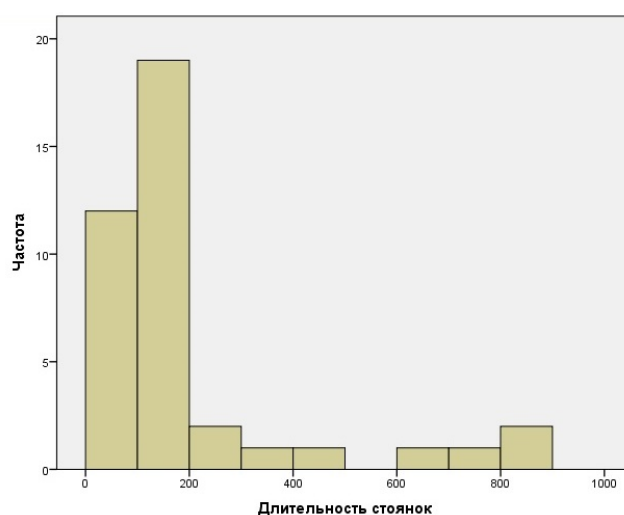


Рис. 1. Длительность стоянок поездов для одной из технических станций ОАО «РЖД», мин.

Длительные непроизводительные простои могут быть вызваны нарушениями в технологии работы или несоответствием технического оснащения существующим объемам перевозок. В первом случае необходимо проведение организационно-технических мероприятий, а во втором – реконструктивных.

Выбор варианта мероприятий по устранению «узких мест» на сети железных дорог, обоснование достаточности этих мероприятий или решение об отсутствии необходимости в проведении данных мероприятий является сложной технической задачей, которую в условиях интенсивного развития отраслевых информационных технологий, все чаще предлагается решать на основании имитационной экспертизы [10].

В статье представлена авторская имитационная модель железнодорожной линии, построенная в среде *Anylogic*, которая является развитием имитационной модели расчета длительностей занятия приемо-отправочных путей технических станций [11-12]. Модель позволяет учесть: количество приемо-отправочных путей, количество и численность бригад технического осмотра, графики обработки грузовых поездов (транзитных со сменой и без смены локомотива, следующих в переработку), а также процент поездов с вагонами, следующими в ТОР. Имитационная модель железнодорожной линии также учитывает влияние локомотивов на непроизводительные простои на технических станциях. Укрупненная структура имитационной модели железнодорожной линии представлена на рис. 2.

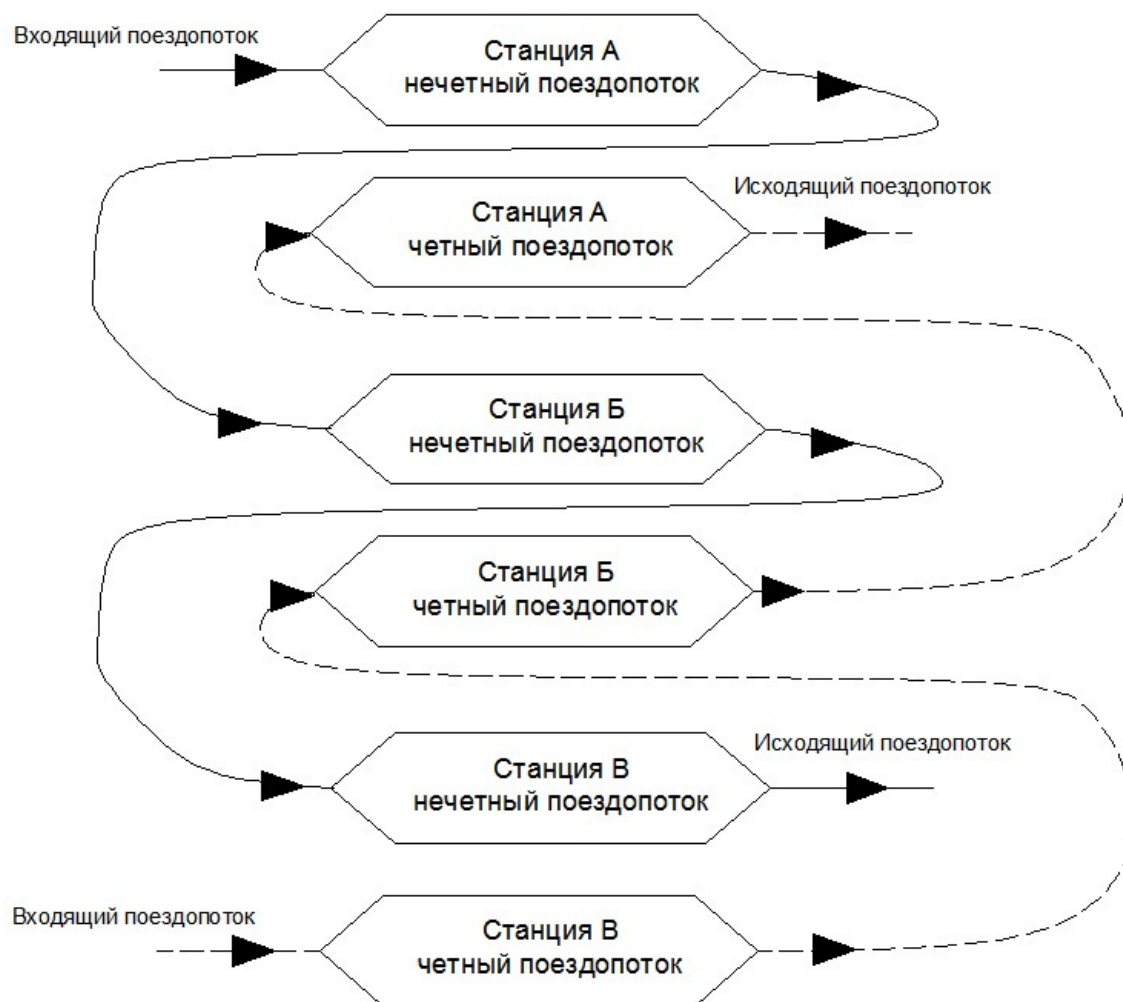


Рис. 2. Укрупненная структура имитационной модели железнодорожной линии

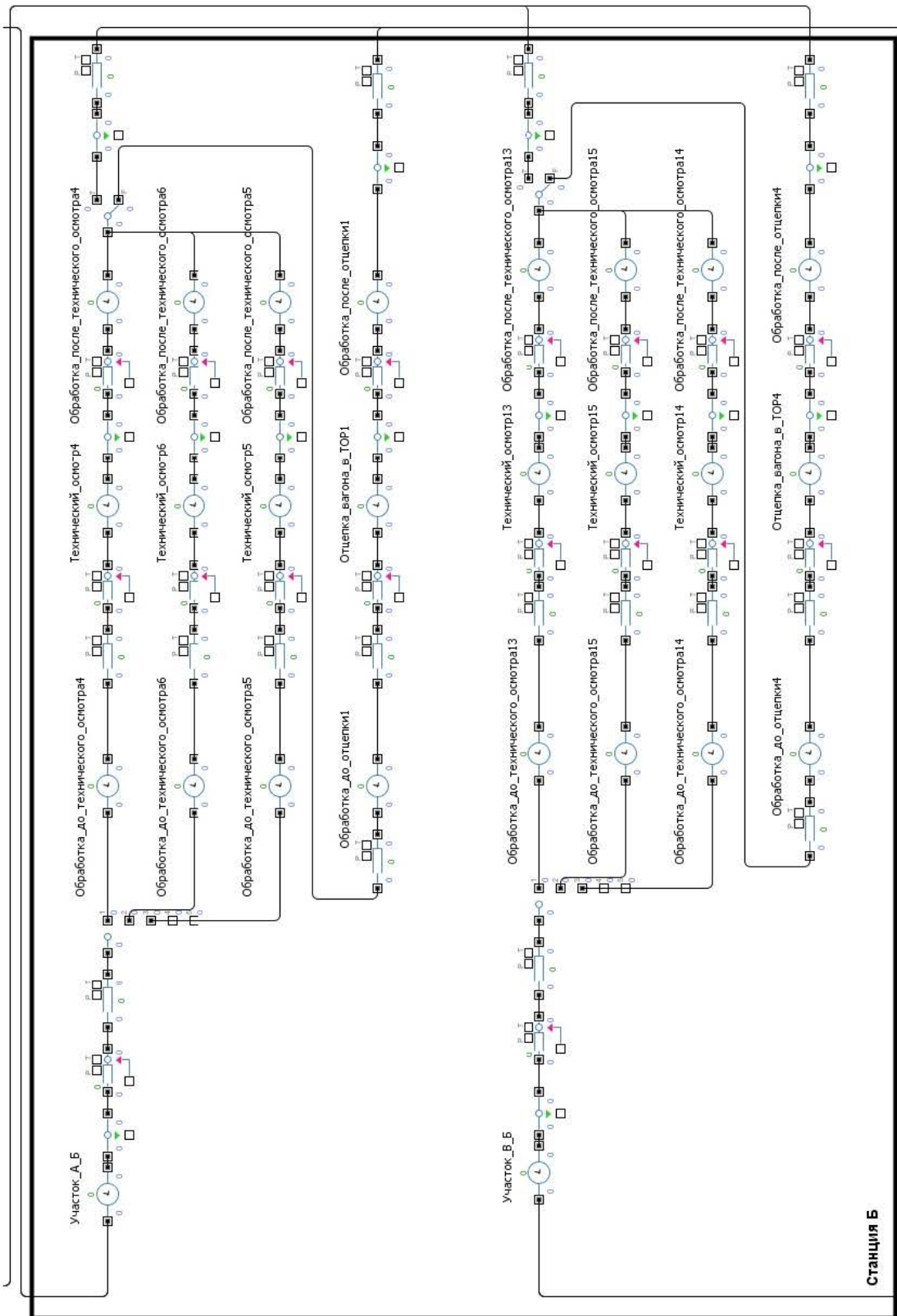


Рис. 3. Фрагмент структуры имитационной модели железнодорожной линии

Необходимость выделения в структуре имитационной модели отдельных элементов для четного и нечетного поездопотоков, обрабатываемых на одной и той же станции, вызвано особенностью обработки заявок в среде *Anylogic*. В качестве исходных данных в рассматриваемой имитационной модели выступают грузовые поезда при движении на участках и их составы при обработке на технических станциях. Если при обработке заявок в имитационной модели структура технических станций для обработки четного и нечетного поездопотоков не были бы представлены отдельными элементами, то разложение поездопотока после обработки на станции для следования каждого поезда в соответствующем направлении движения вызвало бы значительные трудности при программировании.

Количество приемо-отправочных путей, одновременно осматриваемых составов, поездных локомотивов и численность бригад технического осмотра представлено в имитационной модели в качестве ресурсов, которые обслуживают совместно четный и нечетный поездопотоки, поэтому технология работы технической станции в имитационной модели не нарушена.

Фрагмент структуры имитационной модели железнодорожной линии представлен на рис. 3.

С помощью имитационной модели проведен ряд экспериментов со следующими исходными данными: 5 приемо-отправочных путей; 1 бригада осматривателей поездов, 2 осматривателя в бригаде, 71 у.в. в составе, доля транзитных поездов со сменой локомотива – 0,3; доля транзитных поездов без смены локомотива – 0,56; доля поездов в переработку – 0,14; доля поездов с больными вагонами, от общего количества поездов – 0,1; суммарное количество поездов в сутки – 27, время между прибытием поездов на станцию задается законом распределения – $\text{lognormal}(3.4736, 0.3928, 12)$, мин. Имитация работы железнодорожной линии проводилась для периода в 30 суток.

Графики длительностей занятия приемо-отправочных путей технической станции при различных количествах поездных локомотивов в пунктах оборота на участках А-Б и Б-В (рис. 4–6).

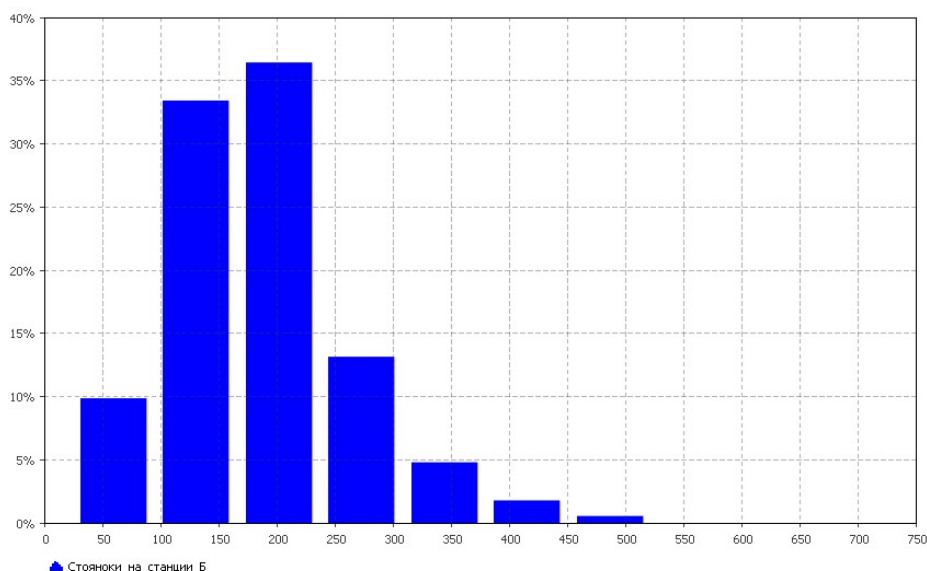


Рис. 4. График длительностей занятия приемо-отправочных путей технической станции Б при работе 9 поездных локомотивов на участках А-Б и Б-В

Анализ результатов имитационного моделирования (рис. 4–6) показал, что средняя длительность стоянок поездов при использовании 9 поездных локомотивов составляет 184 мин, при использовании 8 поездных локомотивов – 191 мин, а при использовании 5 поездных локомотивов – 402 мин.

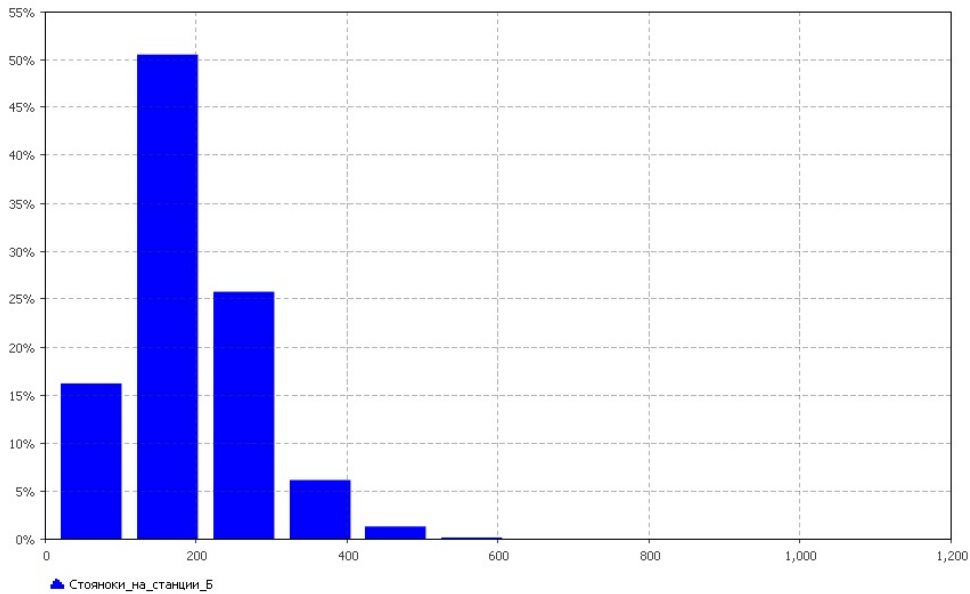


Рис. 5. График длительностей занятия приемо-отправочных путей технической станции Б при работе 8 поездных локомотивов на участках А-Б и Б-В

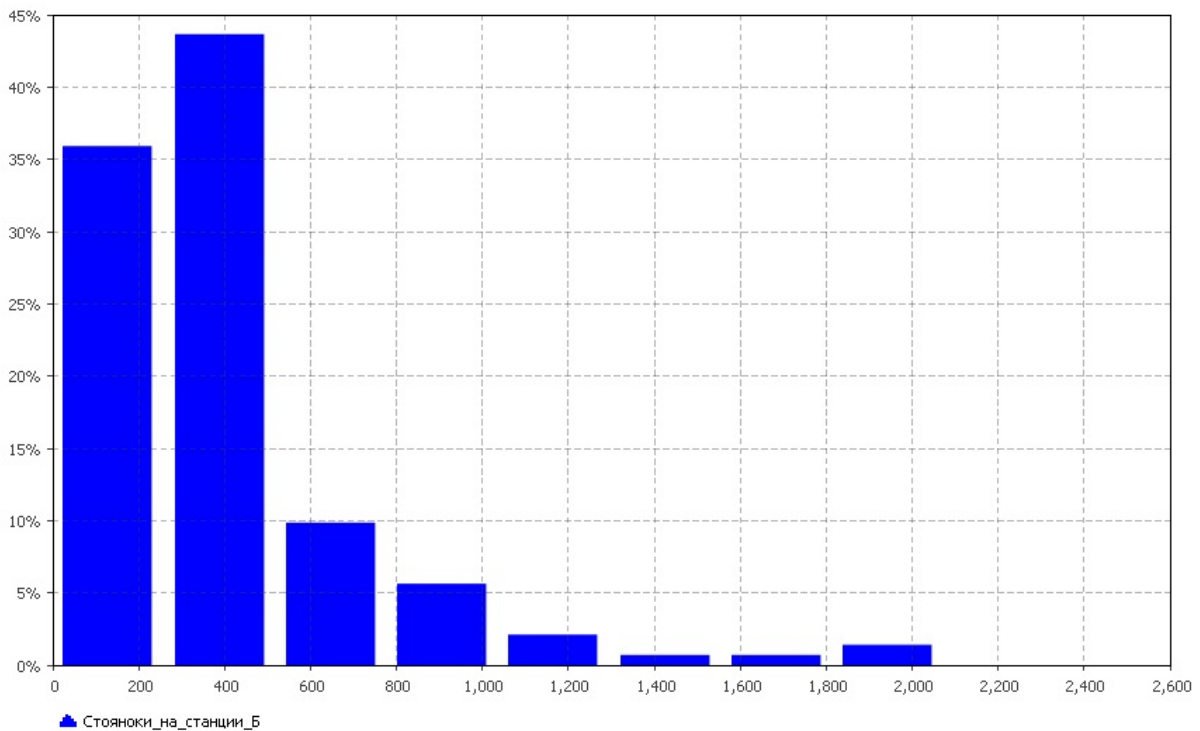


Рис. 6. График длительностей занятия приемо-отправочных путей технической станции Б при работе 5 поездных локомотивов на участках А-Б и Б-В

Заключение

Разработанная модель позволяет производить оценку достаточности количества и численности бригад осмотрщиков поездов и поездных локомотивов на технической станции для пропуска, по рассматриваемой железнодорожной линии, планируемого поездопотока.

Разработанная имитационная модель может быть унифицирована для различных технических станций, дополнена в части увеличения количества подходов и категорий поездов, обслуживаемых в парке, а также взаимодействием с другими паркам и элементами станций.

Литература

1. Козлов П.А., Осокин О.В. Разработка модели автоматизированного расчета схемы оборота поездных локомотивов // Наука и техника транспорта. 2012. № 4. С. 58-61.
2. Белый О.В. Задачи и проблемы транспортной стратегии Российской Федерации // Транспорт России: проблемы и перспективы 2015. 2015. С. 8-17.
3. Хомич Д. И., Тимченко В. С., Костенко В.В. Программа оптимизации распределения локомотивного парка при производстве путевых работ // Транспорт Урала. 2016. № 3. С. 66-69.
4. Левин Д.Ю. Очереди на железной дороге // Мир транспорта. 2014. №2. С. 132-141.
5. Романова Б., Муковнина Н.А., Цыганов С.А Влияние емкости станционных путей на простои вагона с переработкой // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 5 (47). С. 78-82.
6. Долгоруков Д.С., Каликина Т.Н. Формирование системы прогнозирования подвода грузов к портам // Вестник транспорта Поволжья. 2012. № 2 (32). С. 39-43.
7. Тушин Н.А., Сурин А.В. Оценка увеличения пропускной способности припортовой сортировочной станции в условиях согласованной работы железнодорожного направления порта // УрГУПС. URL: https://www.usurt.ru/uploads/data/index5/files/8_11/114_5_8_11.doc
8. Козлов П. А., Колокольников В. С., Сорокин В. И. Совместное использование аналитических методов и имитационных моделей // Транспорт Урала. 2016. № 3. С. 3-8.
9. Лукинский В. В., Малевич Ю. В. Проблемы оценки эффективности функционирования транспортно-логистических центров // Журнал университета водных коммуникаций. 212. № 1. С. 216-220.
10. Козлов П.А., Осокин О.В., Тушин Н.А. От оперативных баз данных к интеллектуальной информационной среде // Вестник РГУПС. 2011. № 4 (44). С. 138-144.
11. Ковалев К.Е., Тимченко В.С. Оценка длительностей занятия приемо-отправочных путей технической станции методом имитационного моделирования // Вестник транспорта Поволжья. 2016. №3. С. 43-46.
12. Тимченко В.С., Ковалев К.Е., Хомич Д.И. Имитационное моделирование на железнодорожном транспорте: монография / Саарбрюккен, Германия: LAP. LAMBERT Academic Publishing, 2017. ISBN 978-3-330-04025-0 – 172 с.

УДК 629.08

Александр Валерьевич Травкин,
аспирант
(Санкт-Петербургский горный университет)
E-mail: alexander@travk.in

Alexander Valerevich Travkin,
PhD student
(Mining University of Saint-Petersburg)
E-mail: rus.alexander@travk.in

ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ПО ПЛАНИРОВАНИЮ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

INFORMATION COMPLEX FOR CARGO TRANSPORTATION PLANNING

В данной работе рассматриваются вопросы, связанные с нерациональным использованием ресурсов, недостаточной автоматизации систем управления в системе грузооборота. Предложена возможность использования действующих транспортных накладных и баз данных грузовых транспортных средств, включая разработку модулей подключения к внешнему серверу. Изучены варианты создания виртуальной модели программного обеспечения, позволяющего комплексно собирать запросы на услуги грузовых транспортных средств, использовать их в качестве исходных данных в блоке логистики. Рассмотрена возможность создания системы централизованного сбора, хранения и обработки информации, и на её основе, единого центра управления грузоперевозок.

Ключевые слова: грузооборот, электронная транспортная накладная, единый центр управления, транспорт, база данных.

In this article we consider issues related to irrational use of resources, inadequate automation of control systems in the cargo turnover system. It is possible to use existing transport bills and databases of trucks, including the development of modules for connecting to an external server. The options for creating a virtual software model that allows complex collection of requests for the services of cargo vehicles using them as input data in a logistics block were explored. The possibility of creating a system of centralized collection, storage and processing of information, and on its basis – a single center for the management of freight traffic was considered.

Keywords: freight turnover, electronic bill of lading, single control center, transport, database.

В настоящее время актуальна автоматизация промышленности транспорта. Подобный подход имеет очевидный ряд преимуществ (скорость и точность выполнения поставленных задач).

Такой принцип решения поставленных задач можно применить грузоперевозкам между административными единицами Российской Федерации. Для этого можно использовать данные из двух баз данных. Первая, из электронных ресурсов «Госзакупки», «Тендеры», «Электронные торги» и «Конкурсы». Такие как город получатель, название груза и его количество, и дата доставки, а из этого следует что имеются города отправителя. Вторая, зарегистрированные грузовые транспортные средства, такие как грузоподъемность, место расположение, свободный.

Рассмотрим в базу данных поступает транспортная накладная в файле Exsel,

1. Потенциальная дата отправления груза.
2. Грузоотправитель (территориальное положение пункта отправления груза и привязка его к определенному субъекту РФ).
3. Грузополучатель (территориальное положение пункта назначения груза и привязка его к определенному субъекту РФ).
4. Параметры груза:
 - а) наименование;
 - б) количество грузовых мест;
 - в) масса брутто, кг;
5. Габаритные размеры тары (длина, высота, диагональный размер).

Информация по каждому опасному веществу, материалу или изделию, при перевозке спецгрузов.

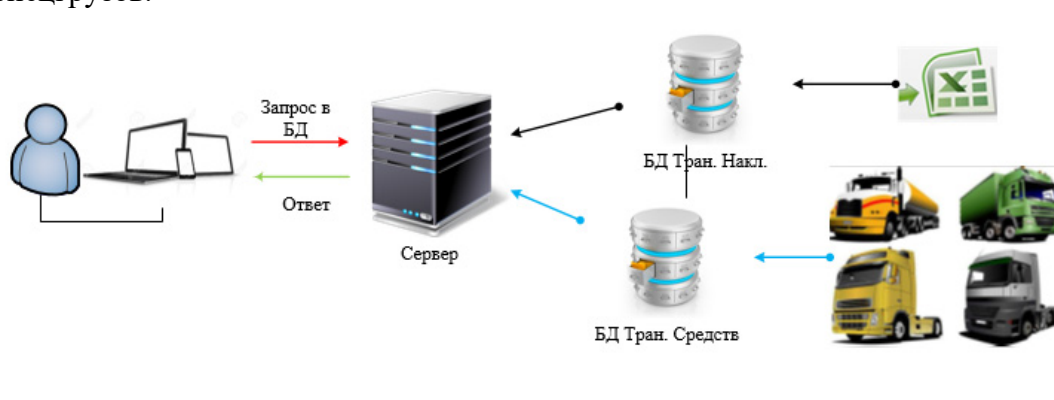


Рис. 1. Блок-схема обработки получаемых от поставщиков груза данных и свободного АТС

Оператор, диспетчер или другое ответственное лицо проходит аутентификацию, попадает на главную страницу.

Электронная форма заполняется при помощи выпадающих списков (рис. 2), после ввода всех необходимых данных, информация об уникальном грузоотправителе сохраняется. При повторной аутентификации электронная форма заполняется в соответствии с крайним образцом. Для изменения исходных данных о грузоперевозке, все необходимые корректировки производятся изменением определенных позиций электронной формы.

По полученным данным проводится расчет в разработанном программном обеспечении. Выходными данными программы является отчет, включающий:

Полный перечень укомплектованных грузов (варианты комплектации зависят от географического положения грузоотправителя и грузополучателя, а также от даты отправления).

Вариант размещения тары в грузовом отсеке АТС с учетом минимизации нагрузки на ось автомобиля.

Помимо всего прочего планируется создание базы АТС, использующихся в сфере грузоперевозок, которая дает возможность расширения блока логистики и дополнения его параметрами, определяющимися доступным автопарком погрузочного терминала.

В результате полноценной реализации вышеописанного проекта потенциально решаются следующие проблемы:

Повышение рабочего ресурса АТС (за счет обоснованного распределения нагрузки на оси).

Минимизация износа дорожного полотна (за счет централизованного распределения грузов).

Энергосбережение (за счет снижения общего расхода топлива).

Улучшение экологической ситуации (за счет понижения суммарного выброса в атмосферу выхлопных газов).

Централизация данных об отечественных грузоперевозках, в совокупности с комплексной обработкой – перспективное направление исследований. Оценочный экономический эффект от реализации данного проекта существенно превосходит затраты на его осуществление. Вместе с тем, частично, решаются основные задачи, определенные концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года.

Литература

1. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года и ФЗ № 259 от 08.11.2007 (ред. От 13.07.2015) «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта»
2. Предварительные итоги Всероссийской переписи населения 2010 года: Стат. сб. / Росстат.. – Москва: ИИЦ «Статистика России», 2011. – С. 32 – 86.
3. *Belyaev A.I.*, Efficiency of Vehicle Operation /A.I. Belyaev, A.S. Afanasyev// International Journal of Economics and Financial Issues, 2016, 6(S2) 24-30.
4. Информационные системы и технологии в экономике: Учебное пособие для студ. высших учебных заведений по экон. спец. / Т. П. Барановская, В.И. Лойко, М.И. Семенов, А.И. Трубилин; под ред. В.И. Лойко. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Финансы и статистика, 2003.
5. Автоматизированные системы управления на автомобильном транспорте. – М.: Академия, 2011. – 288 с.

УДК 656.13.072

Виталий Николаевич Федотов, канд. техн. наук,
доцент

Дарья Денисовна Половинкина, студент
(Санкт-Петербургский Горный университет)

E-mail: nik2k@mail.ru, dasha-polovinkin@mail.ru

Vitaly Nikolaevich Fedotov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

Darya Denisovna Polovinkina, student
(St. Petersburg Mining University)

E-mail: nik2k@mail.ru, dasha-polovinkin@mail.ru

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ОБОБЩАЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА НА ПРИМЕРЕ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА МУНИЦИПАЛЬНОГО ПАССАЖИРСКОГО АВТОПАРКА

TECHNIQUE OF APPLICATION OF THE GENERAL TRANSPORTATION PROCESS INDICATORS ON THE EXAMPLE OF OPTIMIZATION OF STRUCTURE OF MUNICIPAL PASSENGER FLEET

Показано, что муниципальный пассажирский транспорт в крупнейших городах обеспечивает значительный объем перевозочного процесса и поэтому оказывает неблагоприятное влияние на городскую среду. Масса выбросов загрязняющих веществ подвижного состава одного из Санкт-Петербургских муниципальных парков (более, чем 400 автобусов) оценена по открытой информации о годовом пробеге и расходе топлива. Модели больших и очень больших по вместимости автобусов, двигатели которых выбрасывают наименьшую массу загрязнителей в их выхлопных газах, определены. Выполнен пример оптимизации муниципального подвижного состава автотранспорта на основе обобщающих показателей перевозочного процесса технико-экономического (объем перевозок) и экологического (масса загрязняющих веществ).

Ключевые слова: пассажирский транспорт, автобусы, перевозочный процесс, выхлопные газы, объем перевозок, масса загрязнений.

It is shown that the municipal passenger transport in major cities performs a significant amount of passenger traffic and with that cause adverse influence for the city environment. The mass of pollutant emissions of one of the St. Petersburg municipal parks rolling stock (more than 400 buses) is evaluated on the annual mileage and fuel consumption. The models of large and extra large capacity buses, whose engines emit the smallest mass of pollutants in their exhaust gases are determined. The example of optimization of the municipal public transport rolling stock on the basis of the general indicators of transportation process technical and economic (the volume of traffic) and ecological is executed (the mass of pollutants).

Keywords: passenger transport, buses, transportation process, exhaust gases, volume of traffic, the mass of pollutants.

Решение проблемы загрязнения окружающей среды (ОС) является условием устойчивого развития многих отраслей экономики. Как известно, выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) производят не только крупные металлургические заводы, различные фабрики и тепловые электростанции, но и автомобильный транспорт, который является важной частью социально-экономической инфраструктуры развитых стран. Потребности рыночной экономики резко расширили корреспонденции перевозок автотранспортом в крупных городах России [1]. Наиболее интенсивно возросло движение автомобилей и, как следствие, их неблагоприятное воздействие на пассажирских маршрутах, пролегающих через общественные зоны. При этом цели населения мегаполисов в передвижении требуют ежегодный рост транспортной работы парков, эксплуатирующих автобусы с разным уровнем соответствия требованиям Евро-норм к выбросам ЗВ. Поэтому оптимизация подвижного состава (ПС) в автопарках, в первую очередь, муниципальных предприятий, выполняющих основной объем пассажирских перевозок, по параметрам перевозочного процесса является актуальной [2, 3].

В работе приведена методика и оптимизация ПС, выполненная на примере одного из автобусных парков СПб ГУП «Пассажиравтотранс». На счету у данного автотранспортного предприятия имеется более 400 единиц автобусов. По каждой единице была получена информация из открытых источников о пассажироместимости, общем и годовом пробеге, типе и мощности двигателя, соответствии стандартам Евро (табл. 1).

Таблица 1

Подвижной состав пассажирского автопарка

Марка, модель автобуса	Кол-во, ед	Модель двигателя	Пассажироместимость, сидячих/всего, чел	Длина, мм	Мощность, кВт(л.с.)	Евро [4]
Volgabus-6271	11	MAN-D0836LOH64	32-39/167-182	17990	213 (290)	5
Волжанин-6270.06	18	BF6M1013	35/135	14685	209,5 (286)	3
Волжанин 6270-10	5	DC-903	32/140	15220	228 (310)	3
ЛиАЗ-6212	9	CAT-3126E	33/178	17640	221 (300)	3
ЛиАЗ-62132	25	MAN-D0836LOH02	32/159	17990	206 (280)	2
ЛиАЗ-621320	65	MAN-D0836LOH40	34/153	18040	206 (280)	3
Волжанин-5270.06	7	BF6M1013FC	28/104	11950	209,5 (286)	3
ЛиАЗ-5256	29	КамАЗ-7408.10	24/117	11400	144 (195)	0
ЛиАЗ-5256.25	117	CAT-3116	24/117	11400	172 (234)	3
ЛиАЗ-5256.34	7	ЯМЗ-6563.10	24/117	11400	160 (218)	3
ЛиАЗ-52922-10.04	7	MAN-D0836LOH04	20/112	12000	183 (245)	3
ЛиАЗ-52922-10.41	2	MAN-D0836LOH41	20/112	12000	176 (240)	3
НефАЗ-52994	21	Cummins6ISBe270B	23/104	12190	201 (274)	3
НефАЗ-5299-20-04	13	CAT-3116	25/114	11760	172 (234)	3
НефАЗ-5299-20-15	2	КамАЗ-740.31-240	25/114	11760	176 (240)	2
НефАЗ-5299-30-32	58	Cummins6ISBe270B	25/114	11760	201 (274)	3
Scania CL94UB	37	DC901BO1	23-39/122	11985	170 (230)	3

Расчетные оценки количества ЗВ в отработавших газах автобусов по каждой марки в граммах на километр (г/км), приведены на рис. 1 и 2. В расчетах учитывалась номинальная

мощность двигателей в кВт, и время движения на маршруте при характерной для условий дорожного движения в СПб средней технической скорости 20 км/ч.

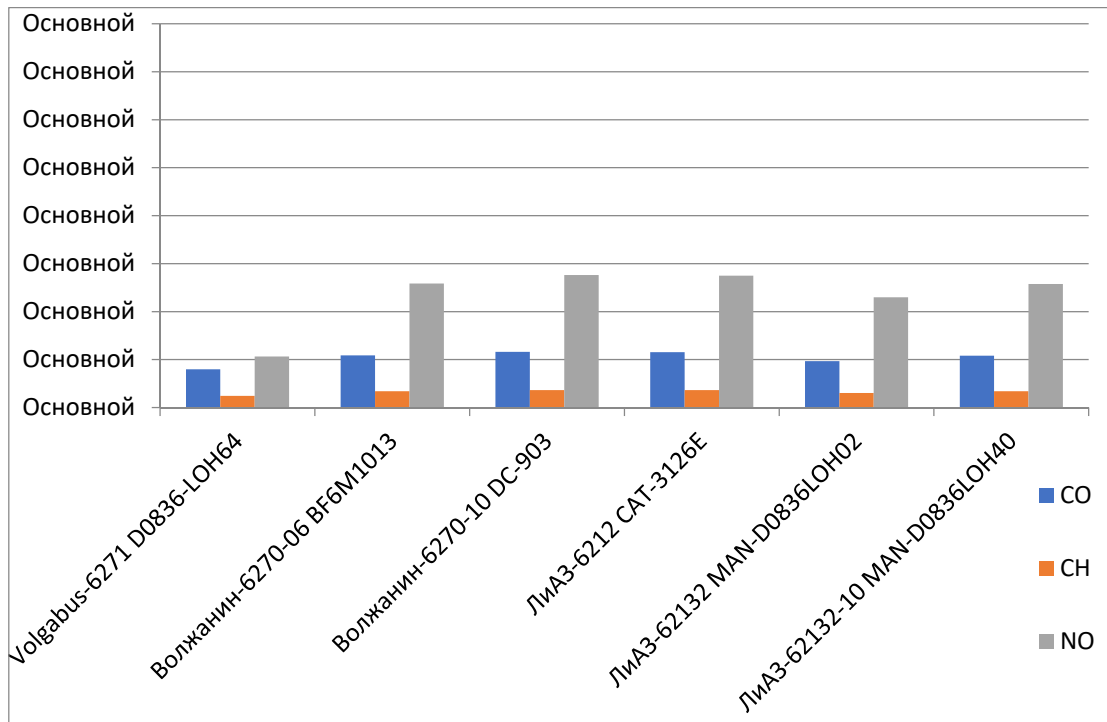


Рис. 1. Выбросы (г/км) автобусов 6 класса пассажироместности

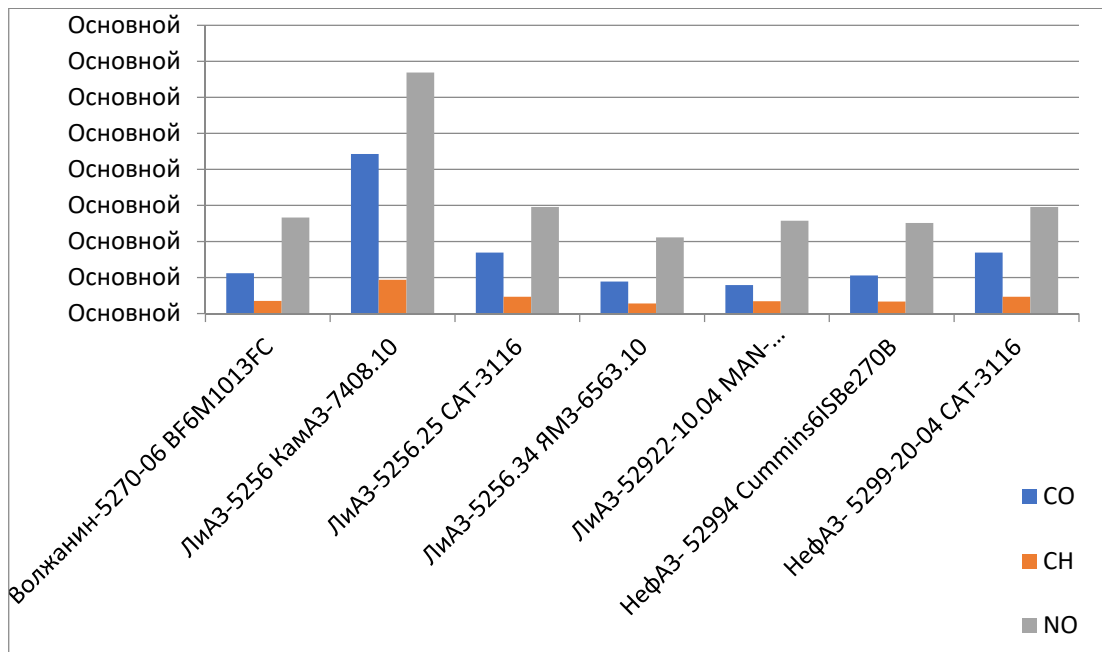


Рис. 2. Выбросы (г/км) автобусов 5 класса пассажироместности

В качестве основных параметров перевозочного процесса были приняты транспортная работа P , тыс. км/год и масса выбросов M , кг/год [5, 6]. Для оптимизации было выбрано условие:

$$\begin{cases} P_{i+1} \geq P_i \\ M_{i+1} \leq M_i \end{cases}, \quad (1)$$

где P_{i+1} и P_i – соответственно, транспортная работа в планируемом году и текущем году; M_{i+1} и M_i – соответственно, масса выбросов в планируемом году и текущем году.

По данным СПб ГУП «Пассажиравтотранс» увеличение транспортной работы планируется в размере 5–6 % ежегодно. Очевидно, что транспортная работа при одинаковой пассажироместности автобусов будет эквивалента пробегу автобуса. Поэтому при оптимизации расчеты были проведены отдельно для автобусов 5 и 6 классов пассажироместности. Для оценки транспортной работы автобусов в планируемом году принималось, что пробег является случайной величиной, и его величина характеризуется и равна математическому ожиданию распределения. Масса выбросов оценивалась по одному загрязняющему веществу – окиси углерода (СО).

$$M_i \approx \sum X_j m_j, \quad (2)$$

где M_i – выброс i -го вещества в год; X_j – пробег автобуса j -й модели за год; m_j – масса выброса j -й модели, г/км.

Последовательность оптимизации подвижного состава на примере автобусов 5 класса приведена ниже:

Транспортная работа (суммарный пробег за 1 год автобусов 5 класса по пассажироместности) составила 6 847 769 км. Плановое увеличение пробега на 5 %, составит 342 389 км.

Расчет начинаем с группы наиболее экологичных автобусов – ЛИАЗ-52922-10.04: Их транспортная работа в текущем году: 171 215 км. Работа в планируемом году: $(4 \cdot 32\,500 + 1 \cdot 15\,000 + 2 \cdot 25\,000) = 195\,000$ км, где 4, 1 и 2 количество автобусов с пробегом 32 500 км, 15000 и 25000 км для планируемого года.

Аналогично считается транспортная работа для автобусов ЛИАЗ-5256.34; Скания-2; Скания-3; НефАЗ 5299-30-32; НефАЗ- 52994; Волжанин-5270-06; ЛиАЗ-5256.25; ЛиАЗ-5256.25-40; ЛиАЗ-5256.25-43; ЛиАЗ-5256.25-46; НефАЗ- 5299-20-04 и ЛИАЗ-5256-40; 43;50;52.

Учитывая, что общая транспортная работа в планируемом году составит 7 190 158 км, вычитаем вначале транспортную работу ЛИАЗ-52922-10.04 и далее из остатка последовательно транспортную работу других групп автобусов. Оставшиеся объем транспортной работы 227 762 км выполняют ЛИАЗ-5256-40;43;50;52 с двигателем КамАЗ 7408.10 (Евро 0).

Графики распределения пробегов приведены на рис. 3 и 4.

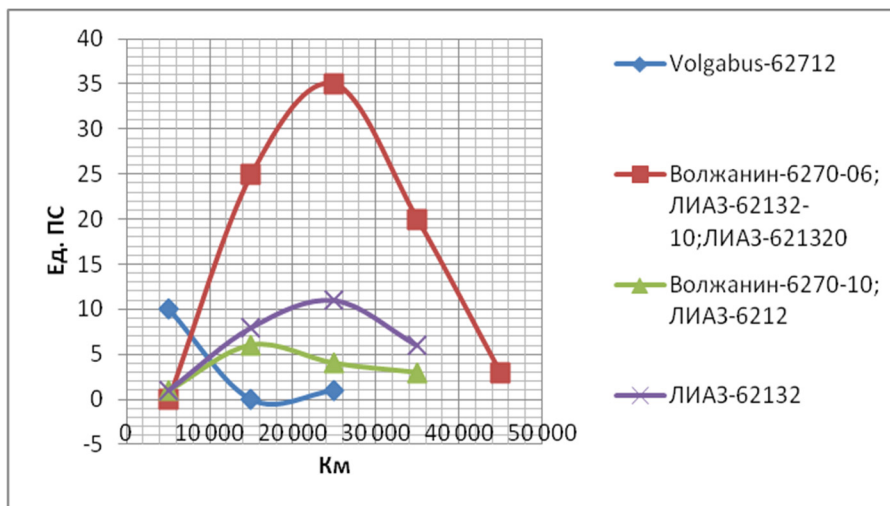


Рис. 3. График распределения пробегов автобусов 6 класса пассажироместности

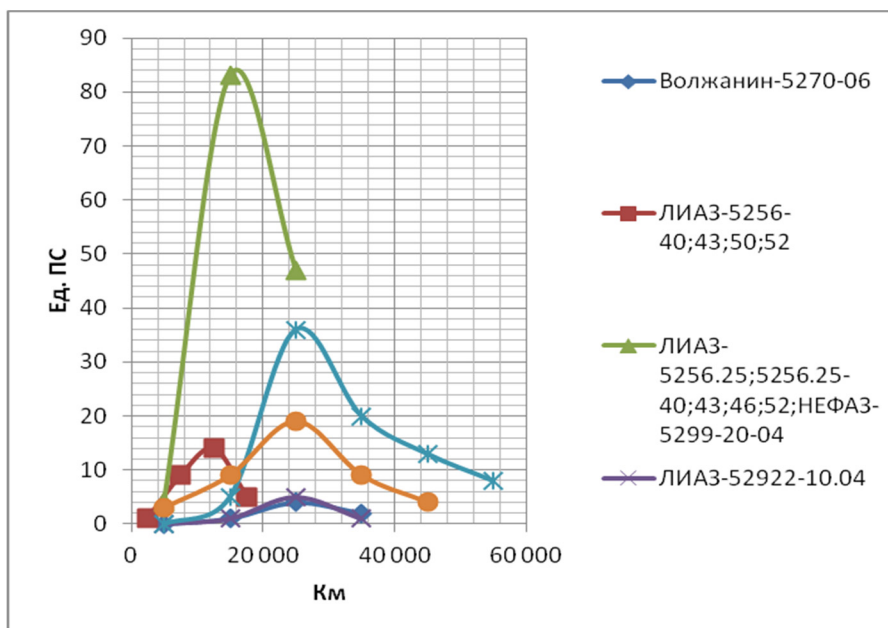


Рис. 4. График распределения пробегов автобусов 5 класса пассажироместности

Выводы

В результате оптимизации можно вывести из эксплуатации 14 автобусов 5 класса (ЛиАЗ-5256) с менее экологическими двигателями, увеличив пробег автобусов с более экологическими (Евро-3 и Евро-2). При этом величина выбросов на парк автобусов 5 класса пассажироместности уменьшится по сравнению с прошлым годом с 28,26 г/км до 26,85 г/км при увеличении транспортной работы на 5 % (342 389 км). Выбросы ЗВ и парк автобусов 6 класса вместимости остается без изменений.

Литература

1. Федотов В. Н. Концепция метода обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта в крупных городах // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 1 (48). С. 205–211.
2. Федотов В. Н. Управление экологической безопасностью пассажирского автопарка на основе обобщающих показателей перевозочного процесса // Ученые записки Санкт-Петербургского университета технологий управления и экономики. 2015. № 1 (49). С. 32–36
3. Гудков В. А., Федотов В. Н. Снижение риска экологического воздействия – критерий управления дорожным движением // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 9. С. 41–45.
4. Подгурский С. М. Стандарты по токсичности отработавших газов. Высокнагруженные дизельные двигатели грузовиков и автобусов. http://www.osl.ru/article/ecologist/2008_02. Электронный ресурс.
5. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для вузов / В. А. Гуков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев; Под ред. В. А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 448 с.
6. Федотов В. Н., Баженов А. А. Логистическое управление экологической безопасностью автомобильного транспорта // Записки Горного института. 2014. Т. 209. С. 200-205.

УДК 629.

Римма Владимировна Филиппова,
аспирант ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта», г. Москва, заместитель менеджера проекта Программы развития ООН / Глобального экологического фонда – Минтранса России
«Сокращение выбросов парниковых газов от автомобильного транспорта в городах России»
E-mail: *Rimma-filippova@yandex.ru*

Rimma Filippova,
Postgraduate student of the Scientific and Research Institute of Motor Transport Plc., Deputy Manager of the Project «Reducing GHG emissions from road transport in Russia's medium-sized cities», the United Nations Development Programme in the Russian Federation
E-mail: *Rimma-filippova@yandex.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ИЗДЕРЖЕК, СВЯЗАННЫХ С ВРЕМЕНЕМ ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕДВИЖЕНИЙ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

ON ECONOMIC EVALUATION OF THE COSTS ASSOCIATED WITH URBAN POPULATION'S TRANSPORT TRIP-TIME

В статье раскрыты количественные и качественные характеристики времени, описаны проблемы учета фактора времени и подходы к его стоимостной оценке при исследовании и анализе таких экономических процессов, для которых характерно непостоянство и несинхронность затрат и результатов. Автор показывает, что в экономике существует много показателей, связывающих время с результатами экономической деятельности. В качестве примера приводится социально-экономический эффект от реализации мероприятий по усовершенствованию организации дорожного движения и внедрения технологий предоставления приоритета пассажирскому транспорту общего пользования в городах. Стоимостная оценка затрат времени зависит как от доходов каждого жителя в отдельности, так и типа поездки и транспортных условий. При этом, внутригородская подвижность должна регулироваться внешним по отношению к населению фактором, обеспечивающим реализацию общесистемных интересов. Таким внешним регулятором должны выступать государственные органы власти. Время, затрачиваемое пассажиром на поездку, является основным показателем качества услуг. При этом, смысл показателей качества сводится не к возмещению пассажиру затрат времени в деньгах, а в обеспечении рационального планирования издержек городского пассажирского транспорта. Временные показатели характеризуют надежность транспортной системы в условиях меняющейся загрузки транспортной сети города.

Ключевые слова: автомобильный транспорт; время; поездка; стоимость передвижения; выгоды и оценка экономической эффективности; транспортные системы; мобильность населения.

This article gives an analysis of quantitative and qualitative characteristics and value of travel time including the problem of its calculation and different approaches to its valuation and analysis of such economic processes, which are characterized by variability of travel time costs and benefits. The author shows that there are many indicators in the economy connecting the time with the results of economic activities. The description of the socio-economic effect from implementation of activities improving city traffic through the priority to public transport it is given as an example. The Value of Travel Time refers to the cost of time spent on transport. The Value of Travel Time Savings refers to the benefits of faster travel that saves time. The value of travel time costs depends on the income of each resident individually. Walking, cycling, waiting, travelling as a passenger or driver may each have different unit costs which vary depending on travel conditions, needs and user preferences. At the same time, urban mobility must be managed externally corresponding and satisfying of public interests. The authorities must be a such external controller. The travel time spent by a passenger is a key quality indicator of all services. At the same time the meaning of quality is not limited to compensation to the passenger additional time costs, but to ensure rational planning of urban passenger transport. Travel time unreliability (uncertainty how long a trip will take, and unexpected delays) imposes additional costs. However, the travel time value characterizes the reliability of the city transport system and transport network.

Keywords: road transport; time; trip; trip-time; transportation costs; economic benefits; economic efficiency appraisal; transport systems; sustainable mobility.

Непостоянство длительности поездки присуще всем видам транспорта. Эта изменчивость часто приводит к значительным личным затратам для путешественников/пассажиров и экономики в целом: начиная от легкого неудобства от неожиданно позднего прибытия на место отдыха или работы, вплоть до порчи важных грузов или пропущенных деловых встреч.

Благодаря своим свойствам, время отражает не только количественные, но и качественные изменения в состоянии различных видов материи. Не являются исключением и экономические процессы. Именно время позволяет измерить любые формы движения и разнородные процессы, выяснить внутренние изменения в состоянии изучаемых объектов, проникнуть в сущность экономических явлений и процессов, понять закономерности развития.

Любые процессы имеют продолжительность от начала и до конца: продолжительность жизни людей, производственный цикл, срок изготовления машины, продолжительность трудового процесса, продолжительность строительства объекта, время обращения капитала, период окупаемости инвестиций, время оборота денежных средств, продолжительность поездки из точки А в точку В и так далее. Можно сказать, что всегда время является основой организации (во времени) производственных процессов, позволяет их планировать и контролировать. При этом проявляются такие свойства времени, как однонаправленность, одномерность, упорядоченность, непрерывность и необратимость.

Основной причиной действия фактора времени является изменение производительности общественного труда, изменение доходности единицы капитала, изменение упущенной выгоды от неиспользования финансовых и иных средств, изменение значимости денежной единицы, изменение природных условий и так далее. При этом, перечисленные факторы могут быть и результатом, и причиной изменения производительности общественного труда.

Производительность труда, характеризуя эффективность затрат труда в материальном производстве, определяется количеством продукции, производимой в единицу рабочего времени или затратами труда на единицу продукции. Рост производительности труда является всеобщим экономическим законом развития производственных сил и условием развития общества, начиная от темпов развития промышленного производства, увеличением заработной платы и доходов населения, и заканчивая снижением себестоимости продукции и так далее.

Как количественно учесть действие фактора времени на экономические показатели? Как выразить время в стоимостных единицах?

В экономике существует много показателей, связывающих время с результатами экономической деятельности (стоимостными оценками), к примеру:

- производительность труда (натуральные или стоимостные показатели в единицу времени);
- норма прибыли (доля капитала в год);
- банковский процент (доля ссудного капитала в год);
- норма амортизации (доля основных фондов, амортизируемых в течение года);
- изменение фондоотдачи (темпы изменения в течение единицы времени);
- рента на используемые природные ресурсы (норма прибыли, получаемая с единицы природного ресурса за год);
- изменение степени использования природного ресурса;
- изменение структуры издержек;
- изменение цен;
- динамика уровня инфляции и так далее.

Учет влияния фактора времени на экономические процессы может высчитываться через инфляционные показатели, а именно через коэффициент инфляции. Обычно формула расчета этого показателя выражается таким образом:

$$K_{инф} = \frac{B_i}{B_0},$$

где B_i и B_0 – величина базового показателя для определения коэффициента инфляции в i -м (расчетном) и в исходном году.

Существует на практике три основных варианта выбора базовых показателей для подобных расчетов:

а) по изменению курса используемой денежной единицы относительно «твердых» валют в i -м по сравнению с базовым годом;

б) по изменению цены на определенный вид товара (нефть, бензин, электроэнергия, земля), либо цены на условный набор товаров (например, потребительскую корзину);

в) по изменению заработной платы для определенной категории работающих или слоев населения (например, средняя заработная плата по национальной экономике).

Следует отметить, что проблема учета фактора времени сводится к его стоимостной оценке при исследовании и анализе таких экономических процессов, для которых характерно непостоянство и несинхронность затрат и результатов.

К примеру, эффект для пользователей улично-дорожной сети города определяется в стоимостном выражении на основе изменения таких показателей, как затраты на эксплуатацию автомобилей, стоимостная оценка затрат времени на передвижения, экономические потери от дорожно-транспортных происшествий.

Выгоды, получаемые пользователями, обычно рассчитываются как разница в расходах без реализации и при реализации оцениваемого комплекса мероприятий или проектов, программ.

Очевидно, что отказ от реализации мероприятий и проектов по совершенствованию дорожного движения в городах приводит к увеличению затрат времени на передвижение, уменьшению скорости проезда автотранспорта и НГПТ, росту потребления топлива на километр пробега, увеличению износа шин, росту расходов на смазочные и прочие эксплуатационные материалы, увеличению затрат на ремонт подвижного состава и так далее.

Выгоды от реализации мероприятий и проектов по совершенствованию дорожного движения в городах могут оцениваться на основе использования метода дисконтирования при норме дисконта 8,25 %.

Показатели социально-экономической эффективности показывают, насколько затраты на реализацию мероприятий и проектов по совершенствованию дорожного движения в городах компенсируются выгодами, получаемыми населением и хозяйственным комплексом территории.

Величина чистого дисконтированного дохода является главным критерием при оценке и выборе проектов для финансирования, так как этот показатель характеризует прирост чистых экономических выгод по сравнению с капиталовложениями. При этом для целей определения приоритетности групп мероприятий и проектов целесообразнее пользоваться относительными показателями (внутренняя норма доходности и индекс доходности), поскольку это позволит избежать влияния масштаба мероприятий.

К примеру, социально-экономический эффект от реализации мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения и внедрения различных технологий предоставления приоритета пассажирскому транспорту общего пользования в городах выражается как в снижении эксплуатационных затрат на городской пассажирский транспорт общего пользования, экономии трудовых, материальных и финансовых ресурсов, так и в уменьшении затрат времени пассажиров на совершение поездок.

Для укрупненной стоимостной оценки времени пассажиров в пути можно применять валовой показатель, рассчитанный на основе ВВП государства или конкретного региона. В этом случае стоимостная оценка 1 чел.-часа может быть определена по формуле:

$$S_{ч-ч}^{BO} = \frac{ВВП}{365 \cdot 24 \cdot N}$$

где $S_{ч-ч}^{BO}$ – валовая оценка 1 чел.-ч, руб.; ВВП – показатель валового внутреннего продукта страны или конкретного региона, руб.; 365 – число дней в году; 24 – число часов в сутках; N – численность экономически активного населения в стране или регионе, чел.¹⁶

¹⁶ Организация дорожного движения: справ. пособ. / под ред. С. В. Федотова. – М. : ФГПУ РОСДОРНИИ, 2010. – 416 с. – 500 экз.

Таким образом, социально-экономический эффект от уменьшения затрат времени пассажиров на совершение поездки пассажирским транспортом общего пользования будет определяться по формуле:

$$\mathcal{E}_t = \sum_{i=1}^n I_i S_{q-q}^{BO},$$

где $\sum_{i=1}^n I_i$ – общие суммарные потери времени на перегонах ТС между смежными остановочными пунктами пассажирского транспорта общего пользования в рассматриваемом районе за определенный период времени.

Экономическая оценка затрат времени на транспортные поездки непосредственно связана с оценкой стоимости трудовых ресурсов. Она может выполняться с двух точек зрения: народнохозяйственной и потребительской. Народнохозяйственная учитывает помимо индивидуальной полезности и экстерналии, а именно: потери в производстве продукции или услуг из-за затрат рабочего времени на поездки и «транспортной» усталости; изменения социально-экономических выгод в зависимости от мобильности населения; искажения в оплате труда, вызванные неэффективной экономической политикой. Стоимостная оценка потребительской полезности времени учитывает доход, который мог быть заработан за время, затраченное на поездки. Стоимостная оценка затрат времени зависит как от доходов каждого жителя в отдельности, так и типа поездки и транспортных условий. Также для экономической оценки потерь времени, затрачиваемого пассажирами автотранспортных средств, зачастую берется средняя почасовая оплата труда населения территории.

Развитые страны, столкнувшиеся с негативными последствиями высокой автомобилизации, активно занимаются исследованием вопроса, как выбор личного автомобиля в качестве способа передвижения соотносится с общественными интересами. В экономической науке сформировалось даже самостоятельное научное направление, занимающееся изучением автотранспортных экстерналий.

Приведение в соответствие количества автомобилей в городе пропускной способности улично-дорожной сети возможно путем изменения цен на поездки на личных автомобилях с помощью системы транспортных налогов.

В настоящее время управление спросом в РФ осуществляется с помощью ряда налогов: а) акциза при покупке автомобиля (мощностью свыше 150 л. с.), б) транспортного налога, в) акциза на нефтепродукты, г) топливного налога, д) платы за пользование дорогами.

За рубежом к инструментам управления спросом относятся транспортные налоги: 1) на автомобили (дополнительный налог при покупке автомобиля, транспортный налог), 2) на перемещение на автомобиле (плата за проезд по дорогам, где наблюдаются заторы (congestion pricing), плата за движение по дорогам в определенном районе (area licensing), плата за въезд в город (cordon pricing); плата за разрешение пользоваться дорожной сетью в течение определенного времени (vignettes schemes); электронные системы оплаты в зависимости от места движения и пройденного расстояния (electronic road pricing)); 3) на хранение автомобиля (плата за парковки); и 4) на автомобильные топлива.¹⁷

¹⁷ Вопросы экстерналий эффектов автотранспорта и инструментов регулирования воздействия на окружающую среду исследовались в многочисленных трудах Ховавко И.Ю. (2009, 2012), д.э.н., ведущего научного сотрудника экономического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова. Важным выводом работ автора является вывод о необходимости вмешательства государства в регулирование внешних эффектов. Цель регулирования – искусственное создание недостающих в результате провалов рынка обратных связей. Это достигается с помощью интернализации внешних эффектов. При этом, изучение мнений экспертов показывает, что на сегодняшний день в обществе нет согласованной позиции относительно способов решения вопросов интернализации внешних экономических эффектов от автотранспорта в городах.

Задача всех транспортных налогов – заставить владельцев автомобилей полностью оплачивать издержки, которые несет общество от передвижения автотранспорта, стимулируя водителей сократить использование личных автомобилей.

В существующих исследованиях выделяют следующие виды экстерналий эффектов автотранспорта: влияние на землепользование; неоплаченная часть издержек на парковку; дорожные пробки; загрязнение воздуха; риск аварий; стоимость земли; внешние инфраструктурные издержки; загрязнение воды; регулирование дорожного движения; шумовое загрязнение; отходы.

Стоимость и затраты на передвижение являются важнейшими понятиями в области экономики транспорта, так как передвижение городского населения является важной составляющей социального, экономического и культурного развития любого города. Перемещение может происходить посредством использования городского пассажирского транспорта общего пользования, индивидуальных транспортных средств, а также посредством вело- и пешеходного движения.

Алгоритм принятия решений людьми при выборе способа и маршрута передвижения зависит от таких функций, как вероятность выбора способа передвижения (личный и транспорт общего пользования); вероятность выбора перемещения с пересадкой; интервала движения транспорта общего пользования; финансовых затрат при передвижении различными способами; временных затрат при передвижении различными способами; доходов пассажира, его возраста, мобильности, состояния здоровья и т. д.

Жители своим транспортным выбором оказывают активное воздействие на городскую транспортную систему. Возможность выбора пассажиром передвижения на индивидуальном транспорте оказывает серьезное влияние на развитие транспортных систем городов, поэтому при оптимизации управления городским пассажирским транспортом необходимо управлять мотивацией человека при выборе способа передвижения.

При выборе способа перемещения (или отказа от него) действия и решения людей определяются под влиянием институциональной среды. Управление внутригородской подвижностью (мобильностью) возможно только на основании смещения предпочтений населения при выборе способа перемещения и коррекции за счет институциональной среды их осуществления.

Выбор способа передвижения любого человека зависит от многих факторов, в том числе случайных. Поэтому важно исследовать не поведение отдельного индивида, а поведение и мотивацию множества людей¹⁸.

Городская подвижность населения потенциально должна быть управляемым процессом, так как ее величина и структура зависят от условий перемещения в городе. Отсюда можно сделать вывод, что, воздействуя на данные условия, можно влиять на выбор и предпочтения населения и соответственно на способы его реализации. Управление внутригородской подвижностью (мобильностью) возможно только на основании смещения предпочтений населения при выборе способа перемещения и коррекции за счет институциональной среды их осуществления.

Внутригородская подвижность должна регулироваться внешним по отношению к населению фактором, обеспечивающим реализацию общесистемных интересов. Таким внешним регулятором могут выступать только государственные органы власти, имеющие возможность изменения институциональной среды для любых видов перемещений.

Время, затрачиваемое пассажиром на поездку, является основным показателем качества услуг.

¹⁸ В исследованиях Корягина М.Е., профессора, д.т.н. Кемеровского государственного университета (2012), рассматриваются теории массового обслуживания и теории игр применительно к транспортным системам городов, экономико-математические методы в организации транспортного процесса, математическое моделирование транспортных процессов. Важно отметить, что везде прослеживается мысль, что выбор способа передвижения любого человека зависит от многих факторов, в том числе случайных, поэтому необходимо всегда исследовать не поведение отдельного индивида, а поведение и мотивацию множества людей.



Рис. 1. Структура показателей качества обслуживания пассажиров¹⁹

Для пассажира, выбирающего способ перемещения, важна цепочка не только в формате «цена – время», но зачастую и в формате «цена – время – сервис». При этом, понятие «сервис» включает в себя основные и дополнительные сопутствующие услуги.

Основная услуга – это перевозка пассажиров, перемещение для реализации их потребностей и целей поездки. Сопутствующими являются услуги, необходимые для того, чтобы потреблять основную услугу. Обслуживание пассажира должно начинаться не с момента его посадки в транспортное средство, не с момента прибытия на пункт отправления и даже не с момента приобретения билета, а с момента возникновения желания совершить поездку. Потенциальный пассажир должен быть информирован об услугах компаний-перевозчиков, возможных логистических цепочках передвижения, классах обслуживания и наборах всех услуг.

В настоящее время вопросы повышения уровня транспортного обслуживания населения приобретают все большее значение.

Важно отметить, что смысл показателей качества сводится не к возмещению пассажиру затрат времени в деньгах, а в обеспечении рационального планирования издержек городского пассажирского транспорта. Стоимостная оценка по смыслу является усредненным показателем. Отдельные пассажиры могут оценивать свое время дороже или дешевле. Величина стоимостной оценки потери пассажиро-часа является предметом исследований и официально не установлена.

Исследованиями установлено, что ежедневные затраты времени на транспортные передвижения городского жителя не должны превышать 1,1 ч. В противном случае возможно появление различных физиологических расстройств. Ежедневные затраты времени на поездки увеличиваются с ростом численности населения города, достигая в больших городах 2 ч и более. Свободное время работающего человека примерно составляет 7 ч в сутки (за вычетом 8 ч на работу и 9 ч на сон и личные дела).

Таким образом, при средних затратах времени на поездки 1,5 ч в сутки на транспорт «уходит» более 1/5 свободного времени. Интересный факт, что при осуществлении выбора пассажиры исходят не из затрат реального (физического) времени, а основываются на психологической оценке его продолжительности. Общие затраты времени на передвижение состоят из времени на подход и отход к/от остановочного пункта, времени ожидания ТС, времени совершения поездки. При этом, психологическая оценка пассажирами затрат времени

¹⁹ Спирин И.В. Научные основы комплексной реструктуризации городского автобусного транспорта: автореферат дис. на соиск. уч. степ. д.т.н.: 05.22.10 / Спирин И.В. М., 2007. 38 с.

на передвижение неравнозначна. По этой причине обычно в транспортных расчетах используют понятие приведенных затрат времени, которые определяются с учётом весовых коэффициентов психологической оценки пассажирами затрат времени. Данный подход к расчетам предполагает, что величина коэффициентов не зависит от продолжительности временного интервала и условий передвижения. Однако это не в полной мере соответствует действительности. Кроме длительности временного интервала на психологическую оценку его продолжительности влияние оказывают также индивидуально-психологические особенности человека, функциональное состояние его организма и условия осуществления составляющих передвижения. Необходимо учитывать, что условия осуществления передвижения сказываются на развитии утомляемости и проявляются в изменении функционального состояния организма пассажира. Пассажиры могут адекватно или неадекватно оценивать фактические затраты времени, завышать или занижать их величину, из чего следует, что при обосновании выбора технического и технологического обеспечения перевозочного процесса и для получения успешных результатов необходимо учитывать совокупность факторов, определяющих затраты времени пассажиров на передвижение и оказывающих влияние на психологическую оценку его продолжительности.

Литература

1. Аскин Я.Ф. Проблема времени. Её философское объяснение. М.: Мысль, 1966. 200 с.
2. Ховавко, И.Ю. (2012), «Интернализация внешних эффектов от загрязнения окружающей среды в РФ», МГУ, Москва, Россия
3. Ховавко, И.Ю. (2009), «Административно-правовые и экономические методы регулирования воздействия на окружающую среду», Теис, Москва, Россия
4. Корягин, М.Е. (2012), «Теоретические аспекты оптимизации управления движением городского транспорта», Вестник Кузбасского государственного технического университета, № 1 (89), 125 – 126 с.
5. Спиринов И.В. Научные основы комплексной реструктуризации городского автобусного транспорта: автореферат дис. на соиск. уч. степ. д.т.н.: 05.22.10./ Спиринов, И.В. – М., 2007. – 38 с.
6. Fosgerau, M., (2015), «The Valuation of Travel Time Variability», *Quantifying the Socio-Economic Benefits of Transport*, Paris, France, 9-10 November 2015.
7. Venables, A.J. (2016), «Incorporating Wider Economic Impacts within Cost-Benefit Appraisal», *Quantifying the Socio-Economic Benefits of Transport*, Paris, France, 9-10 November 2015.

УДК 004.94 : 629.326

Рафаэль Илдарович Хасанов, канд. техн. наук
Александр Иванович Сарайкин
(Оренбургский государственный университет)
Резеда Илдаровна Хасанова
(Межрайонная ИФНС России №31 по Республике
Башкортостан)
E-mail: hasanov0401@yandex.ru,
saraikin-a@yandex.ru, lizidarsi@yandex.ru

Rafael Ildarovich Khasanov, PhD of Sci. Tech.
Alexander Ivanovich Saraykin
(Orenburg State University)
Rezeda Ildarovna Khasanova
(Interdistrict IFTS of Russia No. 31 of the Republic of
Bashkortostan)
E-mail: hasanov0401@yandex.ru,
saraikin-a@yandex.ru, lizidarsi@yandex.ru

ВИРТУАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДВИЖЕНИЯ МОТОЦИКЛА И УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПИЛОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИГРОВОГО ДВИЖКА

VIRTUAL TESTS OF MOTORCYCLE MOVEMENT AND PILOT IMPACT CONTROLLERS USING A GAME ENGINE

В статье определены источники информации, необходимые и достаточные для адекватного трёхмерного (3D) воспроизведения движения мотоцикла и управляющих воздействий пилота на транспортное средство. Разработан эмулятор системы «пилот – мотоцикл – дорога – среда» с использованием игрового движка «Unity3D».

Ключевые слова: игровой движок «Unity3D», виртуальные испытания, воспроизведение управляющих воздействий на транспортное средство, трёхмерное (3D) игровое пространство.

The article identifies sources of information that are necessary and sufficient for an adequate three-dimensional (3D) reproduction of the motorcycle's movement and the pilot's control actions on the vehicle. The emulator of the «pilot – motorcycle – road – environment» system was developed using the game engine «Unity3D».

Keywords: the game engine «Unity3D», virtual tests, reproduction of control actions on the vehicle, three-dimensional (3D) game space.

На сегодняшний день активно расширяются сферы применения игровых движков. Создаваемые имитационные модели на современных игровых движках позволяют наглядно проводить исследования сложных систем, в том числе «водитель – автомобиль – дорога – среда» и «пилот – мотоцикл – дорога – среда». Синтез современных информационных, спутниковых навигационных технологий и специализированных инструментальных средств вычислительной техники (ВТ) позволяет достигнуть синергетического эффекта при получении новых результатов в области создания, исследования и эксплуатации интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [1]. Актуальной задачей при подготовке специалистов в области ИТС является глубокое освоение выше перечисленных технологий и успешное применение их на практике.

Проблеме создания инструментальных средств для моделирования и проведения виртуальных испытаний процессов движения транспортных средств в заданных дорожных условиях уделено большое внимание в современной научно-технической, периодической, патентной литературе и в источниках сети Интернет. Среди работ по данной тематике следует отметить следующие разработки: пакет программ «Курс» (Додонов Б.М., Русаков В.З., Карпов В.В., Россия); прикладная программа «Полигон» (Иванов В.Г. и др., Республика Беларусь); программный комплекс «Фрунд» (Горобцов А.С., Россия); пакеты прикладных программ «ADAMS», «DADS» (США); САПР и оценки транспортных средств «Auto-HMT» (Тарасик В.П., Евсеенко И.А., Республика Беларусь); программа «CARAT» (Gnadler R., Германия); программный комплекс «StabAuto» (Балакина Е.В., Россия); программный комплекс «Универсальный механизм» (Погорелов Д.Ю., Ковалев Р.В. и др., Россия); программа «DV AVTO» (Ревин А.А., Россия); система «Инка-Спорт» и средства виртуальных испытаний систем активной безопасности автомобилей (Бузников С.Е. и др., Россия) [2 – 7].

Значительных успехов достигли также зарубежные разработчики транснациональных корпораций «Google» (США), «Robert Bosch GmbH» (ФРГ), «Volkswagen AG» (ФРГ), «Siemens AG» (ФРГ), «Volvo Lastvagnar» (Швеция), «Kistler AG» (Швейцария), «imC» (ФРГ), «GeneSys» (ФРГ), «IPG» (ФРГ), «Anthony Best Dynamics Ltd.» (Англия) в разработке аппаратно-программных средств ВТ для имитационного моделирования и натурных испытаний систем активной безопасности транспортных средств.

Анализ современных публикаций показал, что, несмотря на значительные достижения в области методологии построения систем активной безопасности транспортных средств, существующие методы и средства виртуальных испытаний транспортных средств имеют следующие недостатки:

– отсутствует возможность виртуального испытания одноколейных транспортных средств и транспортных средств с открытым посадочным местом (мотоцикл, трицикл, квадроцикл, спортивный автомобиль или автомобиль типа «кабриолет»);

– отсутствует интеграция в одной системе модулей трёхмерного воспроизведения управляющих воздействий и поведения пилота, а также движения транспортного средства по данным средств спутниковой навигации (СН) «ГЛОНАСС/GPS» и средств захвата движения с использованием акселерометров, гироскопов и магнитометров; базы реально существующих и оцифрованных 3D планов автомобильных дорог; базы современных моделей транспортных средств;

– имеют высокую стоимость лицензии для использования программного обеспечения.

Целью представленной работы является повышение эффективности в проведении виртуальных испытаний движения мотоцикла и управляющих воздействий пилота на

транспортное средство. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- определить источники информации от субъекта транспортного процесса (пилота) и транспортного средства для воспроизведения движения мотоцикла и управляющих воздействий пилота на транспортное средство;
- разработать программные обеспечения для формирования базы оцифрованных 3D планов автомобильных трасс;
- с использованием современного игрового движка «Unity3D» создать имитационную модель сложной эргатической системы «пилот – мотоцикл – дорога – среда» (ПМДС), дополненную современными спутниковыми навигационными и аппаратно-программными средствами ВТ для воспроизведения траектории движения мотоцикла и управляющих воздействий пилота на транспортное средство.

В результате проведенных исследований авторами были определены следующие источники информации, необходимые и достаточные для адекватного трёхмерного (3D) воспроизведения движения мотоцикла и управляющих воздействий пилота на транспортное средство:

- вектор оцифрованных 3D планов автомобильных трасс $W_R = \{x_{11}, y_{11}, h_{11}; \dots; x_{1n}, y_{1n}, h_{1n}\}$, полученных с использованием разработанного мобильного стенда [9] и инструментальной базы [8];
- вектор навигационных координат траектории движения мотоцикла $K_{GPS} = \{x_{21}, y_{21}, h_{21}; \dots; x_{2m}, y_{2m}, h_{2m}\}$ по данным ССН «ГЛОНАСС/GPS» в моменты времени t ;
- вектор координат от подсистемы захвата движения транспортного средства $K_{AGM_MC} = \{x_{31}, y_{31}, h_{31}; \dots; x_{3k}, y_{3k}, h_{3k}\}$ по данным цифровых датчиков интегрированного типа, учитывающие показания акселерометра, гироскопа и магнитометра в моменты времени t ;
- вектор координат от подсистемы захвата движения пилота $K_{AGM_PI} = \{x_{41}, y_{41}, h_{41}; \dots; x_{4z}, y_{4z}, h_{4z}\}$ по данным цифровых датчиков интегрированного типа, учитывающие показания акселерометра, гироскопа и магнитометра в моменты времени t ;
- вектор параметров мотоцикла $W_D = \{s_{m1}, s_{m2}, r_{m1}, r_{m2}, h_c, m, v_0, v_{max}, v_{lat}, v_{rd}, K_{GPS}\}$, описывающих подвески мотоцикла s_{m1}, s_{m2} , радиусы колёс r_{m1}, r_{m2} , высоту центра масс h_c , массу m , начальную v_0 , максимальную v_{max} , боковую скорости v_{lat} , скорость торможения v_{rd} мотоцикла и вектор координат K_{GPS} .

Перечисленная совокупность данных загружается в динамический массив и воспроизводится в созданной имитационной модели системы ПМДС на платформе игрового движка «Unity3D».

В процессе исследования модели системы ПМДС зачастую требуется проведение вычислительных экспериментов по данным характерных участков автомобильных дорог. В современных инструментальных средствах, например «UM Base», автомобильная дорога рассматривается, как протяженный в пространстве трёхмерный (3D) объект, границы которого оцифрованы с требуемой дискретностью и точностью. Для получения 3D моделей реальных участков автомобильных дорог применяются различные технологии. Использование различных типов сканеров и сложного аппаратно-программного обеспечения ВТ, установленного на мобильные дорожные лаборатории, значительно повышает стоимость натуральных экспериментов. Требование невысокой стоимости для получения 3D моделей реальных планов трасс автомобильных дорог обусловило использование современных технологий разработки программного обеспечения и ССН «ГЛОНАСС/GPS», установленных на кузове транспортного средства, для оцифровки границ автомобильных дорог по маршруту следования автомобиля.

Авторами разработана инструментальная база [8], позволяющая автоматизировать процесс построения 3D моделей протяженных в пространстве объектов по данным ССН «ГЛОНАСС/GPS».

На рис. 1 представлен интерфейс разработанной инструментальной базы (ИБ) в расширенном режиме отображения информации.

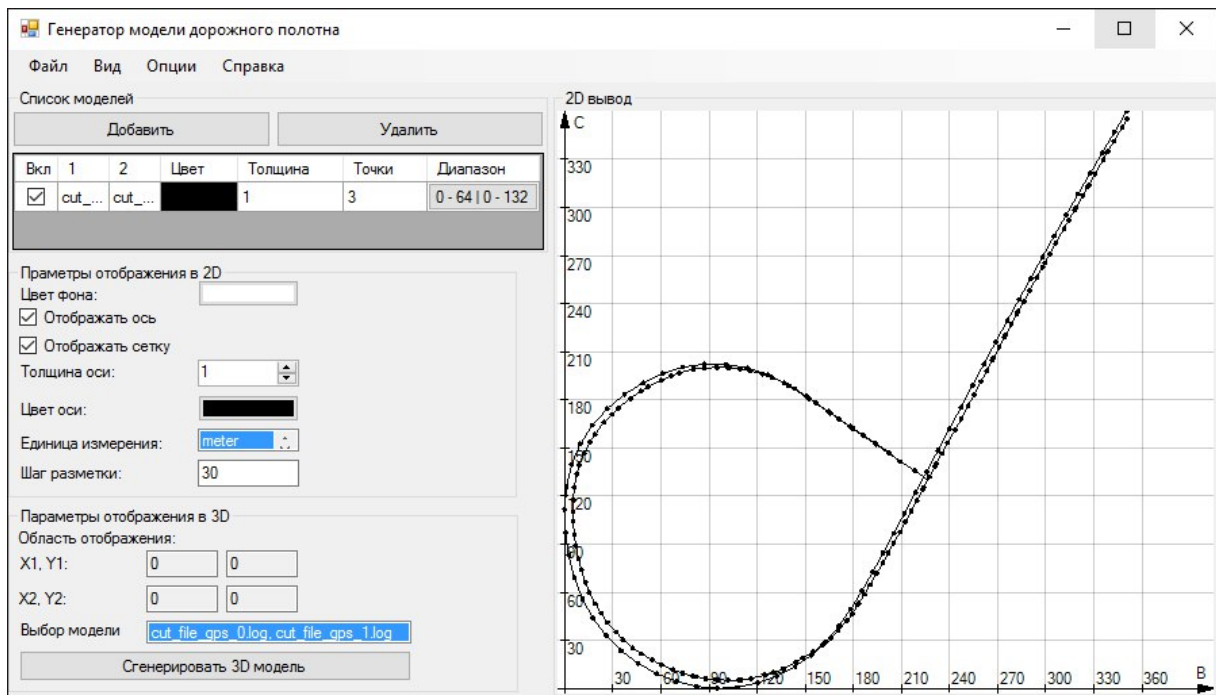


Рис. 1. Интерфейс инструментальной базы для построения 3D моделей автомобильных дорог по данным средств спутниковой навигации «ГЛОНАСС/GPS»

С использованием мобильного стенда [9] производится оцифровка границ дорожного полотна автомобильной дороги, когда мобильный объект движется по левой и правой сторонам дороги. Регистрируются навигационные координаты границ дорожного полотна, полученные вектора координат подвергаются сглаживанию, с использованием инструментальной базы [8] производится построение 3D модели автомобильной дороги.

На рис. 2 и 3 представлены, в качестве примера, эмулятор для проведения виртуальных испытаний движения мотоцикла и управляющих воздействий пилота.



Рис. 2. Диалоговое окно эмулятора для проведения виртуальных испытаний движения мотоцикла и управляющих воздействий пилота

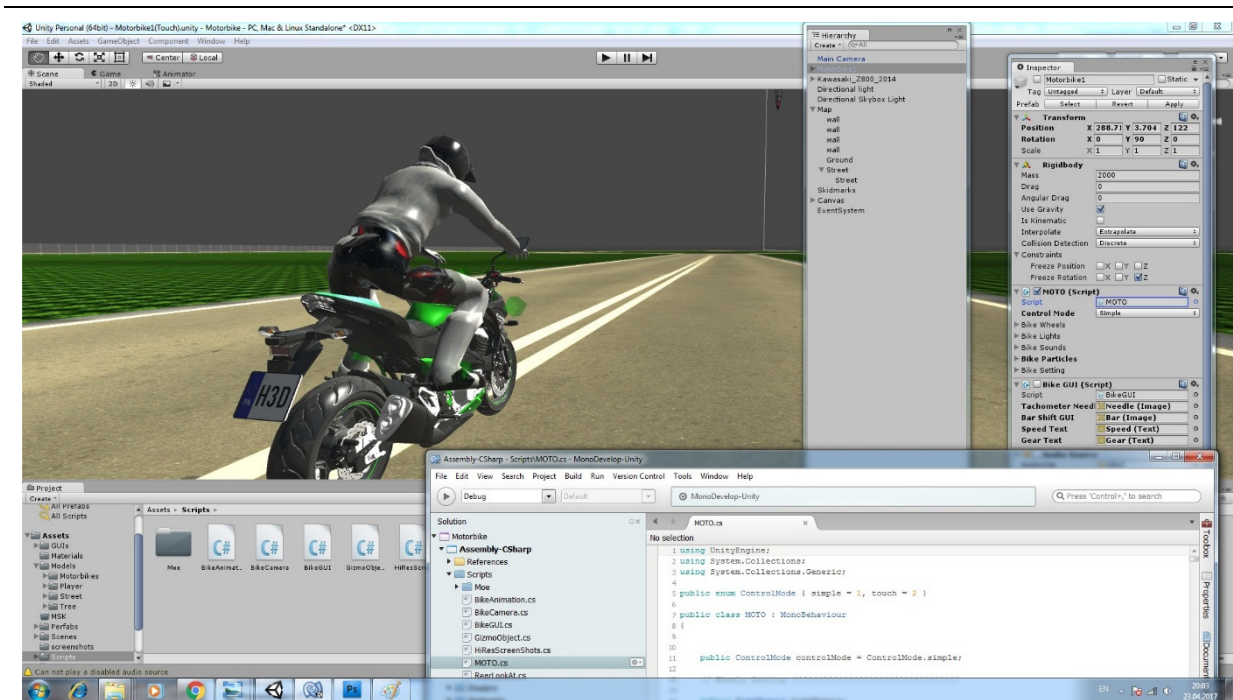


Рис. 3. Диалоговое окно игрового движка «Unity3D» в процессе разработки и исследования имитационной модели системы ПМДС

Имитационная модель ПМДС представляет собой программный эмулятор, в котором дополнительно реализованы следующие возможности:

- полная навигация движения мотоцикла вместе с пилотом от клавиш на клавиатуре или джойстика;
- 3D анимация движений мотоцикла и пилота, различных вариантов наклонов, вплоть до падения пилота при ударе мотоцикла;
- звуковые эффекты движения мотоцикла, ударов, торможения и т. д.;
- отображение набранной скорости и оборотов двигателя на виртуальном спидометре и тахометре;
- переключения сцен между моделями мотоциклов с помощью клавиш;
- наличие базы различных классов мотоциклов и планов автомобильных трасс;
- создание кадров виртуальных испытаний и автоматическое сохранение их в директории пользователя для детального просмотра дорожной ситуации в каждый момент времени t .

Разработанный эмулятор представляет практический интерес для специалистов и разработчиков ИТС, а также для студентов, магистрантов и аспирантов, занимающихся исследованиями в области моделирования сложных систем. Полученные результаты могут быть также рекомендованы для применения при создании систем информационной поддержки субъектов транспортного процесса, а также при компьютерной аттестации навыков пилотирования транспортных средств с открытым посадочным местом.

Литература

1. Кузьмин В.В., Шпаченко Т.В. Опыт создания и эксплуатации интеллектуальных транспортных систем. М.: МАДИ (ГТУ), 2009. 287 с.
2. Балакина Е.В., Зотов Н.М. Устойчивость движения колесных машин: монография. Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011. 464 с.
3. Рынкевич С.А. Новые технологии и проблемы науки на транспорте: монография. Могилев: Белорусско-Российский университет, 2008. 420 с.
4. Свид. гос. регистрации программы для ЭВМ №2012611473 «Программная платформа для междисциплинарных расчётов на базе многотельной динамики» / Горобцов А.С., Сергеев Е.С., Гетманский В.В. и др.; заявитель и обладатель Волгоградский государственный технический университет. – зарег. 08.02.2012.

5. Свид. об отрасл. рег. разработки №10532 «Программный комплекс «StabAuto» для расчета параметров устойчивости движения и управляемости двухосных автомобилей» / Балакина Е.В.; заявитель и обладатель Волгоградский государственный технический университет. – зарег. 29.04.2008. М.: ОФАП, 2008.

6. Свид. гос. регистрации программы для ЭВМ №2014663052 «Имитационная модель управления движением мобильного объекта в условиях дефицита информации» / Сарайкин А.И., Аралбаев Т.З., Хасанов Р.И. и др.; заявитель и обладатель Оренбургский государственный университет. – зарег. 15.12.2014. М.: ФИПС, 2014.

7. Свид. гос. регистрации программы для ЭВМ №2014663053 «Моделирование параметров движения мобильного объекта на дорожном полотне» / Аралбаев Т.З., Сарайкин А.И., Хасанов Р.И. и др.; заявитель и обладатель Оренбургский государственный университет. – зарег. 15.12.2014. М.: ФИПС, 2014.

8. Свид. гос. регистрации программы для ЭВМ №2016614502 «Инструментальная база для построения 3D-моделей автомобильных дорог по данным средств спутниковой навигации «ГЛОНАСС/GPS» / Хасанов Р.И., Хафизов А.З., Манаев Н.Ю.; заявитель и обладатель Оренбургский государственный университет. – зарег. 22.06.2016. М.: ФИПС, 2016.

9. *Аралбаев Т.З., Сарайкин А.И., Хасанов Р.И.* Бортовая система оцифровки траектории движения автомобиля с использованием средств спутниковой навигации // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 10 (171). С. 8 – 14.

УДК 625.7

Александр Сергеевич Холин;
канд. техн. наук, доцент
(Московский государственный автомобильно-
дорожный технический университет)
Email: holin-as@mail.ru

Aleksandr Sergeevich Kholin
Cand. Sc., Docent
(Moscow state automobile and road
technical University)
Email: holin-as@mail.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА И ПЕШЕХОДОВ В ШАХОВСКОМ РАЙОНЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

THE ORGANIZATION OF MOVEMENT OF TRANSPORT AND PEDESTRIANS IN SHAKHOVSKOI DISTRICT OF MOSCOW REGION

В данной статье рассмотрены проблемы совершенствования организации дорожного и пешеходного движения в Шаховском муниципальном районе Московской области. Традиционно комплексные схемы организации движения автотранспорта уже много десятилетий разрабатываются в нашей стране для крупных городов (с населением многие сотни тысяч жителей) с развитой улично-дорожной сетью и развитой системой городского общественного пассажирского транспорта (транспортной сетью и маршрутной системой). В данном случае исследуемый объект отличается от традиционных. Шаховской муниципальный район расположен «на дальнем западе» Московской области, является районом сельскохозяйственного и рекреационного назначения. Методы организации движения в сельскохозяйственном районе значительно отличаются от методов, используемых для городов.

На основе проведенного углубленного исследования предлагается целый ряд рекомендаций по совершенствованию организации дорожного и пешеходного движения в Шаховском муниципальном районе Московской области.

Ключевые слова: комплексные схемы, организация движения, транспортные потоки, пешеходы, безопасность движения, инженерное оборудование.

This article deals with the problems of improving the organization of road and pedestrian traffic in Shakhovskoi municipal district, Moscow region. Traditionally, the complex scheme of the organization of movement of vehicles for many decades are being developed in our country for large cities (with a population of many hundreds of thousands of inhabitants) with a developed road network and an extensive system of urban public passenger transport (transportation network routing system). In this case, the object under study differs from the traditional one. Shakhovskoy municipal district is situated «in the far West», Moscow region, is the district agricultural and recreational purposes. Methods of organizing movement in an agricultural area differ significantly from methods used for cities.

Based on the in-depth study and offers several recommendations for improving traffic and pedestrian movement in Shakhovskoi municipal district, Moscow region.

Keywords: integrated circuits, traffic organization, traffic flow, pedestrians, traffic safety and engineering equipment.

В связи с поставленными Минтрансом Московской области целями и задачами необходимо было разобраться с особенностями Шаховского муниципального района.

Традиционно комплексные схемы организации движения автотранспорта и пешеходов уже много десятилетий разрабатываются в нашей стране для крупных городов (с населением многие сотни тысяч жителей) с развитой улично-дорожной сетью и развитой системой городского общественного пассажирского транспорта (транспортной сетью и маршрутной системой). В данном случае объект работ отличается от традиционных. Шаховской муниципальный район является районом сельскохозяйственного и рекреационного назначения.

Район не имеет крупных промышленных предприятий, зато имеет много сельскохозяйственных и лесных земель, значительная часть которых имеет повышенную экологическую ценность (реликты природы). Исторически в районе всего один крупный населённый пункт – посёлок городского типа Шаховская, пять более или менее крупных сельских поселений (выполняющих административные функции) и значительное количество малых сельских поселений, дополненных многочисленными садовыми кооперативами.

В транспортном отношении район представляет собой территорию, пересечённую с запада на восток автомобильной дорогой федерального подчинения М9 «Балтия» и дорогой регионального подчинения Р90 «г. Тверь – Шаховская – Уваровка» (далее, а/д М1 «Белоруссия»). Обе дороги разделяют территорию Шаховского муниципального района на 4 части: М9 на северную и южную, Р90 на западную и восточную (в сумме имеем 4 сектора: северо-запад, северо-восток, юго-восток и юго-запад (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема Шаховского муниципального района

Все основные развивающиеся населённые пункты расположены на этих дорогах, которые проходят непосредственно по их территориям. Остальные населённые пункты и один административный центр – село Степаньково расположены в стороне от главных дорог и связаны с ними сетью местных автомобильных и «полевых» дорог. Однако многие из малых населённых пунктов дорогами не связаны.

«Отдалённые» (т. е. без «дорожной» связи) деревни «обезлюдивают» – жители переезжают в города (нет доступа к рабочим местам, нет медицинского обслуживания, нет доступа к школам. Экономическое развитие района невозможно без формирования постоянного контингента жителей, причём растущего по численности. А это, в свою очередь,

невозможно без создания для жителей благоприятных и удобных условий проживания – прежде всего возможность сообщения по сети развитых автомобильных дорог.

Существующие автомобильные дороги местного значения, в основном – имеют твёрдое покрытие, что позволяет организовать «внутрирайонное» автобусное сообщение межмуниципального типа. Вследствие того, что с 60-х годов XX века в России дороги в сельской местности строились по типу «подъездов», транспортная сеть общественного транспорта имеет высокий уровень наложения маршрутов (3,3 км/ км) и изменить его (уменьшить) без строительства новых дорог невозможно. В то же время строительство местных дорог достаточно высокого технического уровня также не целесообразно, так как многие сельские населённые пункты очень малые и понемногу «умирают» из-за отъезда постоянных жителей. Многочисленные дачные поселения заполняются жителями только в летнее время – с мая по сентябрь.

Прохождение региональной автомобильной дороги Р90 «Тверь – Шаховская – Уваровка» через сельские населённые пункты создаёт большие трудности для населения: из-за высокой интенсивности и скорости движения автомобилей через населённые пункты. В результате повышенная опасность возникновения дорожно-транспортных происшествий типа «автомобиль – пешеход». В то же время дорога Р90 обеспечивает большой объём автотransперевозок и поэтому имеет большое значение для экономики прилегающих к ней территорий. Это заставляет искать технические решения в сфере организации дорожного движения и обеспечения дорожной безопасности, удовлетворяющие населения и автотransперевозчиков.

Изложенное показывает, что методы организации движения в сельскохозяйственном районе должны значительно отличаться от методов, используемых для городов. Поэтому состав работ был уточнен в соответствии с особенностями рассматриваемого объекта. Например, транспортное районирование территории в интересах совершенствования перевозки пассажиров, осуществляемое в городах, не применимо для сельскохозяйственного района. Что, конечно, не означает отказа от оценки трудовых транспортных корреспонденций, культурно-бытовых.

На первое место выдвигаются меры повышения безопасности и удобства передвижения пешеходов: устройство освещения пешеходных путей, устройство самих пешеходных путей – дорожек, строительство тротуаров, благоустроенных и оборудованных пунктов остановки общественного транспорта.

Особое место в данной работе занял посёлок городского типа Шаховская. Для него в 2005 году разработан и утверждён генеральный план развития. Таким образом, имеется обязательный руководящий документ при разработке комплексной схемы организации дорожного движения не только в Шаховской, но и на прилегающей к посёлку территории. К сожалению, генеральный план содержит ряд положений, осложняющих эту работу. Это:

1. По генеральному плану посёлок получает основное развитие на север, за автомобильную дорогу М9. Это означает, что посёлок делится на две практически не связанные части. И – навсегда, так как автомобильную дорогу никто никогда не уберёт.

2. Автомобильная дорога М9 «Балтия» на участке прохождения через посёлок Шаховская (в настоящее время – по границе жилой застройки): в соответствии с планом развития сети дорог она реконструируется в автомагистраль, оборудованную по нормам для 1А категории.

3. По генеральному плану в новой части города фактически отсутствуют улицы, удобные для движения общественного пассажирского транспорта.

4. Генеральный план не предусматривает благоустройство жилых улиц в местах старой индивидуальной застройки.

5. Сеть городских улиц (названных общегородскими магистралями) по генплану устраивается по старым существующим автомобильным дорогам, что не даёт возможности построить сеть улиц по благоприятным для организации городского движения прямоугольной или диагонально-прямоугольной схемам планировки. Генеральный план предусматривает реконструкцию только старых главных улиц п. Шаховская.

6. Региональная автомобильная дорога остаётся в пределах городской территории, хотя и переносится немного на запад. Это означает, что весь транзит дороги (на 70–80 % грузовой, с интенсивностью до 7000 автомобилей в сутки) будет проходить через посёлок, что не желательно. Требуется решение, обеспечивающее транзитное движение автотранспорта в обход посёлка, без заезда в него. И «безболезненную» для посёлка и его жителей связь с дорогой М9.

Таким образом для решения поставленных целей и задач был разработан план мероприятий, в который вошли три методологии: методология – сбор информации, методология – анализ информации, методология – критерии эффективности мероприятий.

Методология – «сбор информации» включает в себя: анкетные обследования управляющих кадров и транспортных корреспонденций; натурные обследования интенсивности и скорости движения, визуальные осмотры; сбор технической информации и статистических данных по аварийности, характеристикам автомобильного парка, параметрам УДС и парковочного пространства, экономические и демографическим показателям.

Методология – «анализ информации» включает в себя: качественный анализ транспортных проблем района, а именно состояния транспортных и пешеходных объектов УДС, существующей схемы организации движения, инженерного обеспечения объектов УДС; количественный анализ и расчеты интенсивности и скорости движения, ДТП и аварийности, транспортных корреспонденций, автомобилеёмкости п.г.т. Шаховская, парковочного пространства; моделирование транспортной сети Шаховского района (макромодель) и ключевых транспортных узлов (микромодель).

Методология – «критерии эффективности» мероприятий включает: безопасность движения, а именно абсолютное количество ДТП (годовая динамика по населённым пунктам и району) и удельное количество ДТП по отношению к интенсивности движения; удобство транспортной сети района, включающее удовлетворённость населения транспортной инфраструктурой района, время передвижения между населёнными пунктами; мобильность населения, а именно общее количество поездок по транспортной сети района и пассажиропоток на общественном транспорте района; уровень загруженности транспортной сети, средняя скорость движения по транспортной сети.

Площадь занимаемых земель Шаховского муниципального района составляет 121 888 га, население на 2016 год составляет 25 800 человек, с 2012 года наметилась динамика роста населения, в районе 5 муниципальных образований: п.г.т. Шаховская, с.п. Раменское, с.п. Серединское, с.п. Степаньковское, с.п. Дор.

Транспортная инфраструктура Шаховского муниципального района характеризуется следующими показателями: общая протяжённость дорог с усовершенствованным покрытием составляет 559,12 км, в том числе федерального значения – 25,23 км, регионального и межмуниципального значения – 332,09 км, муниципального значения – 201,8 км. Протяжённость автодорог с твёрдым покрытием по району составляет 412,42 км (74 %). Плотность автодорожной сети общего пользования составляет порядка 0,34 км/кв. км.

Сеть автомобильного пассажирского транспорта на территории района включает 14 маршрутов регулярного автобусного сообщения, в том числе: 11 межмуниципальных маршрутов, 1 муниципальный маршрут, 2 меж субъектных маршрута.

Общая протяжённость оборотных межмуниципальных и муниципальных маршрутов, обслуживающих территорию Шаховского муниципального района, составляет около 546,4 км. На маршрутах работают 16 автобусов малой вместимости и 39 – большой вместимости.

Территория Шаховского района обслуживается Рижским направлением Московской железной дороги. Протяжённость магистральной железной дороги в пределах района 28,8 км. В настоящее время по рассматриваемому железнодорожному направлению имеется резерв пропускной способности железной дороги. В схеме территориального планирования транспортного обслуживания Московской области и Генеральной схеме развития Московского железнодорожного узла на территории Шаховского района намечено увеличение числа

главных путей. На перспективу железнодорожный транспорт, как и в настоящее время, будет обеспечивать, в основном, связи с Москвой и межрайонные связи.

Для получения информации по интенсивности и скорости движения на существующейлично-дорожной сети (УДС) проводились натурные обследования. В качестве ключевых были выбраны 8 транспортных узлов (рис. 2).

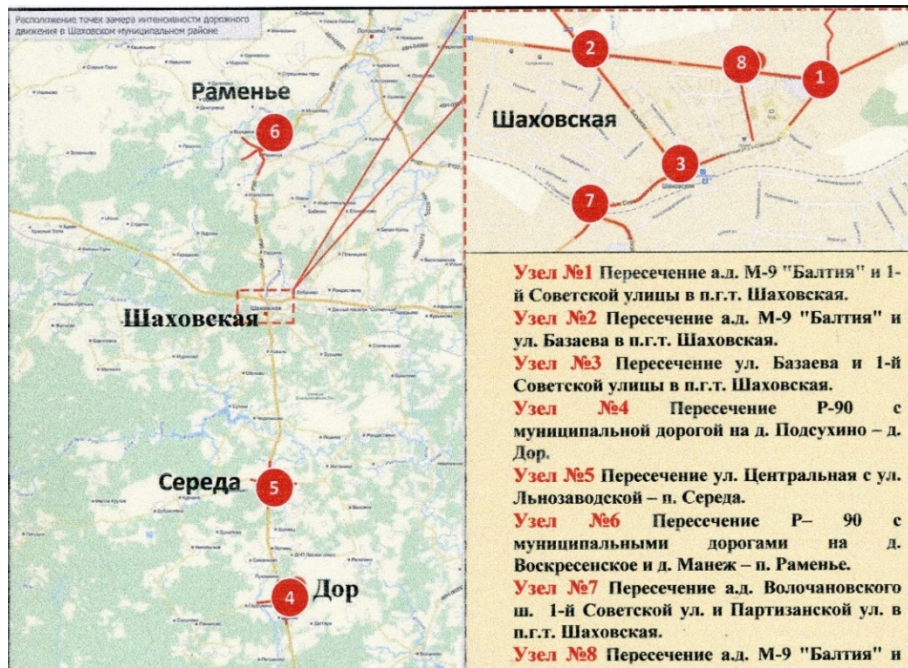


Рис. 2. Ключевые узлы УДС Шаховского муниципального района

В качестве примера рассмотрим узел №1. Транспортный узел-пересечение а./д. М-9 «Балтия» и 1-й Советской улицы в п.г.т. Шаховская. Спутниковый снимок существующего положения на рис. 3, на нем представлены точки направлений движения (1, 2, 3, 4) и схема расположения детекторов для измерения скоростей движения. Замеры существующих интенсивностей движения по направлениям и типам автомобилей на пересечении проводились в утренние и вечерние часы суток, месяц июль, результаты приведены в табл. 1. Результаты измерений скоростей движения представлены в табл. 2.



Рис. 3. Существующее положение пересечения а.д. М9 «Балтия» и ул. Базаева в п.г.т. Шаховская: 1, 2, 3, 4 точки направлений движения

Существующая организация движения на рассматриваемом пересечении, показанная на рис. 3, относится к частично канализированному, коэффициент относительной аварийности $K_a = 7,8$, т. е. данное пересечение относится к малоопасным. Однако отсутствие на пересечении полосы накопления для левого поворота автомобилей на ул. 1-я Советская существенно затрудняет движение автомобилей в прямом направлении. С ростом интенсивности движения все перечисленные отрицательные явления будут усугубляться.

Вопрос дорожно-транспортных происшествий на существующей УДС был также подробно изучен, при этом использовались данные ОГИБДД ОМВД России по Шаховскому муниципальному району и данные администрации района.

Таблица 1

Интенсивность транспортных потоков на пересечении а.д. М9 «Балтия» и 1-й Советской улицы в п.г.т. Шаховская в час «пик»

№	час «пик»			
	Легковые	Грузовые	Автобусы	Всего
2-4	205	73	0	278
2-3	130	0	6	136
2-1	0	0	0	0
4-2	137	73	0	210
4-3	96	5	0	101
4-1	0	0	0	0
3-1	1	0	0	1
3-2	154	0	12	166
3-4	26	7	0	33
1-3	1	0	0	1
1-4	6	0	0	6
1-2	0	6	0	6

Таблица 2

Скорость движения, зафиксированная детекторами, узел № 1

Датчик (детектор)	Скорость, км/ч
1	56.1
2	57.5
3	57.7
4	58.3
5	59.2
6	59.7





Анализ проблемных участков улично-дорожной сети и транспортной инфраструктуры позволил сделать следующие выводы (рис. 4): большая часть мест концентрации ДТП сосредоточена на федеральных автодорогах М-9 «Балтия» – 3 (75 %), а также на региональной автодороге Р90 «Середа Большое Сытьково» проходящей через с. Середа – 1 (25 %); основные типы ДТП в местах концентрации ДТП: столкновения – 36 (46,1 %); наезд на пешехода – 13 (16,6 %); наезд на препятствие – 4 (5,12 %); опрокидывание – 25 (32 %); 75 % мест концентрации ДТП располагаются вне черты населенных пунктов; основными видами ДТП ФАД М-9 «Балтия» в местах концентрации ДТП являются «столкновение» и «опрокидывание» (более 76 %) что обусловлено несоблюдением скоростного режима на автодороге, нарушение правил проезда перекрестка; основными видами ДТП на автодороге Тверь-Лотошино-Шаховская-Уваровка в местах их концентрации являются «столкновение» – 25 %, «опрокидывание» – 50 % и «наезд на пешехода» – 25 %.

Основными причинами ДТП являются нарушение скоростного режима, нарушение правил проезда перекрестка, переход проезжей части в неполюженном месте; в населенных пунктах в Шаховском районе расположенных вдоль трасс – М9 и Р90 отсутствуют раздельные от проезжей части пешеходные дорожки (н.п. численностью более 100 чел. – пгт Шаховская, с. Середа, с. Раменье, с. Дор; д. Михалево, д. Гордино; н.п. численностью менее 100 чел. – д. Акинькино, д. Вишенки, д. Восход, д. Дорино, Князьи горы, д. Коросткино, д. Красное село д. Михалево). Отсутствие безопасного ЖД перехода соединяющего улицы Первомайская и Шамонина, соединяющего две части п.г.т. Шаховская. В данном направлении проходит ежедневный «поток» населения через железную дорогу.

И, на базе социально-экономической статистики было проведено транспортное районирование территории Шаховского района и поселка Шаховского. Были определены зоны притяжения транспортных потоков для изучения трудовой и культурно-бытовой транспортных корреспонденций.



Рис. 4. Проблемные участки УДС Шаховского муниципального района:

-  – места концентрации ДТП;
-  – потребность в создании парковок общего пользования;
-  – необходимость разделения пешеходных дорожек с проезжей частью (население более 100 чел.);
-  – необходимость разделения пешеходных дорожек с проезжей частью (население менее 100 чел.)

Транспортное районирование проводилось на основании данных Генерального плана п.г.т. Шаховская, данных о расселении, данных о транспортной инфраструктуре района, данных из документов о социально-экономическом состоянии Шаховского муниципального района, данных картографических планов и спутниковых снимков изучаемой территории. Объект (территория) был поделен на следующие составные части с учетом административно-территориального деления района: жилые зоны притяжения, в частности п.г.т. Шаховская был поделен на 5 транспортных районов исходя из зон жилой застройки и зон пешей доступности до маршрутной сети района, в Шаховском районе были выделены села, деревни и скопления деревень (расстояние между которыми не превышает 1–1,2 км) с общей численностью более 100 человек; основные зоны притяжения трудовой корреспонденции, для этого были выявлены промышленные зоны – зоны размещения существующих предприятий численностью более 50 человек, также учитывалось развитие промышленных и коммунально-складских предприятий, инженерно-транспортной инфраструктуры планируемое в пределах существующих территорий.; зоны скопления предприятий сферы услуг,

основная зона скопления предприятий сферы услуг находится в п.г.т. Шаховская, в п. Степаньково; п. Раменье; п. Серeda – зоны не сформированы; зоны скопления существующих и перспективных с/х предприятий и фермерских хозяйств, сюда были включены территории фермерских и тепличных хозяйств и земли с/х назначения; транспортно-пересадочные зоны притяжения, в Шаховском муниципальном районе функционируют 6 железнодорожных станций. Единственной транспортно-пересадочной зоной притяжения является станция «Шаховская». Станция Шаховская – площадью – 4,8 га, имеет путевое развитие, приёмоотправочные пути.

Станция оборудована пассажирскими платформами для приема отправки пригородных электропоездов и поездов дальнего следования. Платформы оборудованы пешеходным путепроводом; общественные и культурно-бытовые зоны притяжения, в эту зону входят преимущественно объекты культуры, торговли, общественного питания, бытового обслуживания, административно-управленческих и финансовых учреждений, церкви, музеи, рестораны, гостиницы и мотели, научно-исследовательские организации, объекты среднего и высшего профессионального образования, поликлиники, банно-оздоровительные комплексы, стоянки автомобильного транспорта. В системе обслуживания районов выделяются учреждения повседневного обслуживания, размещаемые в пределах жилых территорий (микрорайонов и жилых групп в радиусе пешеходной доступности до 500 м), и учреждения периодического и эпизодического обслуживания, размещаемые в общественных зонах.

Проведенные обследования и последующий анализ позволил сформировать матрицу корреспонденций района. На рис. 5 показаны направления транспортных трудовых корреспонденций, на рис. 6 их интенсивность.

Таким образом была сформирована информационная база для разработки перспективной транспортной модели Шаховского муниципального района, в которую вошли: интенсивность и скорость движения; ДТП и аварийность; транспортные корреспонденции; автомобилеёмкость п.г.т. Шаховская; парковочное пространство

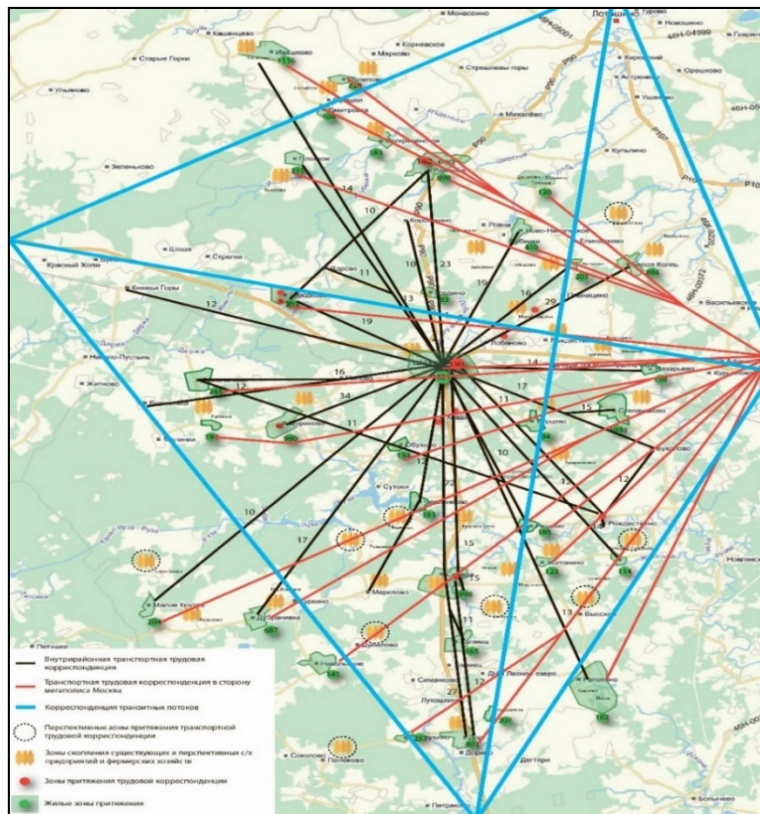


Рис. 5. Направления транспортных трудовых корреспонденций

Улично-дорожная сеть Шаховского района представлена дорогами всех трёх классификационных групп, но многие сельские поселения не имеют дорожной связи даже с сетью местных дорог. Поэтому в ближайшей перспективе рекомендовано устранить этот дефект дорожной сети.

Местные дороги характеризуются малой интенсивностью движения и не представляют затруднений при движении автомобильного транспорта. Поэтому Комплексная схема организации дорожного движения в Шаховском районе рассматривает подробно две главные дорожные артерии района М9 «Балтия» и Р90 с наибольшей интенсивностью движения.

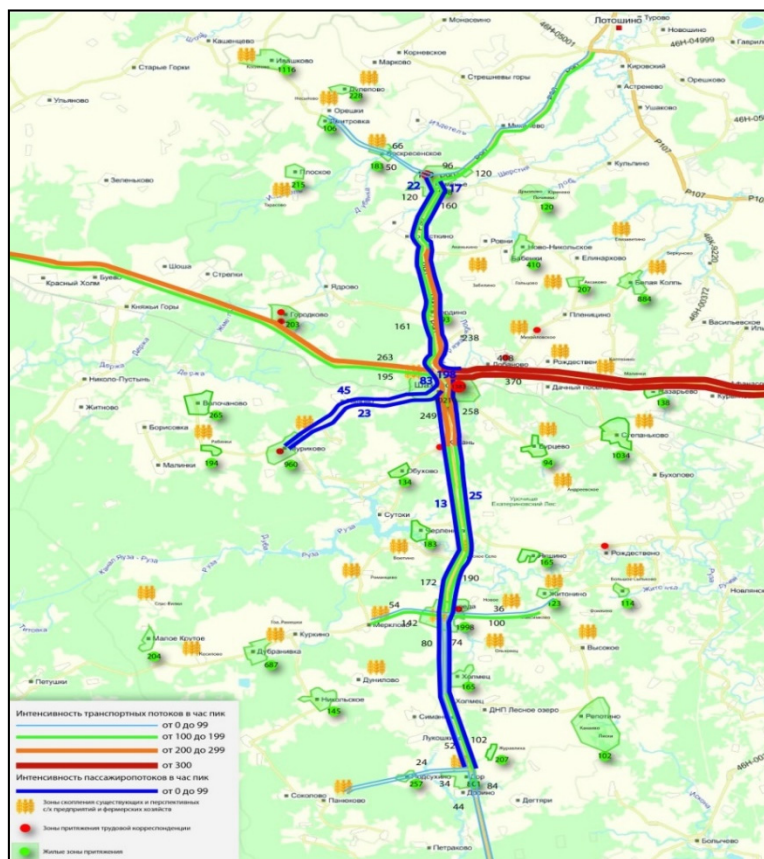


Рис. 6. Интенсивность транспортных трудовых корреспонденций

Основные причины, заставляющие модернизировать существующую схему организации движения:

1. Согласно рекомендации местной администрации, необходимо было разработать и предложить варианты развития транспортной сети на три срока: до 5 лет; от 5 до 10 лет; более 10 лет. По проведенным расчетам, с учетом статистики увеличения числа автомобилей в Московской области на 4% в год (по данным Росстата), через 10 лет произойдет увеличение транспортного потока на 40%.

2. Прохождение региональной дороги Р90 через сельские населённые пункты с соответствующими негативными последствиями (в области безопасности для жителей и автомобилистов, транспортного шума, загазованности воздуха).

3. Прохождение федеральной дороги М9 «Балтия» через посёлок Шаховская – в настоящее время и по генеральному плану развития посёлка. В ближайшее время (согласно генерального плана развития п. Шаховская и темпам реконструкции дороги М9 в пределах Московской области) следует ожидать реконструкцию «Шаховского» участка дороги М-9 до уровня автомагистрали, с расширением проезжей части до 4 полос движения.

4. Транспортная «необорудованность» пересечений дороги Р90 со всеми пересекаемыми и примыкающими дорогами.

5. Требование обеспечения пересечений магистрали М9 «Балтия» другими дорогами в разных уровнях.

6. Генеральный план развития посёлка Шаховская, предусматривающий преимущественное (основное) развитие посёлка севернее дороги М9. В этом варианте генерального плана федеральная дорога М9 (в ближайшем будущем автомагистраль) разделяет посёлок на две фактически раздельные части. Опыт отечественного и зарубежного городского строительства показывает, что транспортные артерии такого масштаба прочно фрагментируют территорию поселений, фактически изолируя их друг от друга. Поэтому размещение автомагистрали на территории посёлка Шаховское в принципе недопустимо – если мы хотим сохранить единство поселения.

7. Шаховской район является рекреационной и сельскохозяйственной зоной Московской области. Поэтому излишнее развитие сети автомобильных дорог не желательно по причинам сохранения природной среды.

Изложенные соображения (причины) заставляют сохранить опорную транспортную сеть района в виде двух пересекающихся дорог – М9 и Р90, внося в неё определённые коррективы. Коррективы включают: улучшение и облегчение движения автомобильного транспорта (повышение скорости и безопасности) и улучшение условий жизни жителей сельских населённых пунктов (уменьшение транспортного шума, загрязнения воздуха, увеличение дорожной безопасности).

На первом этапе (0-5 лет) совершенствование схемы заключается в канализировании всех важнейших пересечений дорог Р90 с местными дорогами в важнейших сельских населённых пунктах (Раменье, Серета, Дор и с дорогой М9 «Балтия» в пределах посёлка Шаховская). На рис. 7 показан пример такой микромоделли (схемы организации движения автотранспорта и пешеходов на этих пересечениях), здесь нужно отметить, что в результате совершенствования схем пересечений, они переходят в разряд неопасных с $K_a \leq 3$. Второе важное мероприятие первого этапа – реконструкция участка дороги на ул. Партизанская (пересечение с ж/д). В нынешнем состоянии пересечение является потенциально уязвимым для инфраструктуры железнодорожных путей при проезде транспорта больших габаритов. Поэтому на первом этапе предлагается произвести уширение проезжей части.

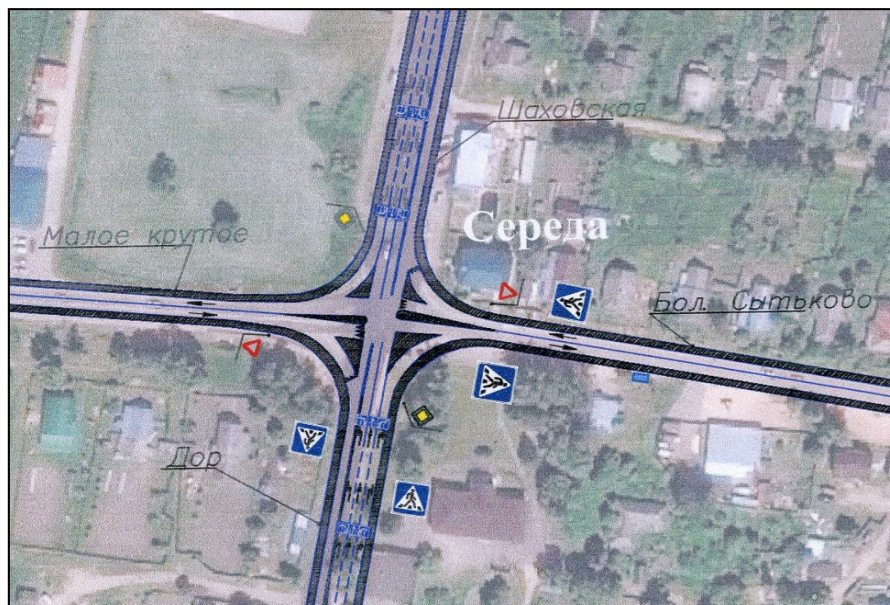


Рис. 7. Канализированное пересечение автомобильной дороги Р-90 с местной автодорогой в п. Серета

На втором этапе (6-10 лет), по истечении первой пятилетки, предлагается начать проектирование и последующее строительство кольцевых пересечений при консолидированном бюджетном финансировании, которые в перспективе (третий этап) войдут в УДС муниципального района. На рис. 8 показан пример кольцевого пересечения в п. Серeda. Вторым важным мероприятием второго этапа является строительство развязки через железную дорогу с ул. 1-я Советская на ул. Партизанская.



Рис. 8. Кольцевое пересечение автомобильной дороги Р90 с местной автодорогой в п. Серeda

Более существенные изменения в схеме организации движения автомобильного транспорта по району предлагается к реализации на третьем этапе (более 10 лет). Основное нововведение – строительство автодорожных обходов всех основных сельских населённых пунктов: посёлка Раменьe (с южной стороны – соединение Раменьe и Пьянкино по кратчайшему направлению); обход, имеющий длину порядка 1 км, уменьшает пробег по дороге Р90 на 1,5 км, ликвидирует проезд автотранспорта через Раменьe и Пьянково, тем самым повышает скорость движения автомобилей (в населённых пунктах скорость по правилам дорожного движения не выше 60 км/ч, на Р90 – не менее 70 км/ч), сокращает время движения – исходя из величины скорости движения всего на 1,5 минуты, а фактически до 10–15 минут (в среднем), если учитывать возникающие на улицах посёлков препятствия – пешеходы, перегоняемый для дойки и обратно скот и другие. . Полностью исключается влияние пешеходов на автомобильное движение. Если при существующей схеме движения коэффициент безопасности [1] ($K_{без} = V_2 / V_1$, где V_1 – скорость движения на предшествующем участке дороги, км/ч; V_2 – скорость движения на последующем участке, км/ч) находится в пределах 0,6–0,8 (мало опасный участок), то после строительства обхода он поднимается до 1 (не опасный участок); посёлка Серeda – с запада, длина обхода – 5,6 км, что увеличивает длину участка движения на 1,3 км. Одновременно выигрыш в скорости движения составляет от 30 до 40 км/ч, что приводит к сокращению продолжительности движения от 0,3–0,4 до 1,7 мин (если исходить из разницы скоростей движения по обходу – 70 км/ч и через посёлок – в среднем 40–50 км/ч) и до 10...15 мин с учётом внутри поселковых препятствий на дороге. Коэффициент безопасности на участке дороги около посёлка Серeda возрастает до 1, т. е. участок становится не опасным для движения; деревни Дор – обход с восточной стороны протяжением 3,2 км, что увеличивает длину проезда на 0,5 км. Время проезда участка дороги около деревни Дор сокращается на 10–15 мин – по названным выше причинам. Коэф-

фициент безопасности участка также возрастает до 1. Ликвидируются все вредные автотранспортные влияния на население деревни: от транспортного шума, от загрязнения воздуха, от опасности наезда на пешеходов;

В результате кольцевые пересечения войдут в систему УДС населенных пунктов (п. Середа, п. Раменье, д. Дор). Транзитные потоки легковых и грузовых автомобилей обойдут данные населенные пункты. Все обходы показаны на рис. 9.

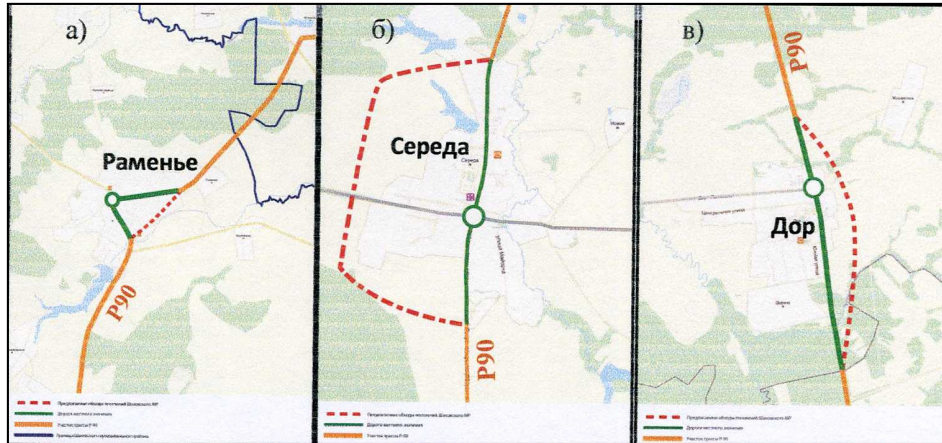


Рис. 9. Предлагаемые обходы населенных пунктов Раменье, Середа, Дор

С целью улучшения условий движения автотранспорта в районе посёлка Шаховская предлагается строительство двух автодорожных обходов.

Один – на дороге Р90, с запада от п. Шаховская (рис. 10). Общая длина обхода – 8,25 км. Направление обхода полностью, на всём протяжении, удалено от «генплановских» границ посёлка Шаховская – на 0,5–1,5 км, что исключает в ближайшие 1-2 десятилетия «выход» застройки посёлка на обходную дорогу.

Генеральный план развития п. Шаховская предусмотрел свой вариант «обхода», а точнее – перекладки – дороги Р90 в пределах посёлка Шаховская. Общая длина «генплановского» обхода – 7,05 км, на 1,2 км короче предлагаемого варианта.

Сравнение вариантов проложения обходов дороги Р90 через п. Шаховская представлено в табл. 3.

Таблица 3

Технические сравнительные показатели двух вариантов обходов п.г.т. Шаховская

Показатель	Существующее положение	Обход «по генплану»	Предлагаемый вариант
Длина обхода	6,675 км	7,05	8,25 км
Средняя скорость движения, км/ч	50,8	50,35	70-90
Длина участков прохождения через посёлки, км	1,875	2,259	Нет
Наложение транзитного на местные транспортные потоки	100%	70%	0
Загрязнение окружающей среды посёлка от транзитного транспорта	По всей длине маршрута через посёлок	На участке длиной 2,25 км	Нет

Второй обход п. Шаховская – юго-восточный (рис. 10). Его длина 3,5 км. Обход проходит по территории посёлка Шаховская – его юго-восточной части, рядом с деревней Юрьево (по северо-западной границе населённого пункта) и заканчивается на дороге М-9 в месте пересечения границы города по генплану с дорогой М9. Юго-восточная часть территории посёлка не застраивается, остаётся озеленённой. Поэтому существенного вреда

жителям он не принесёт. Юго-восточный обход предназначен для разгрузки улично-дорожной сети посёлка от автотранспорта, прибывающего в посёлок Шаховская для выезда на дорогу М9 в сторону Москвы. Расположение обхода позволяет обеспечить высокую скорость движения, характерную для загородных автомобильных дорог – не ниже 80–90 км/ч.

Предлагаемая система обходов предусматривает строительство пересечений в разных уровнях дорог М9 и Р90 (два путепровода – по одному на каждый обход) и дороги Р90 с Рижской железной дорогой (два путепровода – по одному на каждый обход).

Особым вопросом является включение дороги М9 «Балтия» в комплексную схему организации дорожного движения в Шаховском районе. Ранее было сказано, что М9 разрезает посёлок и делит его на две разделённые части. Этого можно избежать, если участок дороги М9, проходящий в пределах «генплановских границ» посёлка Шаховская поднять на эстакаду (рис. 10).

Строительство эстакады позволит: оставить территорию посёлка неразделённой и благодаря этому развивать УДС старой территории в сторону новой застройки, сформировать улично-дорожную сеть, удобную для организации внутри посёлочного общественного пассажирского транспорта. В настоящее время планировка улиц по генплану не позволяет это сделать, а если М9 не поднимать на эстакаду, то внутри посёлочный общественный транспорт вообще организовать будет невозможно. На рис. 11 показано примерное изображение такой эстакады, позаимствованное с сайта в интернете.

Генеральный план посёлка Шаховская предусматривает строительство 5 путепроводов суммарной длиной с подходами – более 2000 пм. Эстакадный вариант позволяет уменьшить их число до 3-4 (на западном обходе посёлка – на дороге Р90 – через железную дорогу и дорогу М9, на юго-восточном обходе через железную дорогу).

Суммарная длина искусственных сооружений по генеральному плану и по предлагаемому эстакадному варианту вполне сопоставимы: по генеральному плану (5 путепроводов) – 2000 пм; по предлагаемому варианту – до 3500–4500 пм. (по сокращённому варианту 2850–3100 пм. и менее).



Рис. 10. Предлагаемые обходы в п.г.т. Шаховская



Рис. 11. Примерное изображение эстакады

Повышение удобства и безопасности пешеходного движения актуально и на территории Шаховского района.

По результатам обследований УДС Шаховского района выявлено недостаточное оснащение существующих наземных пешеходных переходов современными техническими средствами организации дорожного движения. Для повышения видимости участниками дорожного движения наземных пешеходных переходов и повышения безопасности дорожного движения при переходе пешеходами проезжей части улиц и дорог предлагается выполнение следующих рекомендаций (рис. 12):

1. Необходимо оборудовать наземные пешеходные переходы асфальтированными подходами шириной не менее 1,5 м. с каждой стороны.

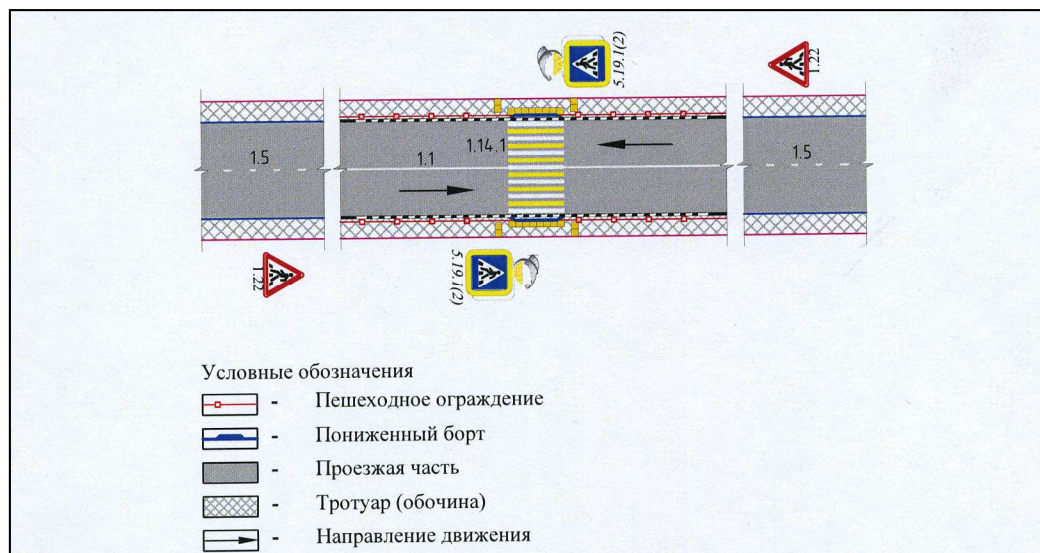


Рис. 12. Оснащение существующих наземных переходов

2. Сопряжение подходов к пешеходным переходам с асфальтобетонным покрытием проезжей части выполнить путем устройства пониженного бортового камня с укладкой тактильных плит желтого цвета.

3. Пешеходные переходы необходимо выполнять разметкой из термопластика белого и желтого цвета (с чередованием белых и желтых полос) с добавлением световозвращающих элементов.

4. Пешеходные переходы необходимо оборудовать дорожными знаками 5.19.1 и 5.19.2 двухстороннего исполнения с обрамлением из желтого световозвращающего материала.

5. Рекомендуется применять дорожные знаки 5.19.1 [2] «Пешеходный переход» со светодиодной индикацией.

6. Необходимо оборудование пешеходных переходов дополнительной световой индикацией желтого цвета с питанием от солнечных батарей.

7. На автодорогах с транзитным движением автотранспорта рекомендуется установка предупреждающих знаков 1.22 «Пешеходный переход» [2].

8. Рекомендуется вне населенных пунктов введение заблаговременного ограничения максимальной скорости движения автотранспорта 60 км/ч. при приближении к пешеходному переходу.

9. Для дополнительного повышения безопасности дорожного движения рекомендуется на участках с транзитным высокоскоростным движением автотранспорта устройство шумовых полос дорожной разметкой на подходах к пешеходным переходам.

10. Наземные пешеходные переходы на неосвещенных участках УДС необходимо оборудовать искусственным освещением.

Улицы и проезды, на которые осуществляется выход из общеобразовательных детских учреждений, необходимо оборудовать искусственными дорожными неровностями (ИДН) для принудительного снижения скорости водителями ТС в местах возможного выхода детей на проезжую часть с целью повышения безопасности дорожного движения и предотвращения риска образования ДТП с наездом на пешехода.

Участки УДС в районах размещения общеобразовательных детских учреждений в местах пересечения проезжей части с маршрутами детей, идущих в школу, должны быть оборудованы наземными пешеходными переходами.

Искусственные дорожные неровности предлагается размещать парами, с шагом не менее 50 м., в местах размещения наземных пешеходных переходов, по обе стороны от перехода. Для предотвращения несанкционированного выхода детей на проезжую часть предлагается также установка пешеходных ограждений длиной не менее 50 м. на подходах к пешеходным переходам. На рис. 13 показан пример оборудования 1-го Советского переулка (в районе школы №1).

Выполнение данных мероприятий позволит обеспечить повышенное внимание водителей ТС к дорожной обстановке на участках УДС, где наблюдается повышенный риск несанкционированного выхода детей на проезжую часть, а также принудительный сброс скорости ТС до безопасного уровня, что позволит повысить безопасность дорожного движения в местах размещения детских общеобразовательных учреждений.

Особое внимание, особенно в сельской местности, требуется уделить движению пешеходов по тротуарам. В большинстве своем существующие тротуары не соответствуют современным требованиям нормативных документов, а порою и вовсе отсутствуют. Данные требования должны быть максимально полно учтены при строительстве новых тротуаров и пешеходных дорог на УДС Шаховского района, а также при ремонте и реконструкции существующих.

Для наглядности на рис. 14 показано существующее положение организации пешеходного движения в д. Дор. Здесь совершенно отсутствует тротуарное движение пешеходов. Спутниковый снимок на рис. 15 позволяет изобразить предлагаемый план устройства тротуаров и линий наружного освещения.

На рис. 16 показан рекомендуемый поперечный профиль устройства тротуаров и линий наружного освещения.

Для остановок общественного транспорта предлагается их обустройство техническими средствами организации дорожного движения и обеспечение мероприятий для доступа маломобильных групп граждан (рис. 17).

И в заключение, эта работа была выполнена коллективом работников МАДИ, научный руководитель – проф. М.В. Немчинов, ответственный исполнитель – доц. А.С. Холин.

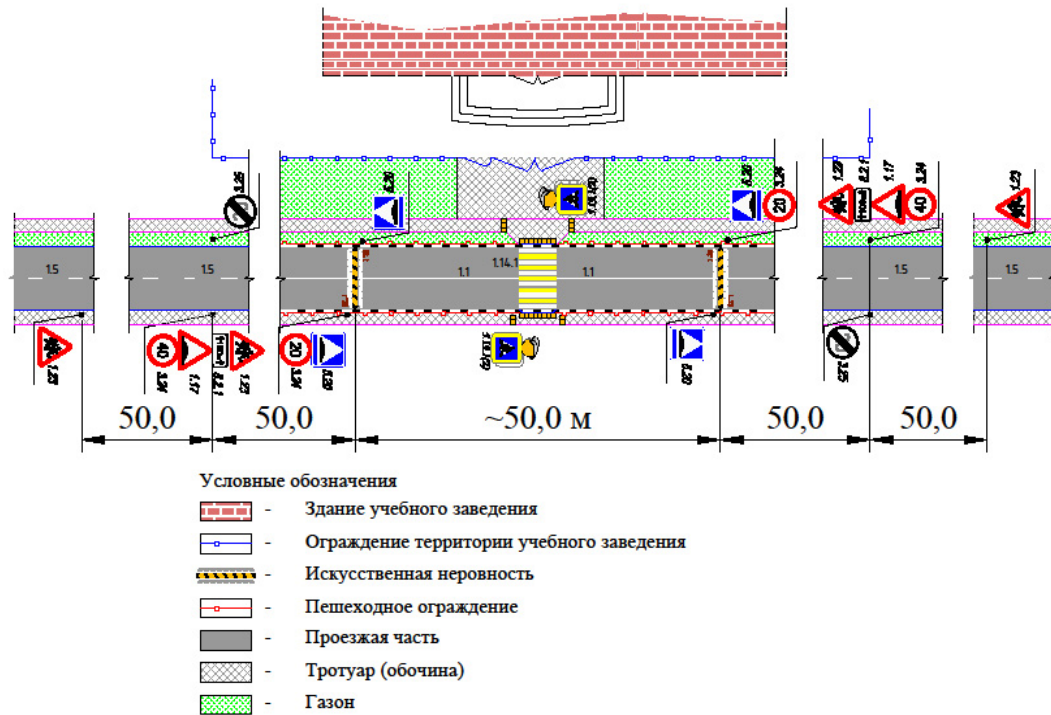


Рис. 13. Инженерное оборудование 1-го Советского переулка (в районе школы №1)



Рис. 14. Существующее положение организации пешеходного движения в д. Дор



Рис. 15. План устройства тротуаров и линий наружного освещения

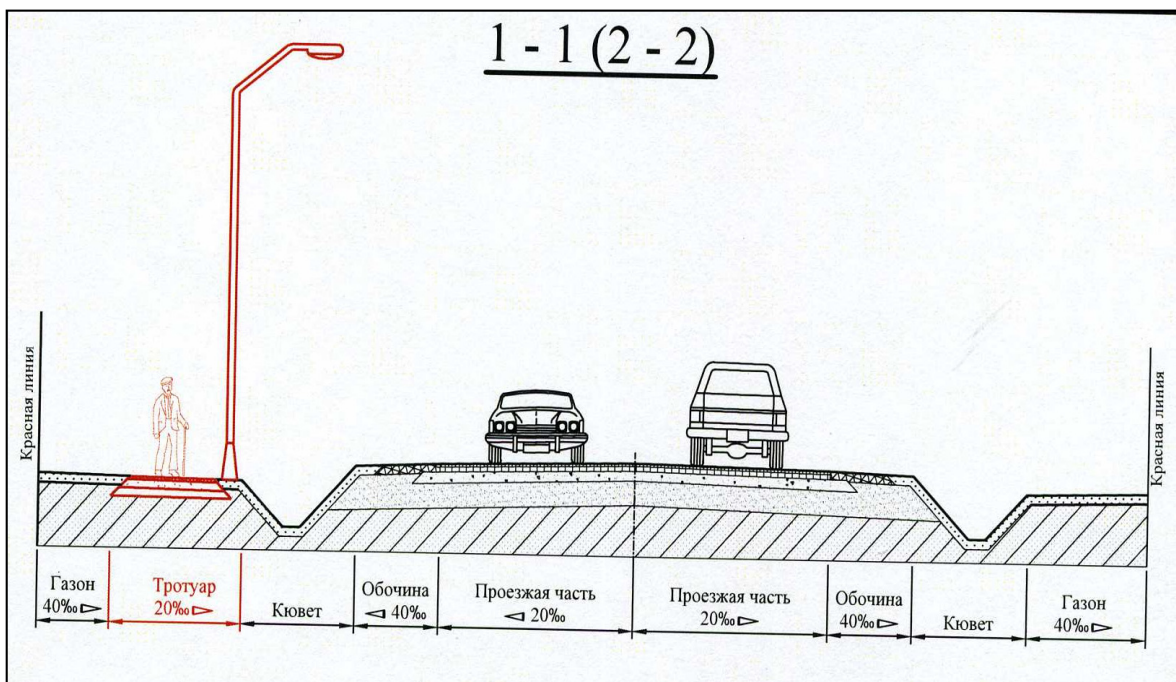


Рис. 16. Рекомендуемый поперечный профиль устройства тротуаров и линий наружного освещения

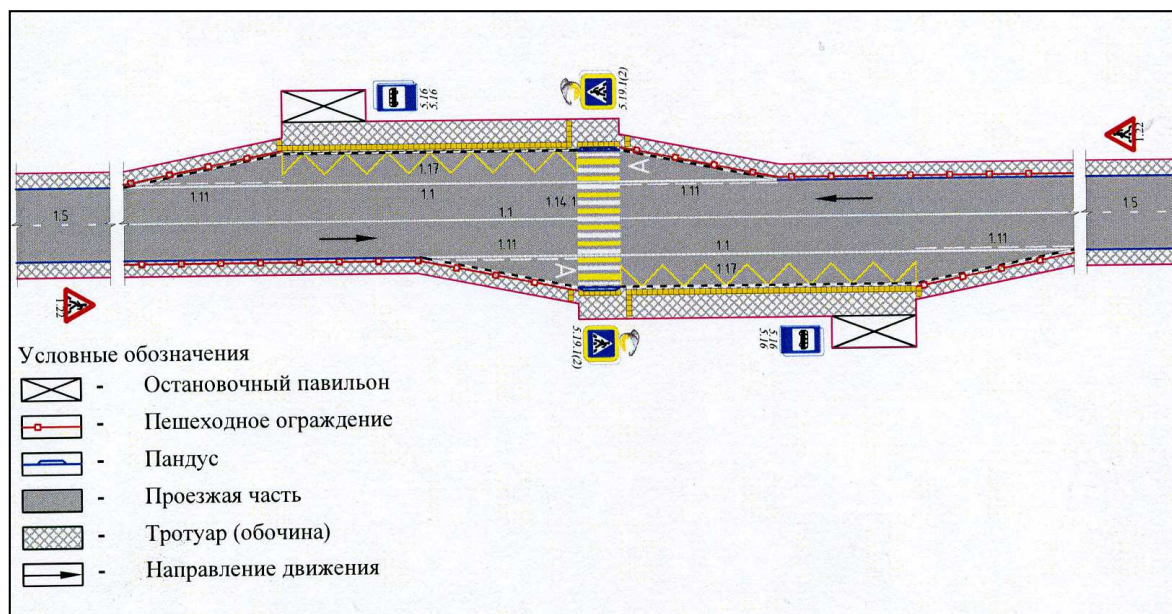


Рис. 17. Рекомендуемое обустройство остановок общественного транспорта

Литература

1. ОДМ 218.4.005-2010. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. М.: ФДА, 2011.
2. ГОСТ Р 52290-2004 Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования (с Изменениями № 1, 2)

УДК 656

Владимир Леонидович Швецов, ген. директор
(ООО «А+С Транспроект»)
Андрей Николаевич Бурмистров, канд. экон. наук,
доцент
(СПбПУ, ЗАО «Решение»)
Всеволод Петрович Морозов, канд. экон. наук,
руководитель проектов
(ООО «А+С Транспроект»)
E-mail: Wladimir.Schwetsov@apluss.ru,
isar@mail.ru, Vsevolod.Morozov@apluss.ru

Vladimir L. Schwetsov, CEO
(LLC «A+S Transproekt»)
Andrey N. Burmistrov, PhD in Economics,
associate professor
(SPbPU, Decision Inc.)
Vsevolod P. Morozov, PhD in Economics,
project manager
(LLC «A+S Transproekt»)
E-mail: Wladimir.Schwetsov@apluss.ru,
isar@mail.ru, Vsevolod.Morozov@apluss.ru

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ В РОССИЙСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ: ПРИГЛАШЕНИЕ К ДИСКУССИИ

STAGES OF MODERNIZATION AN EFFECTIVE TRANSPORT MANAGEMENT SYSTEM IN RUSSIAN AGGLOMERATIONS: INVITATION TO DISCUSSION

В статье представлен перечень основных проблем, характерных для системы управления транспортом в России. Приведена характеристика барьеров, препятствующих реализации инфраструктурных проектов, указаны возможности преодоления этих барьеров. Предложен подход для формирования эффективной системы управления транспортом, включающий такие компоненты, как формирование «общего языка», использование «законов систем» и технологии системного проектирования. Подчеркнута важность первого этапа, включающего осмысление и формулирование ценностей, разделяемых всеми участниками. Обоснована необходимость последовательного согласования интересов участников: от формирования общей идеологии в части развития транспортной системы, до целей и общего концептуального проекта, гарантирующего достижение этих целей.

Ключевые слова: система управления транспортом, агломерация, законы систем, устойчивое развитие, мобильность, идеология, ценности.

In this article are presented main problems typical for the transport management system in Russia. The characteristics of the barriers hampering the infrastructure projects' implementation are described, the possibilities for overcoming these barriers are indicated. An approach is proposed for the modernization of transport management systems, including such components as the formation of a «common language», the use of «systems laws» and implementing of systems engineering methods. The importance of the first stage, including the comprehension and formulation of shared values by all participants, was emphasized. The necessity of consistent coordination of the participants' interests in the transport system' development is presented: from the definition of shared values to shared goals (ideology) and to the general conceptual project guaranteeing the achievement of these goals.

Keywords: transport management system, agglomeration, systems laws, sustainable development, mobility, ideology, values.

Цель статьи – начать широкую общественную дискуссию среди экспертов и всех заинтересованных лиц о том, что является самым важным в создании систем управления транспортом. В статье представлены взгляды не политика, не чиновника, а технолога, который на протяжении последних 12 лет получил богатый опыт создания систем поддержки принятия решений на базе транспортных моделей для городов и регионов Российской Федерации и который отвечает за качество внедрения новых технологий.

С начала 2000-х годов мы все являемся свидетелями и участниками процесса формирования нового технологического уклада, основой которого является повсеместное внедрение информационных технологий и возникающих в связи с этим новых методов управления целыми отраслями, в том числе и транспортом.

Повсеместное появление интернета вещей должно достичь пика развития в ближайшем будущем. При этом каждая вещь становится объектом удаленного управления и связана с различными другими вещами (*Car2X, Car2Car*) а также такой феномен как «уберизация» экономики, когда единое информационное пространство делает ненужными значительное число посреднических организаций. Отметим, что данный процесс способствует более тесному взаимопроникновению технологий в смежных отраслях – транспорту и связи. Так, предварительные спецификации подразумевают, что инфраструктура телекоммуникационных сетей 5G должна поддерживать минимум 1 миллион подключенных устройств на площади в один квадратный километр, включая транспортные средства, парковочные слоты и светофоры.

Этот процесс оказывает непосредственное влияние на изменение транспортного поведения людей и деятельность предприятий. Ключевым вопросом в сфере транспорта становится развитие методов моделирования потоков людей и грузов, позволяющих агрегировать и предсказывать поведение огромных масс населения и предприятий, на основе анализа больших массивов данных – Big Data (в качестве примера можно привести данные сотовых операторов). По сути, развитые страны стоят на пороге смены парадигмы поведенческой модели, и очень важным является создание достоверных прогнозов развития новых концепций перемещений людей, таких как «мобильность как сервис» и многое другое.

Появление новых технологий, которые приводят к смене технологического уклада, требует применения новых подходов и изменения сложившихся методов управления. В нашей стране, пережившей не самые простые трансформации этот вопрос стоит особенно остро в связи с тем, что попытка законсервировать текущее положение в условиях нарастающего внешнего давления неизбежно приведет к проблемам в осуществлении экономического роста, а, следовательно, к серьезной потере конкурентоспособности России в мировой экономике.

Наиболее адекватным ответом на это, как подсказывает исторический опыт нашей страны, является постановка задачи интенсивного развития (совершенствования, модернизации) и мобилизации всех имеющихся ресурсов. Разумно, что первое, с чего надо начинать совершенствование системы – с определения целей и формирования системы управления.

Сейчас на повестке дня – задача модернизации системы управления транспортом **в агломерациях**, обусловленная как сменой социально-политического строя, так и наступлением нового технологического уклада. Данная задача в России за последние 30 лет практически не решалась, но сейчас актуальность её решения признана на федеральном уровне путем принятия Приоритетного проекта «Безопасные и качественные дороги» (Проект БКД, см. [1]), который продлится до 2025 года и охватывает 36 российских агломераций с населением более 500 тыс. человек. Этот проект стартовал в ноябре 2016 и предполагает объем финансирования в 540 млрд рублей.

Изменения неизбежны, вопрос только в том, как сделать их наименее болезненными и полезными для системы в целом. Для этого рассмотрим трудности, с которыми сталкиваются в реальности любые концепции и планы, а также возможности их преодоления.

В общем случае зарубежные эксперты выделяют 4 вида барьеров при реализации инфраструктурных проектов:

- технологические барьеры;
- политические и культурные барьеры;
- правовые и институциональные барьеры;
- финансовые барьеры. [2]

Рассмотрим эти барьеры подробнее и проанализируем, как они соотносятся с наблюдаемой нами действительностью.

Технологические барьеры, на наш взгляд, преодолены практически во всех направлениях развития транспортной инфраструктуры. По сути, можно говорить о том, что «технологии» обогнали человека, и их применение и дальнейшее развитие ограничивается теми же барьерами, что и развитие всей системы в целом. Подобная миграция обусловлена как раз цифровизацией отраслей – цифровые технологии уже перешли в другое качественное состояние, когда они являются не барьером для создания систем, а неотъемлемой их частью.

Политические и культурные барьеры являются одними из самых сложных, но как показывает успешный опыт внедрения идеи сбора платы за проезд по автомобильным дорогам, несмотря на весь скепсис, или успешный пример внедрения платных парковок в Москве, можно с уверенностью сказать, что эти барьеры вполне преодолеваемы, хотя и не везде с одинаковой скоростью. В то же время, в ряде случаев данные барьеры пока практически непреодолимы, так как новый технологический уклад может оставить без работы значительную часть населения. Это связано с тем, что появление автоматических транспортных средств вместе с ростом безопасности, неминуемо приведет к появлению проблемы – снижения числа рабочих мест не только в транспортной отрасли (водители, механики), но и в обслуживающих её отраслях – банковской, страховой, сфере обслуживания (АЗС, СТО, кафе). Как решать данную проблему, пока никто не знает.

Правовые и институциональные барьеры в значительной части осознаны и по нашей информации ведется активнейшая работа по модернизации законодательства в сфере управления транспортом. В частности, Федеральным законом от 29 декабря 2014 г. № 456-ФЗ в Градостроительный кодекс были внесены поправки, установившие требование по разработке Программ комплексного развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ) поселениями и городскими округами. Регламент разработки ПКРТИ был установлен несколько позднее с принятием Постановления Правительства РФ от 25 декабря 2015 г. № 1440. Также был утвержден Приказ Минтранса России от 17.03.2015 №43 «Об утверждении Правил подготовки проектов и схем организации дорожного движения», регламентирующий разработку соответствующих документов.

Конечно, существует еще огромный пласт нерешенных проблем, связанный именно с новейшими технологиями, в первую очередь – распределение ответственности и рисков (кто будет являться виновником ДТП, если его причиной будет являться автономное транспортное средство – владелец или производитель? Кого спасать в случае неминуемой аварии – пешехода или пассажира?). Однако эти проблемы постепенно решаются (см. [3]) и их рассмотрение выходит за рамки данной статьи.

Финансовые барьеры являются, пожалуй, самыми актуальными для российских городов и агломераций. Во-первых, при использовании уже имеющихся средств, следует уделять больше ресурсов этапам планирования, так как это позволит существенно снизить затраты на этапе реализации (об этом будет сказано ниже). Безусловно важной составляющей является и контроль расходования выделенных денежных средств.

Кроме того, для финансирования проектов транспортного развития доступны в настоящее время для городов и агломераций доступны два источника финансирования:

- бюджетные средства, которые зависят от ряда факторов, в первую очередь от развития экономики региона.
- внебюджетные, в первую очередь, инвестиционные средства.

Можно сказать, что мы наблюдаем сейчас в России «парад проектов государственно-частного партнерства», в первую очередь в области инфраструктурных проектов. Мы, как профессиональные транспортные консультанты, видим ряд организаций и проектов, где речь идет об инвестировании в новые дороги на основе взимания платы, новые системы рельсового транспорта, транспортно-пересадочные узлы, автоматизированные системы управлением движения и прочие «умные и безопасные города». Только на ПМЭФ-2017 было подписано несколько подобных договоров, включая договор о строительстве широтной скоростной магистрали с мостом через Неву в створе улиц Фаянсовой и Зольной и соглашение о строительстве платных ж/д переездов. И подобных проектов становится с каждым годом всё больше.

Кроме того, мы видим, что в нашей стране, несмотря на **ряд положительных тенденций** (в первую очередь это рост внимания к транспортной проблематике), сохраняются следующие проблемы:

- ряд решений принимается на основе заимствования иностранного опыта без учёта местной специфики;
- принятые решения (мероприятия) многократно меняются на этапе реализации;
- все программы и стратегии распадаются на локальные мероприятия по отдельным направлениям работы;
- возможности новых технологий используются не в полном объеме, а наступающее будущее требует реагирования;
- созданные транспортные модели (системы поддержки принятия решений для руководства территорий) используются только в 40–60 % случаев, а в остальных случаях сохраняется позиция «это пустая теория, а мы практики».

Помимо конкретных примеров, где ресурсы используются не самым эффективным способом, можно сформулировать ряд дисбалансов. Без их осмысления и преодоления негативные явления будут только нарастать. На наш взгляд, наиболее общие и критические дисбалансы системы управления транспортом в России:

1. Между краткосрочными и долгосрочными целями. Для кого мы живем, для себя или будущих поколений? Ответ на этот вопрос каждый дает себе сам, но в нашей ситуации, транспортная инфраструктура и использование территорий явно не вопрос одного дня, одного года или одного избирательного цикла. На практике, как мы видим, происходит по-разному, особенно в городах, где вопрос концептуального транспортного планирования стоит особенно остро. При этом, нужно делать акценты именно на практическое решение данных задач, так как формально в сторону устойчивого развития, которое подразумевает как раз удовлетворение потребностей настоящего поколения без угрозы удовлетворения потребностей будущих поколений, Россия движется уже более 20 лет – 1 апреля 1996 г. Президентом РФ был подписан указ № 440 об утверждении Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию, а также необходимости учёта ее положений при разработке нормативных правовых актов.

2. Между удовлетворением потребностей различных заинтересованных групп. Под различными группами следует понимать, как отдельные заинтересованные стороны (так называемые «стейкхолдеры») транспортной системы, например, жителей и застройщиков

или государство и инвесторов, так и различные ведомства в системе управления, например, Министерство транспорта и Министерство финансов.

3. Между осуществлением отдельных мероприятий и улучшением системы в целом. Очень сложно развивать систему в целом, составляя списки мероприятий по отдельным направлениям (выделенные полосы, АСУДД, велоинфраструктура, безопасность движения и прочее), когда целое четко не сформулировано и представляется зачастую весьма туманным. Одному этому может быть посвящено множество статей по итогам наблюдения за разработкой проектов Генерального планирования, проектов комплектного развития транспортной инфраструктуры, комплексных транспортных схем и подобных документов.

Указанные дисбалансы являются ключевыми ограничениями. Чтобы добиться улучшений в сложной задаче, нужно опираться на научно обоснованную технологию, которая опирается на четкие определения, законы развития систем, общие цели и технологию работ всех участников. Ее использование, позволит, в том числе, повысить отдачу от инвестиций в создание систем.

Поэтому для решения новой сложной задачи «Создание эффективной системы управления транспортом в российских агломерациях» мы предлагаем следующее:

1. Формирование «общего языка». Например, в Приоритетном проекте БКД нет определения термина «агломерация». Для начала дискуссии предложим своё рабочее (не-строгое) определение этого термина: «городская агломерация – это территория с устойчивыми транспортными и культурными связями, динамически меняющимися в зависимости от уровня развития той или иной транспортной инфраструктуры».

Также нужно зафиксировать и другие определения. Например, что такое «система управления транспортом», «эффективное управление транспортом». А может быть, следует рассматривать управление не «транспортом», а управление «транспортной мобильностью»²⁰ (Понимая транспортную мобильность в общем смысле, для удовлетворения потребностей и населения, и организаций – предприятий, органов государственной власти, вооруженных сил и спецслужб и т. д.)

2. Использование «законов систем», в частности, следующего: «исправление ошибок на каждой следующей стадии жизненного цикла обходится в разы дороже, чем на предыдущей». Для оценки экономической эффективности именно подобного подхода целесообразно опираться на следующие сведения.

По данным *INCOSE*²¹, 8 % затрат на внедрение системной инженерии дают выигрыш в 20 % стоимости проектов, и на 50 % увеличивают вероятность окончания проекта в срок. Это достигается через введение общего языка, описывающего проект и сознательный сдвиг усилий на ранние стадии проекта, где цена ошибки экспоненциально меньше (табл. 1).

Таблица 1

Стоимость исправления ошибок на разных стадиях жизненного цикла сложных систем (данные *INCOSE*)

Стадия обнаружения ошибки	Коэффициент стоимости ошибки
Замысел	х 1 (единица отсчета)
Проектирование (разработка)	х 5
Создание (производство/изготовление, строительство и т. п.)	х 12
Ввод в эксплуатацию	х 40
Функционирование (применение, использование)	х 250

²⁰ Транспортная мобильность – это процесс безопасного, комфортного, быстрого, доступного и экономически целесообразного перемещения человека или группы людей, с использованием одного или нескольких видов транспорта (Д. Коган, к.э.н., доцент кафедры «Техносферная безопасность» МАДИ). см. [4]. Примечание авторов – это определение касается только пассажирских перевозок и нуждается в доработке для учета потребностей населения и предприятий в перемещении не только людей, но и грузов.

²¹ The International Council on Systems Engineering (INCOSE) is a not-for-profit membership organization founded to develop and disseminate the interdisciplinary principles and practices that enable the realization of successful systems. <http://www.incose.org/about>.

Этот закон проиллюстрирован на рис. 1, где по горизонтальной оси указаны стадии жизненного цикла системы, а по вертикальной оси – стоимость исправления ошибок.

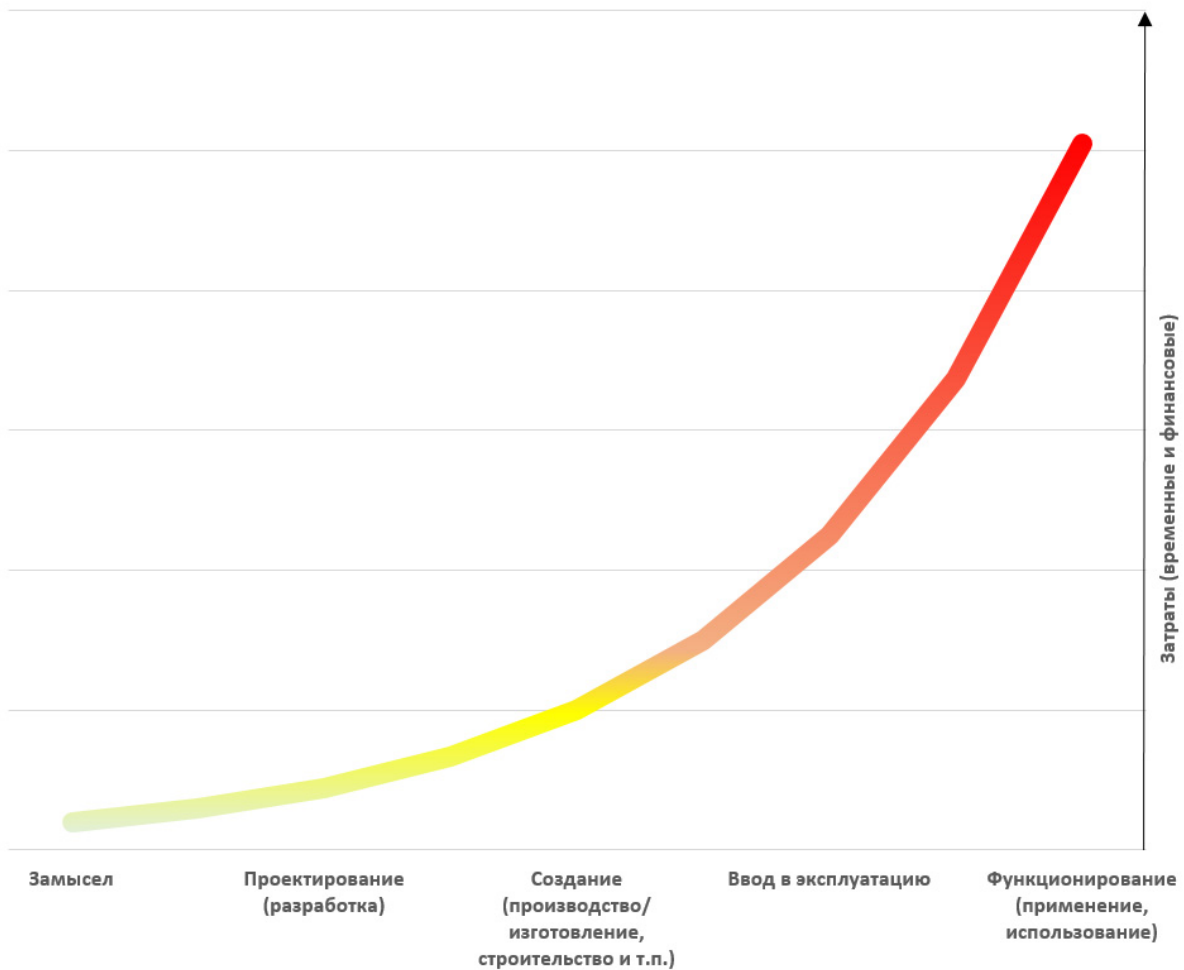


Рис. 1. Зависимость стоимости исправления ошибок от стадии жизненного цикла системы

Иными словами, вложения в начальные стадии создания систем многократно окупаются путем экономии на последующих стадиях – в частности, за счет снижения количества изменений в уже построенные объекты, сокращения сроков ввода в эксплуатацию и т. д.

Так как государство и общество уже находятся на этапе использования существующей системы управления, которая уже функционирует, новый виток (её модернизацию²²) требуется начинать с формирования её идеологии и концепции. Это первый и самый важный этап формирования эффективной системы управления.

3. Использовать технологию системного проектирования, представленную, в частности, в международном стандарте ИСО 15288 [5], воплощенной в концепции устойчивого развития ООН и т. д. (см., например, [6])

Согласно этой технологии, создание или изменение (модернизация) систем управления транспорта (транспортной мобильностью) в агломерациях должна пройти через стадии, указанные в табл. 1, причем ключевой стадией является первая стадия «Замысел» (предпроектная стадия), важнейшими этапами которой являются следующие:

1. **Формирование требований** (определение целей).
2. **Разработка концепции системы** (способов гарантированного выполнения требований).

²² Именно модернизацию, так как российский опыт показал, что на мире, разрушенном до основания, новый мир строить очень долго и тяжело.

Остановимся подробнее на самом важном этапе – Формирование требований к создаваемой системе. Важнейшая задача на этом этапе – согласование целей основных или всех заинтересованных сторон. Именно такое согласование является необходимым условием преодоления системных дисбалансов, указанных выше и залогом успеха создания системы в целом.

Поэтому **первым этапом** выхода на новый виток формирования эффективной системы управления транспортом в России является переосмысление и концептуальное согласование интересов всех участников процесса. На практике это весьма непростой, но необходимый процесс. Конечно, речь не идет об учете отдельного мнения каждого индивида, но об учёте групп интересов. Следует отметить, что все руководства по транспортному планированию и проектированию говорят о том, что ключевым фактором достижения успеха является наличие договоренностей между всеми участниками процесса перед началом его реализации [7, 8]. Собственно, баланс интересов является первым и жизненно необходимым условием развития.

Так как интересы разных сторон различны, но для достижения общего успеха необходимо добиться баланса интересов, то сразу возникает логичный вопрос вокруг какой идеи будем договариваться, что будет являться общим для всех? И здесь мы неизбежно приходим к необходимости использования такого понятия, как «идеология».

Практический смысл идеологии – выполнять роль исходных принципов (ограничений) для реальной деятельности, приносящей реальные, осязаемые всеми результаты. Поясним подробнее: основой любой идеологии являются ценности. Если ценности общества устойчивы, то устойчива её идеология, то устойчиво развитие общества. Именно устойчивое развитие стало по сути той идеологией, которую проводит в жизнь ООН, подбрав, правда несколько менее тенденциозную формулировку – руководящий принцип²³.

Базовая ценность, которую разделяют практически все разумные люди нашей планеты – это жизнь, и её воспроизводство. Воспроизводство жизни диалектически состоит из воспроизводства собственно населения (в традиционном обществе данную функцию выполняет такой социальный институт, как семья), и воспроизводства средств производства, которые являются необходимым условием для цивилизационного развития, которые в нашей текущей интерпретации можно обозначить термином «экономика», или, предельно упрощая, «бизнес».

Получается, что в самой основе мы имеем население и экономику (предприятия, инвесторы и т. д.) как базовые ценности любой территории, которые взаимно влияют и поддерживают друг друга. Именно в таком ключе и следует подходить к решению транспортных задач территории, что отражено в программах развития транспорта, однако далеко не всегда соблюдается в реальности.

Вопросы устойчивого развития, в том числе создания устойчивых транспортных систем очень важны для нашей страны. Для населения важны следующие ценности, которые мы должны учитывать в проектах транспортного планирования территорий: здоровье, достаток/изобилие, возможности персонального развития (измеряемое через объем свободного времени), безопасность и многое другое. Для нас, транспортных инженеров, это означает, что проекты и мероприятия по развитию транспортной инфраструктуры должны быть оценены и ранжированы по системе показателей, которая соответствует этим ценностям.

Безусловно, достичь взаимопонимания по ценностям, особенно так, чтобы оно стало основой для проектирования системы, разным заинтересованным сторонам очень сложно. Поэтому можно предложить постепенное приближение к формированию общих ценностей.

²³ Концепция устойчивого развития ... стала руководящим принципом для долгосрочного глобального развития. Устойчивое развитие предполагает достижение трех основополагающих целей: экономического и социального прогресса и охраны окружающей среды (<http://www.un.org/ru/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>).

Например, сначала определить общий перечень заинтересованных сторон и способ их представительства при формировании требований. Затем договориться об общих ценностях на уровне понятий, например, сформировав их перечень: «здоровье», «безопасность», «сохранение окружающей среды» и т. д. Затем перейти к определению показателей, которые позволят измерять уровень достижения этих ценностей. И далее, договорившись о самих показателях, договариваться о значениях этих показателей – желаемых, предельно допустимых и т. п., а также о сроках их достижения. Именно так происходит переход от ценностей к целям.

В качестве примера можно привести следующую упрощенную систему показателей для заинтересованной стороны «Население» (Семья и Люди, табл. 2).

Таблица 2

Ценности и показатели для заинтересованной стороны «Население»

Ценность	Показатель
Здоровье (проявляется как « Экологичность транспортной системы »)	<ul style="list-style-type: none"> • Объем выбросов CO₂ • ...
Безопасность	<ul style="list-style-type: none"> • Количество ДТП на 1000 человек • Доля ДТП с летальным исходом • ...
Свободное время	<ul style="list-style-type: none"> • Время реализации базовых корреспонденций на различных видах транспорта (индивидуальном и общественном) • Время задержек в узлах транспортной сети • Время ожидания общественного транспорта • ...
Достаток / избыток (проявляется как Производительность труда, на которую влияет время, затрачиваемое на перемещение, привлекательность территории, на которой люди живут и работают и т. п.)	<ul style="list-style-type: none"> • Уровень доходов на человека на данной территории, • Индекс роста доходов, • Стоимость времени для различных групп населения выраженная в рублях, • ...

Аналогично можно предложить систему показателей для «бизнеса». Для любой коммерческой организации базовой ценностью является прибыль²⁴. На прибыль влияет множество факторов, в том числе производительность труда, снижение издержек, успешность инвестиций. Для транспортного инженера эти свойства превращаются в следующую систему показателей (табл. 3).

Таким образом, договариваясь об общих ценностях и их ключевых свойствах, мы получаем систему показателей, которая позволяет сформулировать общий образ будущего, и которая даёт возможность отбора и ранжирования конкретных мероприятий по развитию транспортной инфраструктуры.

Безусловно, это не исчерпывающий список ценностей и показателей, это всего лишь иллюстрация разумного подхода, который позволяет системно и адекватно взглянуть на цели и задачи транспортного планирования, как одного из этапов формирования эффективной системы управления транспортом, в том числе в агломерациях. На этом и на последующих этапах создания системы управления мы не будем здесь останавливаться. О важности этого и других этапов, о технологиях их реализации написаны целые учебники. Однако, во всех них указано, что вначале нужно определить цель – какой город, регион, страну вы видите в будущем? Не имея конечной цели, составить план её достижения невозможно. Именно поэтому мы акцентируем внимание на первой стадии создания системы – на ее целях (значениях показателей), которые логически вытекают из ценностей.

²⁴ Современные концепции о социальной ответственности бизнеса работают только в условиях очень жесткого общественного контроля, что подтверждают многочисленные скандалы, связанные с использованием детского труда, загрязнения окружающей среды и т. п. в странах «третьего» мира, в которых замешаны компании, позиционирующие себя в развитых странах как социально-ответственные

Ценности и показатели для заинтересованной стороны «Бизнес»

Ценность	Показатель
Производительность труда: <ul style="list-style-type: none"> • Здоровье работников (проявляется как «Экологичность транспортной системы») • Безопасность работников • Снижение потерь времени работников • ... 	Те же показатели, что и для «Населения»: <ul style="list-style-type: none"> • Объем выбросов CO₂ • Количество ДТП на 1000 человек и т. д. • Время реализации базовых корреспонденций на различных видах транспорта • ...
Снижение издержек (для функционирующих предприятий)	<ul style="list-style-type: none"> • Время перемещения грузов • Издержки на перемещение грузов • ...
Успешность инвестиций в создание производств, в том числе: хорошая транспортная доступность для работников	<ul style="list-style-type: none"> • Количество видов доступного транспорта • Количество парковочных мест • ...
и т. д.	...

В заключение подчеркнем следующее:

1. **Надо использовать шанс сделать качественный скачок в развитии транспортных систем всех крупных агломераций в рамках Приоритетного проекта «Безопасные и качественные дороги».** Самое примечательное в этом проекте – это то, что впервые в новейшей истории России реконструкция дорог и инфраструктуры четко увязана с управлением транспортными потоками, нормативной базой и интеллектуальными сервисами для населения. Для обеспечения успешной реализации данного проекта в рамках БКД также разрабатывается методические указания, такие как Методические рекомендации по разработке программ комплексного развития транспортной инфраструктуры крупнейших городских агломераций в рамках приоритетного направления стратегического развития Российской Федерации «Безопасные и качественные дороги», Методические рекомендации по подготовке паспорта программы и др. Впервые за последние 25 лет предусматривается реализация столь масштабного комплексного проекта, который предусматривает формирование как теоретических основ, так и практических действий на их осуществления. Надо использовать эту возможность наилучшим образом.

2. **Финансирование на модернизацию систем управления транспортом** в российских агломерациях и для управления транспортными комплексами других территорий, **найти можно.** Это не только бюджетные средства, но и средства, которые можно привлечь по проектам государственно-частного партнерства, а также средства, сэкономленные за счет более эффективного использования имеющихся ресурсов (см. следующий пункт).

3. **Ключевая роль в любом начинании принадлежит согласованию интересов участников, на основе которого формируются цели создаваемых систем.** Для этого должна разрабатываться общая идеология и на её базе – цели и концепция системы. Это первый и самый важный этап, времени и ресурсов на который обычно жалеют. При этом инвестиции в разработку целей и концепций многokrатно окупаются снижением общих затрат на создание системы и на её функционирование! Инвестируя время и другие ресурсы в разработку концепции, в проектирование систем, в анализ и планирование, можно добиться более быстрого и успешного создания, более качественного функционирования, снижения общей стоимости создания и эксплуатации систем.

Приглашаем всех заинтересованных лиц к обсуждению вопросов затронутых в данной статье на площадках Ассоциации транспортных инженеров (www.traffic-ing.ru).

Литература

1. Паспорт приоритетного проекта «Безопасные и качественные дороги» (утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 21 ноября 2016 г. № 10. <http://government.ru/media/files/5EgAG7vBB8Y9iKqkhPBaGzh7dAml5Hhz.pdf> (дата обращения: 19.05.2017).
2. Decision Makers' Guidebook, Procedures for Recommending Optimal Sustainable Planning of European City Transport Systems, 2003.
3. Раздел 1.5. Перспективы внедрения автономных транспортных средств / Тематический обзор Ассоциации транспортных инженеров: перспективная мобильность и автомобили будущего, вып. № 1/2017. – СПб.: ООО «Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2017. – 48 с., с.13-16.
4. Коган Д. НОМО МОБИЛИС – ЧЕЛОВЕК МОБИЛЬНЫЙ // Автомобильный транспорт, № 1 / 2016 г. с.32-37. <http://eco-madi.ru/sites/default/files/32-37.pdf>. (дата обращения: 19.05.2017)
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005. Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.
6. Перепроектирование Парижа и его окружающей среды. Раздел в книге Акофф Рассел Л., Магидсон Джейсон, Эддисон Герберт Дж. Идеализированное проектирование: Как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Пер. с англ. – Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2007. – 320 с. С.149-152.
7. Планирование устойчивых городов: направления стратегии. Глобальный доклад о населенных пунктах 2009. Сокращенная версия, ООН-Хабитат. <http://mirror.unhabitat.org/pmss/getElectronicVersion.aspx?pr=3285&alt=1>. (дата обращения: 19.05.2017).
8. HiTrans 2005 Best practice guide 2. Public transport – Planning the networks. www.civitas.no/assets/hi-trans2publictransportplanningthe-networks.pdf. (дата обращения: 19.05.2017).

УДК 656.02

Владимир Дмитриевич Шепелёв, студент магистратуры

Александр Викторович Клецов, студент магистратуры

Кристина Эдвардовна Герль, студентка магистратуры

(Южно-Уральский государственный университет)

E-mail: info_at@mail.ru, alexandr_kletsov@mail.ru, krestik9841@mail.ru

Vladimir D. Shepelev, a master's degree student

Alexander V. Kletsov, a master's degree student

Kristina E. Gerl, master's degree student

(South Ural State University)

E-mail: info_at@mail.ru, alexandr_kletsov@mail.ru, krestik9841@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТА И ПОГРУЗОЧНЫХ СРЕДСТВ

INCREASE IN EFFICIENCY OF FUNCTIONING OF TRANSPORT AND LOADING MEANS

Снижение издержек в транспортно-логистическом обеспечении является приоритетным направлением в вопросе снижения себестоимости продукции. При моделировании грузовых перевозок автомобильным транспортом необходимо учитывать показатели работы подвижного состава и погрузочно-разгрузочных механизмов и их взаимодействия. Одним из резервов снижения затрат на транспортно-логистические операции является снижение взаимообусловленных простоев подвижного состава и погрузочно-разгрузочных механизмов. В работе проведены теоретические исследования процесса погрузки с учетом неравномерности прибытия транспортных средств. Разработана математическая модель расчета количества погрузочных средств (ПС) с учетом вероятностного прибытия грузовых автомобилей и партионности грузов. На основе критерия минимума затрат обосновано оптимальное количество погрузочных средств с учетом плана отгрузки, количества и показателей работы грузового транспорта.

Ключевые слова: эффективность, погрузочные средства, транспортная система, модуль, отправка груза, module, cargo shipment.

Decrease in expenses in transport and logistic providing is the priority direction in a question of decrease in product cost. When modeling freight transportation by the motor transport it is necessary to consider economic efficiency of operation of the rolling stock, and also expediency of his use. One of reserves of decrease in costs of transport and logistic operations is optimization. Transportation process, namely change of economic indicators with change of various characteristics of the transported freight, such as number of modules, amount of sending and other is considered by authors. In work the mathematical model of calculation of optimum quantity of loading means for decrease in expenses is presented. The accounting of the submitted data promotes the most effective use of the rolling stock at the enterprise.

Keywords: efficiency, loading means, transport system, module, shipment.

Одной из задач при организации перевозочного процесса на крупных складских терминалах, является организация своевременной погрузки прибывающего грузового транспорта с минимальными издержками. Решение задачи по эффективному взаимодействию погрузочных и транспортных средств (ТС) позволит: во-первых, снизить затраты на погрузочно-разгрузочные операции, во-вторых снизить простои грузового транспорта, что предоставит задействовать меньшее количество ресурсов (финансовых, трудовых, материально-технических).

Теоретические основы повышения эффективности работы транспортных систем детально исследованы в работах авторов [1, 2, 5]. В данных источниках подробно рассмотрена актуальность данной проблемы, а также освещены основные факторы, влияющие на эффективность работы подвижного состава.

Вопросы оптимизации процесса организации и доставки грузов рассмотрены в научных работах [1, 3]. Исследованы подходы повышения эффективности функционирования транспортной системы регионов Российской Федерации на примере межтерминальных сообщений. При решении поставленных задач в данной области рассматриваются вопросы сокращения времени простоя транспортных средств под погрузкой-разгрузкой.

Проведенный анализ современных научных трудов показывает, что авторами данных работ в полной мере не учтены вероятностный характер прибытия транспортных средств под погрузку, а также объемно-массовые характеристики грузов.

Целью данной работы является определение оптимального количества ПС для вывоза заданного объема готовой продукции с минимальными издержками.

Математическая основа задачи оптимизации транспортно-логистического комплекса сводится к минимизации затрат для осуществления погрузочно-разгрузочных работ. Для достижения этой цели необходимо сократить непроизводительные простои ПС и ТС с учетом неравномерности прибытия ТС под погрузку. Для решения данной задачи была построена математическая модель, отражающая сумму затрат при простоях подвижного состава и ПС. В качестве единицы грузовой партии может принято понятие (грузовой модуль (ГМ)) в составе партии упакованного товара с размещением на стандартном европоддоне размером 1200×800×145 (Европейский стандарт UIC 435–2, Российский стандарт по ГОСТ 9078–84 «Поддоны плоские. Общие технические условия»), устанавливаемые в один ярус в кузове транспортного средства. Средняя масса одного паллета для грузов предприятий пищевой отрасли составляет 0,5 т. Объем ГМ одним ТС зависит от количества размещенных на нем паллет. На основе данных крупного кондитерского предприятия ГМ были разделены на три основные группы 4, 14 и 32 паллета.

На основе теории массового обслуживания, определяем время простоя ТС в очереди под погрузкой, времени движения и времени под разгрузкой.

Оптимальное количество ПС определяется установлением минимальных суммарных затрат.

$$Z_{\text{сум}} = Z_{\text{а/м}} + Z_{\text{прм}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $Z_{\text{а/м}}$ – затраты на простои грузовых автомобилей; $Z_{\text{прм}}$ – затраты на резерв погрузочно-разгрузочных механизмов.

$$Z_{\text{а/м}} = D_p \cdot t_{\text{ож}} \cdot A \cdot C_{\text{а/м}} \quad (2)$$

D_p – количество рабочих дней в году; $t_{\text{ож}}$ – время ожидания погрузки автомобилем; A – количество автомобилей; $C_{\text{а/м}}$ – стоимость одного часа простоя автомобиля.

$$Z_{\text{прм}} = t_{\text{см}} \cdot D_p \cdot \left(N - \frac{N \cdot \lambda}{\mu} \right) \cdot C_{\text{прм}} \quad (3)$$

$t_{\text{см}}$ – длительность смены, час; N – количество погрузочно-разгрузочных средств; λ – интенсивность прибытия грузового автотранспорта на погрузку; μ – интенсивность потока обслуживания; $C_{\text{прм}}$ – стоимость одного часа простоя погрузочно-разгрузочного механизма.

$$\lambda = \frac{1}{t_p} \quad (4)$$

t_p – время рейса автомобиля, час.

$$\mu = \frac{1}{t_3} \quad (5)$$

t_3 – время загрузки автомобиля, час.

$$t_z = M_d \cdot t_{\Pi} \quad (6)$$

M_d – количество загружаемых грузовых модулей; t_{Π} – время погрузки одного грузового модуля, час.

На рисунках представлены результаты расчетов оптимального количества ПС с учетом загрузки грузовых модулей, и числа плановых отгрузок. На рис. 1–3 приведены графики расчетов годовых затрат автотранспорта на осуществление городских перевозок, в зависимости от количества обслуживаемых требований за смену.

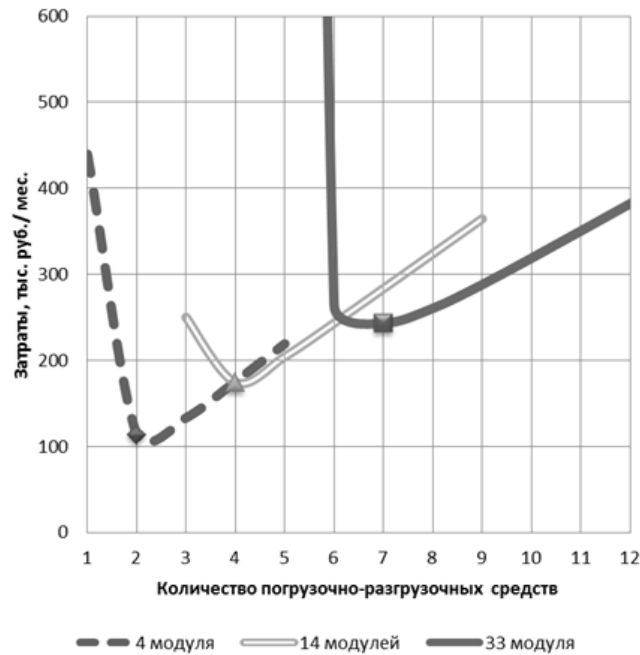


Рис. 1. График изменения затрат на погрузочно-разгрузочные операции при обслуживании 20 требований

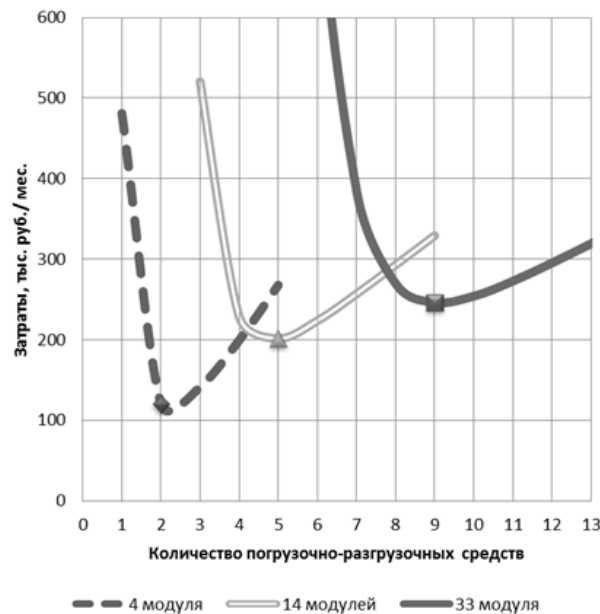


Рис. 2. График изменения затрат на погрузочно-разгрузочные операции при обслуживании 30 требований

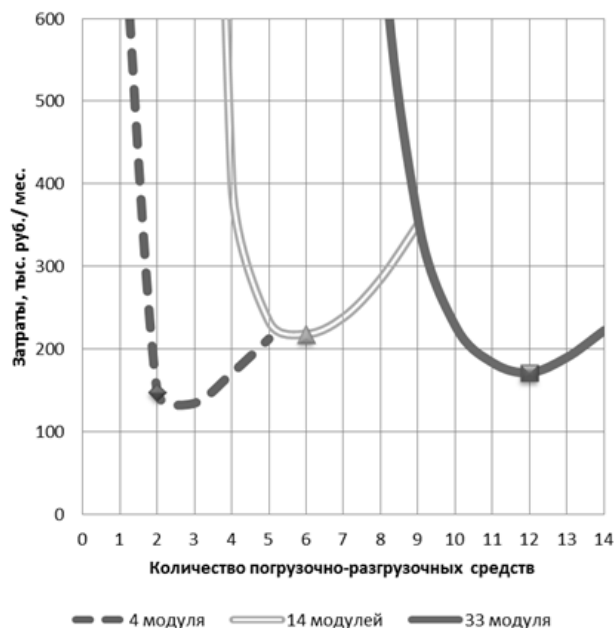


Рис. 3. График изменения затрат на погрузочно-разгрузочные операции при обслуживании 40 требований

Таким образом, с целью оптимизации процесса взаимодействия ПС и ТС разработана экономико-математическая модель на основе критерия минимума затрат. Применение данной математической модели позволяет отобразить дискретный характер процесса перевозки груза, с учетом неравномерности прибытия грузового автомобильного транспорта под погрузку. Представленная методика позволяет организовать процесс погрузки с минимальными затратами, повысить эффективность использования ПС и ТС на 15-20 %.

Литература

1. Глемба К. В. Оптимизация объемов партий поставок грузов и параметров работы погрузочно-разгрузочных комплексов транзитных терминалов в межтерминальных сообщениях/ К. В. Глемба, З. В. Альметова // АПК России, 2015. Т. 73. – С. 82-88.
2. Шепелёв В.Д. Повышение эффективности подвижного состава с помощью спутниковых систем мониторинга /В.Д. Шепелёв, Т.А. Александрова, К.Э. Герль//Экономика и управление: проблемы, тенденции, перспективы развития: сб. мат. науч.-практич. конф./ЦНС «Интерактив плюс». – Чебоксары, 2015. – С. 306-309.
3. Ключин Ю. Ф. Методика оптимизации транспортно-производственного комплекса пивоваренного завода./ Ю. Ф. Ключин, Е. А. Роцин, И. И. Павлов, //Программные продукты и системы. -2008. -№ 4 – С. 39-43
4. Иванов А.С. Повышение эффективности погрузочно-разгрузочных работ/ А.С. Иванов // Вестник Государственного Аграрного Университета Северного Зауралья – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» (Тюмень), 2015. – С. 60-67
5. Думова, И.И. Инвестиции в человеческий капитал [Текст] / И.И. Думова, М.В. Колесникова // Со-временные аспекты регионального развития: сб. статей. – Иркутск, 2001. – С. 47-49.

УДК 625.45

Евгений Александрович Шестеров, канд. техн. наук,
доцент, декан ФИЭиГХ
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Evgeny Aleksandrovich Shestеров, Ph.D.,
Associate Professor, Dean
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

**АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МОСКОВСКОГО ПРОСПЕКТА
НА ПЕРЕСЕЧЕНИЯХ С МАГИСТРАЛЯМИ ОБЩЕГОРОДСКОГО ЗНАЧЕНИЯ**

**ANALYSIS OF THE CAPACITY OF THE MOSCOW PROSPECT ON CROSSINGS WITH
THE CROSSROADS OF THE CITY VALUE**

Приводится анализ статистических данных по уровню автомобилизации в Санкт-Петербурге и сравниваются результаты обследований интенсивности движения транспорта, проведенные автором в 1997 г., в 2005 г., в 2017 г. на пересечениях Московского проспекта с магистралями общегородского и районного значения. Проводится расчет пропускной способности транспортных узлов и дается анализ результатов расчета. На основании полученных данных приводятся выводы и рекомендации по повышению пропускной способности Московского проспекта Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, уровень автомобилизации, интенсивность движения транспорта, картограмма интенсивности движения транспорта в узлах, пропускная способность.

The analysis of statistical data on the level of motorization in St. Petersburg is given and the results of traffic intensity surveys carried out by the author in 1997, in 2005, in 2017 at the intersections of Moscow Avenue with thoroughfares of citywide and district importance are compared. Calculation of the throughput capacity of transport nodes is carried out and the analysis of the calculation results is given. On the basis of the data obtained, conclusions and recommendations on increasing the capacity of the Moscow Avenue of St. Petersburg are given.

Key words: street-road network, level of motorization, traffic intensity of the transport, cartogram of the traffic intensity in the nodes, throughput.

Анализ транспортных систем крупных и крупнейших городов показывает на непрерывный рост уровня автомобилизации. В условиях бурного роста уровня автомобилизации наиболее остро стоит проблема повышения пропускной способности магистральных улиц особенно в Центральных районах крупных и крупнейших городов.

Приведенная в табл. 1 статистика роста уровня автомобилизации городов и регионов России является подтверждением данной тенденции.

Таблица 1

Автомобилизация городов России (авто/1000 чел.) в 1970–2016 годы (данные рейтинга регионов России и Аналитического центра «АльфаСтрахование»)

Субъект РФ	1970	1985	1993	1997	2000	2002	2010	2013	2014	2016
Россия в целом	5,5	44,5	75,7	113,7	132,4	147,7	249,0	257	274	285
Приморский край	5,1	44,0	95,7	181,4	202,1	167,5	579,9	547	572	437
Камчатский край	4,4	45,1	105,9	140,1	165,7	215,4	428,3	452	458	472
Калужская область	4,7	42,4	67,0	94,6	114,0	125,5	346,6	321	344	342
Московская область	8,6	44,3	81,3	131,5	148,5	203,2	307,4	323	340	347
Калининградская область	5,8	40,2	106,1	205,2	208,0	220,8	308,6	318	336	344
Псковская область	3,1	42,0	71,0	104,1	119,3	125,3	312,2	313	334	336
Республика Карелия	2,5	39,2	89,2	130,0	148,7	164,2	294,5	311	329	341
Рязанская область	3,4	35,2	58,2	88,1	111,7	131,4	277,5	292	312	324
Тюменская область	3,5	43,1	85,5	150,7	170,4	188,6	118,6	299	312	334
Москва	14,3	53,0	113,1	188,8	223,8	256,2	298,7	297	311	308
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	2,1	37,6	87,4	180,1	198,9	224,9	292,1	299		327
Санкт-Петербург	10,4	40,9	90,9	147,9	183,7	194,5	287,9	295	308	316

Непрерывный рост уровня автомобилизации влечет за собой несомненный рост интенсивности движения на улично-дорожной сети (УДС) крупных и крупнейших городов. В условиях роста интенсивности движения транспорта на магистральных улицах крупных

и крупнейших городов особенно остро стоит как проблема повышения пропускной способности магистральных улиц, так и повышение уровня безопасности движения транспорта и пешеходов.

С целью повышения пропускной способности городских путей сообщения необходимы реконструкция улично-дорожной сети и разработка мероприятий по оптимизации в области организации дорожного движения (ОДД).

За последние годы взгляды на цели и методы организации дорожного движения претерпели революционные изменения. Главными проблемами признаны чрезмерная зависимость населения от индивидуального автомобиля, перегруженность городов и особенно их центров автомобильным транспортом.

На специализированном Мировом дорожном конгрессе, посвященном исключительно проблемам транспортной планировки городов, были выделены следующие важнейшие направления развития ОДД:

- снижение интенсивности движения автомобилей в центре города;
- приоритет пассажирского общественного транспорта;
- регламентация паркования;
- взаимодействие между улично-дорожной сетью и городской средой.

Что касается вопроса пропускной способности Московского проспекта на пересечениях с магистралями общегородского и районного значения анализ показал следующее.

По результатам обследований интенсивности и условий движения транспорта, проводимым ежегодно силами студентов специальности «Городское строительство» под руководством автора в рамках выполнения дипломных и расчетно-графических работ, в том числе и на пересечениях магистральных улиц в Московском районе нашего города были получены интересные данные обследований, проведенных в 1997 г (комплексные обследования под общим руководством Солодкого А.И), обследования 2005 г. в рамках выполнения дипломного проекта и обследования 11 мая 2017 г. в рамках выполнения расчетно-графической работы бакалавров 3 курса нашей кафедры.

Обследования проводились по классической методике в утренние и вечерние часы-пик. Схема размещения наблюдателей-учетчиков на перекрестке приведена на рис. 1.

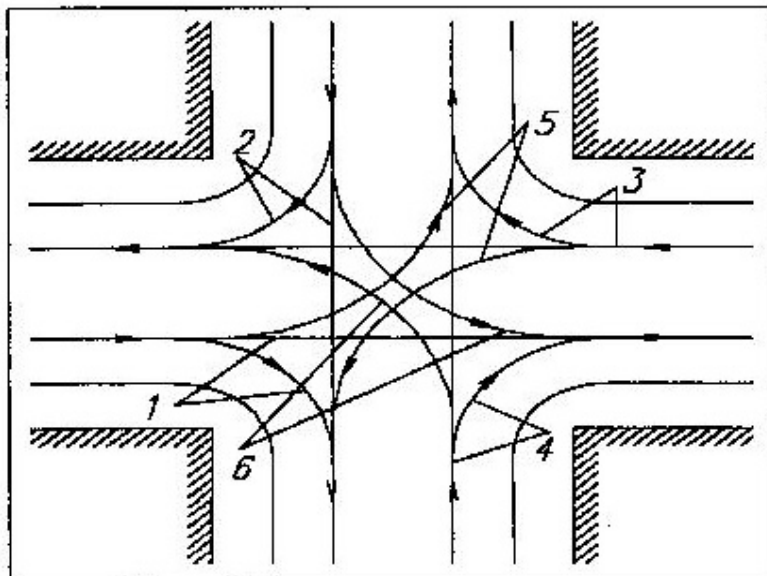


Рис. 1. Схема размещения наблюдателей-учетчиков на перекрестке

Проведенные обследования интенсивности движения на пересечениях Московского проспекта с магистралями общегородского и районного значения позволили построить картограммы фактической интенсивности движения транспорта (рис. 2–5).

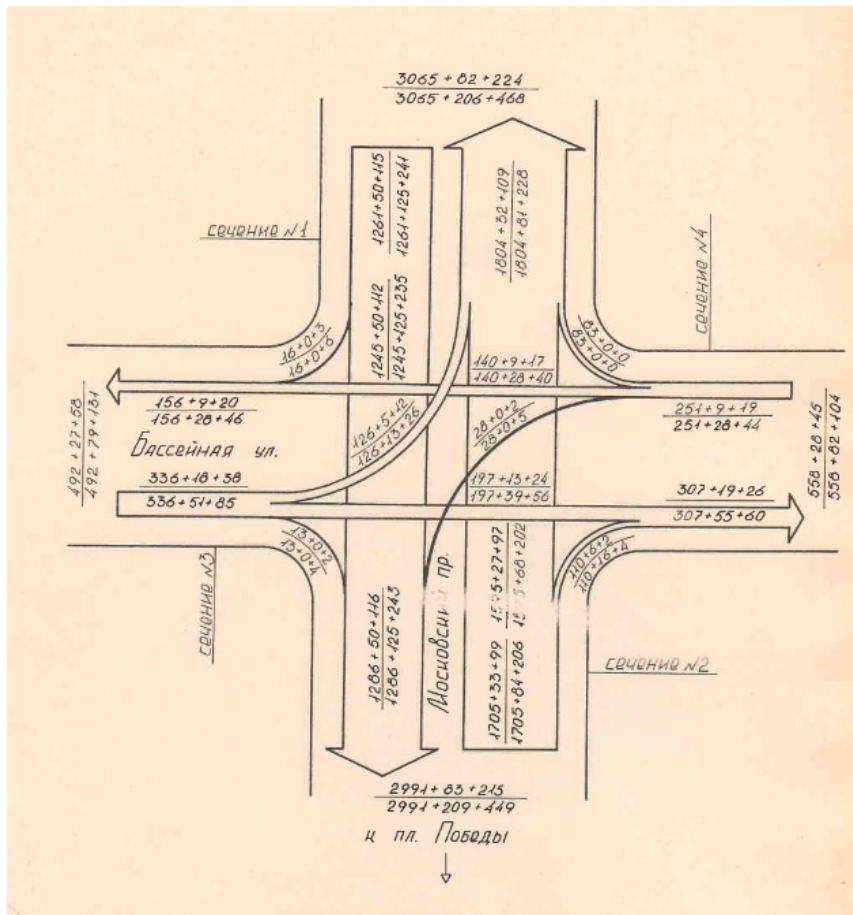


Рис. 2. Картограмма интенсивности движения транспорта на пересечении Московского проспекта и Бассейной ул. (обследование 1997 г.)

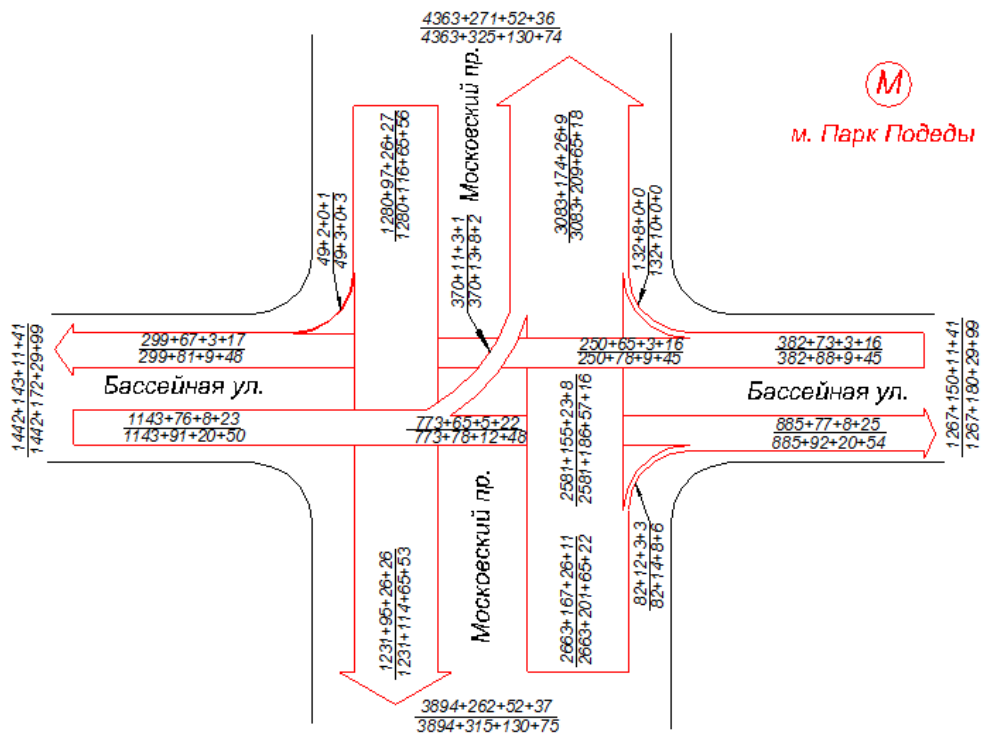


Рис. 3. Картограмма интенсивности движения транспорта на пересечении Московского проспекта и Бассейной ул. (обследование в апреле 2005 г.)

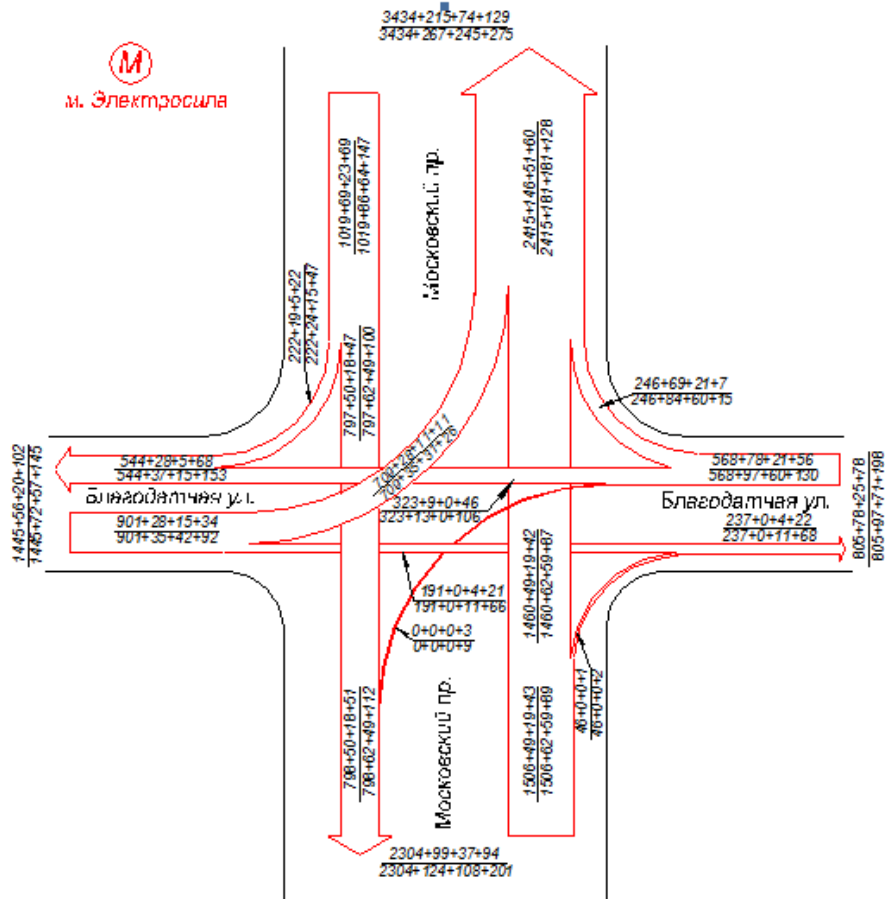


Рис. 4. Картограмма интенсивности движения транспорта на пересечении Московского проспекта и Благодатной ул. (обследование в апреле 2005 г.)

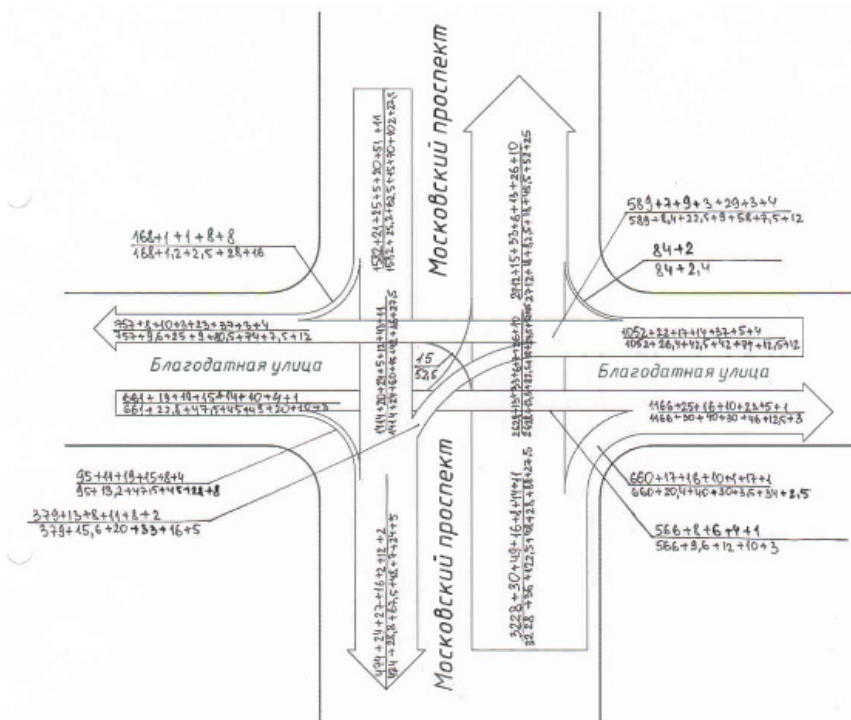


Рис. 5. Картограмма интенсивности движения транспорта на пересечении Московского проспекта и Благодатной ул. (обследование в мае 2017 г.)

Анализ результатов обследований 1997 г, 2005 г. и 2017 г. показал, что фактическая интенсивность движения на наиболее нагруженном направлении по Московскому пр. установлена на пересечении Московского пр. и ул. Благодатной и составила по данным обследования:

- обследование 1997 г – 1800 прив. ед./ч;
- обследование 2005 г – 2800 прив. ед./ч;
- обследование 2017 г – 3200 прив. ед./ч.

Фактическая интенсивность движения на наиболее нагруженных направлениях по Московскому пр. на пересечениях Московского пр. с Загородным пр., наб. Обводного канала, Бассейной ул. и Кузнецовской ул. составила по данным обследования 2017 г. от 2200 прив. ед./ч до 2950 прив. ед./ч.

Для сравнительного анализа пропускной способности Московского проспекта на пересечениях с магистралями общегородского значения и районного значения, и фактической интенсивности движения определялась пропускная способность многополосной проезжей части Московского пр. на подходах к данным пересечениям.

Пропускная способность многополосной проезжей части Московского пр. определялась исходя из пропускной способности одной полосы и количества полос движения с учетом коэффициента многополосности.

Согласно Закона Санкт-Петербурга от 14 февраля 2014 года №23-9 «О региональных нормативах градостроительного проектирования, применяемых на территории Санкт-Петербурга» коэффициент многополосности, применяемый для расчета пропускной способности элементов улично-дорожной сети, составляет: для движения по 2 полосам – 1,9; для движения по 3 полосам – 2,7; для движения по 4 полосам – 3,5.

Расчетная пропускная способность одной полосы проезжей части на регулируемом пересечении определялась по формуле:

$$c_{ji} = \frac{S_{ji} g_i}{C},$$

где C_{ji} – пропускная способность полосы j в течение фазы регулирования i , прив.ед/ч; S_{ji} – поток насыщения полосы j в течение фазы регулирования i , прив.ед/ч; g_i – эффективная длительность фазы регулирования i , с; C – длительность цикла регулирования, с.

Пропускная способность полосы движения по потоку насыщения составила:

$$1900 * (40-2) / 90 = 802 \text{ прив. ед./ч.}$$

Пропускная способность наиболее нагруженного направления в узле:

$$802 * 3,5 = 2800 \text{ прив. ед./ч.}$$

Полученные результаты исследования позволили установить следующее.

Анализ роста уровня автомобилизации в Санкт-Петербурге за 20 лет, анализ результатов обследования интенсивности движения транспорта на пересечениях Московского пр. с магистральными улицами общегородского и районного значения 1997, 2005, 2011 годов показали:

– уровень автомобилизации с 1997 по 2017 г. вырос в 2,1 раза. Интенсивность движения на Московском пр. увеличилась в 1,8 раза.

– пропускная способность пересечений Московского пр. с магистральными улицами общегородского и районного значения на наиболее нагруженных направлениях практически исчерпана. Требуется проведение комплекса мероприятий по оптимизации не только рассматриваемой центральной зоны Московского района в зоне влияния Московского проспекта, но и всей транспортной системы Санкт-Петербурга **за счет:**

– увеличения плотности транспортной сети в 1,5–2 раза и формирования в городе структурообразующих магистралей. По рекомендациям НИИП градостроительства следует принимать для устройства структуроформирующей магистрали поток в 20 тыс. автомобилей в сутки или 2 тыс. автомобилей в час «пик» в одном направлении;

– формирования системы магистральных автомобильных дорог и системы магистральных улиц с техническим обустройством, соответствующим разнообразным градостроительным условиям, размерам и составу транспортных потоков. Четкая дифференциация городских магистралей на улицы и дороги позволяет транспортно-планировочными средствами целенаправленно распределять транспортные потоки по территории города, делать их более однородными, что обеспечит повышение скорости и безопасности движения транспортных средств, увеличение пропускной способности не менее 20 %;

– расчленения проектируемой территории города, при ее расширении, магистральными улицами и дорогами высших категорий на крупные планировочные зоны, секторы, планировочные районы в целях изоляции транзитного движения, повышения скорости движения основных внутригородских потоков и создания благоприятной окружающей среды в жилых районах;

– строительства транспортных развязок (путепроводов) на пересечениях магистральных дорог и магистральных улиц непрерывного движения.

Повышение пропускной способности Московского пр. рекомендуется осуществлять, например, **за счет:**

– перераспределения транспортных потоков с Московского пр. на дублирующие существующие магистрали;

– проектирования новых дублирующих магистралей, в том числе введения в эксплуатацию участка, соединяющего Ново-Измайловский пр. и Измайловский пр., как дублера Московского пр.;

– оптимизации схем светофорного регулирования на регулируемых перекрестках;

– повышения пропускной способности наиболее загруженных узлов путем устройства несимметричного перекрестка;

– повышения пропускной способности наиболее загруженных узлов путем уширения перекрестка;

– внедрения в эксплуатацию разработанных проектных решений перехватывающих парковок;

– регламентации паркования.

УДК 711.7-163

Константин Анатольевич Яковенко, канд. техн. наук, доцент
(ГОУВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»)
E-mail: yakovenkoka@mail.ru

Konstantin Anatolevich Yakovenko, Ph.D. (Engineering), Associate Professor (SEIHPE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture»)
E-mail: yakovenkoka@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ДОНЕЦКО-МАКЕЕВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT SYSTEM OF THE DONETSK-MAKEEVKA AGGLOMERATION

В данной работе рассмотрены градостроительные и транспортные особенности Донецко-Макеевской агломерации с детальным анализом системы общественного пассажирского транспорта Донецка и Макеевки как двух наиболее значимых городов агломерации. Существующая планировочная система городов Донецко-Макеевской агломерации связана, как с их историческим прошлым, так и с особенностями географического положения. Города развивались, в основном, как административные и промышленные центры добывающей и металлургической промышленности Донбасса. Города формировались из промышленных поселков в процессе их роста, поэтому площадь крупнейших городов агломерации имеет довольно большие размеры. Городской общественной транспорт региона представлен в основном автобусами, микроавтобусами и троллейбусами, только в г. Донецке есть трамвай. В статье рассмотрены перспективы развития системы общественного пассажирского транспорта для крупнейших городов агломерации.

Ключевые слова: агломерация, транспорт, транспортная система, трамвай, легкорельсовый транспорт.

In this paper, we consider urban planning and transport features of the Donetsk-Makeevka agglomeration, detailing the public passenger transportation system of Donetsk and Makeevka as the most important metropolitan cities. The existing planning system of the cities of the Donetsk-Makeevska agglomeration has been caused by both the historical past and the specific geographical location. Cities developed mainly as administrative and industrial centers of the mining and metallurgical industry of Donbass. Cities were formed mostly by settlements towns in the process of their development, so the area of the metropolitan cities is quite large. City public transport of the region is represented mainly by buses, minibuses, and trolleybuses, only in Donetsk there are trams. The article considers the prospects of development of public passenger transport system for the largest metropolitan cities.

Keywords: agglomeration, transport, transport system, tram, light rail system.

Одной из острых проблем индустриализации общества является проблема перевозок населения, которая тесно связана с экономическими и социальными аспектами развития самого общества, расселением жителей и градостроительными проблемами.

Донецко-Макеевская промышленная агломерация – одна из крупнейших на постсоветском пространстве. В территориальном отношении ее образуют Донецкий и Макеевский большие промышленные узлы, Харцызский промышленный центр, ряд небольших промышленных пунктов, которые связаны между собой промышленными функциями, трудовыми и транспортными связями (на территории агломерации расположены железнодорожные узлы (Ясиноватая, Авдеевка, Иловайск) [1]. Донецко-Макеевская промышленная агломерация имеет большую концентрацию населения. Здесь проживало свыше 1,8 млн чел. (до начала военных действий 2014 г.). Донецко-Макеевская промышленная агломерация включает в себя следующие города: Донецк, Макеевка, Харцызск, Ясиноватая, Авдеевка, Красногоровка, Марьинка, Зугрес, Иловайск, Моспино.

Полиядерный Донецко-Макеевский промышленный узел характеризуется сложной отраслевой и территориальной структурой. В его основе есть взаимосвязанные отрасли производства, которые представлены угольной, металлургической, машиностроительной, химической промышленностью и производствами по выпуску строительных материалов. Главную роль в функционально-отраслевой структуре агломерации играют угольная промышленность и черная металлургия.

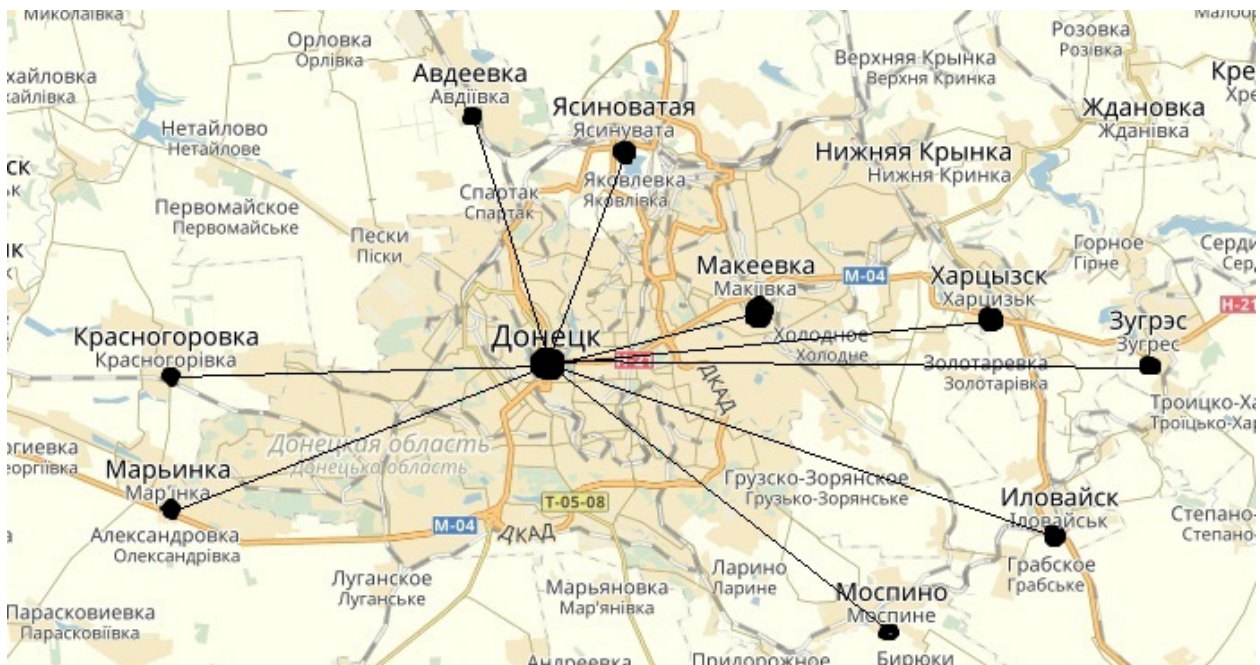


Рис. 1. Схема связей Донецко-Макеевской агломерации

Фактически данная промышленная агломерация сформирована на базе двух городов – Донецка и Макеевки. С 2014 года г. Донецк является столицей Донецкой Народной Республики (ДНР). В Донецке развита наука, сфера услуг, город выполняет административные

и торгово-коммерческие функции. Промышленность столицы ориентирована на обрабатывающую отрасль. Город Макеевка выступает преимущественно периферийным образованием системы расселения Донецк-Макеевка. Численность населения в Донецке составляет около 1 млн. человек, в Макеевке – 348 тыс. человек (по данным до 2014 г.). Площадь Донецка составляет 385 км², площадь Макеевки – 425 км².

Существующая планировочная система городов Донецко-Макеевской агломерации связана, как с их историческим прошлым, так и с особенностями географического положения. Города развивались, в основном, как административные и промышленные центры добывающей и металлургической промышленности Донбасса. Четкое функциональное зонирование территории городов отсутствует. Исторически сложилось так, что поселки образовывались вокруг промышленных предприятий, постепенно разрастаясь, и впоследствии слились в города. Эти предприятия располагались исходя из экономических, а не социальных требований и поэтому площадь городов имеет довольно большие размеры. [2]

Транспортная система – это совокупность транспортных средств, транспортной инфраструктуры и транспортных предприятий. Транспортная инфраструктура включает в себя улично-дорожную сеть, рельсовые пути и контактную сеть, транспортные сооружения на улично-дорожной сети, систему организации дорожного движения, систему обслуживания транспорта. Транспортная система предназначена для удовлетворения транспортных потребностей человека и включает в себя средства транспортировки, объекты транспортировки, а также окружающую среду.

В данной работе рассмотрим транспортную систему Донецко-Макеевской агломерации, детально останавливаясь на системе общественного пассажирского транспорта Донецка и Макеевки как двух наиболее значимых городов агломерации.

Вопросам городского общественного транспорта в градостроительной практике посвящено много исследований, научных конференций, нормативных документов, проектных разработок. Исследование проводили такие ученые как: С.А. Ваксман, С.В. Дубова, А.В. Завальный, Е.А. Рейцин, А.В. Сигаев, В.А. Черепанов, М.С. Фишельсон, В.В. Шештокас и другие. Однако на данном направлении остается множество не решенных вопросов. Недостаточный учет местных особенностей, которые характеризуют потребность города в общественном транспорте, приводил к существенному снижению достоверности конечных результатов исследований или даже непригодности использования предложенных методов в новых экономических условиях городов.

Задача городского пассажирского транспорта – экономить время и энергию пассажиров. По мере роста территории городов и городского населения увеличивается количество и дальность поездок и соответственно повышается роль транспорта. Территория Донецко-Макеевской агломерации огромна, расстояния, которые должны преодолеваются населением при помощи городского пассажирского транспорта, составляют 30 км и более.

Особенность данной агломерации проявляется в практически полном слиянии двух ее центральных городов – Донецка и Макеевки. Их общая граница составляет около 28 км. В Червоногвардейском районе города Макеевки граница с Донецком фактически является сугубо административным фактором и проходит, в большинстве случаев, прямо по жилым улицам или непосредственно рядом с ними. [2]

Жители агломерации предпочитают учиться и работать в ее центре. Дополнительным фактором, влияющим на такой выбор, послужило массовое сокращение мест приложения труда в городах агломерации, произошедшее в начале 90-х годов. На данном этапе при выборе места работы расстояние не является значимым фактором для населения. Это приводит к образованию значительных пассажиропотоков особенно в направлении Донецк – Макеевка – Харцызск. С точки зрения транспорта возникает проблема «маятниковой миграции», так как работающих и учащихся в Донецке жителей из прилегающих городов значительно больше, чем жителей Донецка, работающих и учащихся за пределами своего города.

Городской общественной транспорт региона представлен в основном автобусами, микроавтобусами, и троллейбусами, только в г. Донецке есть трамвай. Преимущественное

использование автобусов и микроавтобусов связано с простотой их эксплуатации, минимальными капитальными затратами и наименьшей требуемой инфраструктурой. Учитывая величину и, особенно, периодичность максимумов пассажиропотоков во времени в данных направлениях, существующая транспортная система неспособна обеспечить требуемое качество услуг. Кроме того, данный транспорт постоянно загрязняет окружающую среду и затрудняет движение автомобильного транспорта в центральных районах города и на улицах жилой застройки.

В нынешних условиях население городов Донбасса всё чаще высказывает своё недовольство качеством предоставляемых услуг компаниями-перевозчиками и их нежеланием поддерживать подвижной состав в надлежащем состоянии.

С переходом на рыночную экономику в странах СНГ наблюдалась постоянная стагнация систем общественного пассажирского транспорта, в большей степени это относится к транспорту на рельсовом ходу, который в Донбассе представлен исключительно трамваем. Если для обновления подвижного состава автотранспортных предприятий были привлечены частные инвестиции, а на восстановление дорожного покрытия расходовались средства из бюджета, то большая часть трамвайно-троллейбусных управлений были лишены необходимого финансирования и, соответственно, начали приходить в упадок. Начиная с 90-х годов, наблюдается тенденция к разрушению инфраструктуры, связанной с электротранспортом. Муниципальные власти намеренно закрывали трамвайно-троллейбусные депо и отправляли дорогостоящее металлическое оборудование (рельсовое полотно, электрические подстанции, троллеи, подвижные составы) на продажу с целью пополнения городского бюджета. Ярким примером является г. Макеевка. С 1924 года до начала 2000-х в городе функционировало 6 трамвайных маршрутов, в настоящее время трамвайная система в городе отсутствует, не осталось даже рельсов. В итоге, взамен удобного и безопасного вида общественного транспорта, обладающего большой провозной способностью, городские жители получили микроавтобусы и автобусы малой вместительности, провозная способность, безопасность и удобство которых оставляет желать лучшего [3].

Как показала практика, в крупных городах использование автобусов малой вместимости и, особенно, микроавтобусов в роли основного пассажирского транспорта приводит к состоянию коллапса транспортной системы. Данный вид транспорта в городах с населением более 200 тыс. человек возможно использовать только как вспомогательный.

В 1990 году ещё при СССР было принято решение начать строительство метрополитена в Донецке. По проекту стройка была рассчитана на 10 лет. Строительство было начато в 1993 году, запуск первой очереди планировался в 2005 году, позже был перенесен на 2011 год. Всего планировалось построить три отдельные линии и более 30 станций: «Пролетарско-Киевскую» линию (длиной 21 км, 2 депо), «Петровско-Красногвардейскую» (длиной 25 км), «Горняцко-Макеевскую» линию (длиной 20 км). Две линии должны были связать Донецк с Макеевкой. Из-за систематической нехватки финансирования сроки сдачи проекта постоянно сдвигались, а новые сроки сдачи не назывались. 1 декабря 2011 года министерство инфраструктуры отказалось от подземного метро в Донецке, однако пообещав построить надземное. В декабре 2014 года к анализу перспектив возможного строительства приступили власти ДНР [4].

С учетом перспективы развития республики необходимо оценить современные виды скоростного экономичного пассажирского транспорта, обладающего высокой провозной способностью, который будет качественно работать в существующих градостроительных условиях.

Общественный транспорт в современных реалиях должен выполнять следующие функции: обеспечивать высокую скорость сообщения, удобство и безопасность совершения поездок для пассажиров и всех участников дорожного движения; гарантировать рациональное использование земельных участков; сокращать нагрузки на улично-дорожную сеть, а также сохранять архитектурно-строительную выразительности городской среды.

Альтернативой подземным и надземным рельсовым системам является легкорельсовый транспорт. Опыт развитых стран показывает, что именно системы ЛРТ более остальных соответствуют функциям общественного пассажирского транспорта при меньших капиталовложениях. Легкорельсовый транспорт (также «легкий рельсовый транспорт», ЛРТ, от англ. *Light Rail Transport*) – городской железнодорожный общественный транспорт, характеризующийся меньшими, чем у метрополитена и железной дороги, габаритами, грузоподъемностью и скоростью сообщения. Разновидностями легкорельсового транспорта являются трамвай, скоростной трамвай, в том числе подземный трамвай и городская железная дорога. При этом отличия таких легкорельсовых систем от метрополитена, городской железной дороги (S-Bahn), являются нечеткими, что зачастую становится причиной терминологических ошибок. В целом данный термин, как правило, применяется для обозначения скоростных электрифицированных железнодорожных систем (например, трамвайных), обособленных от прочих транспортных потоков на большей части сети, однако допускающих в рамках системы и одноуровневые пересечения, и даже уличное движение (в том числе трамвайно-пешеходные зоны). В отличие от лёгкого метро, более близкого к обычному метро, легкорельсовый транспорт ближе к трамваю. По показателям эксплуатационной скорости и провозных возможностей ЛРТ занимает промежуточное место между традиционным трамваем и метрополитеном. [7]

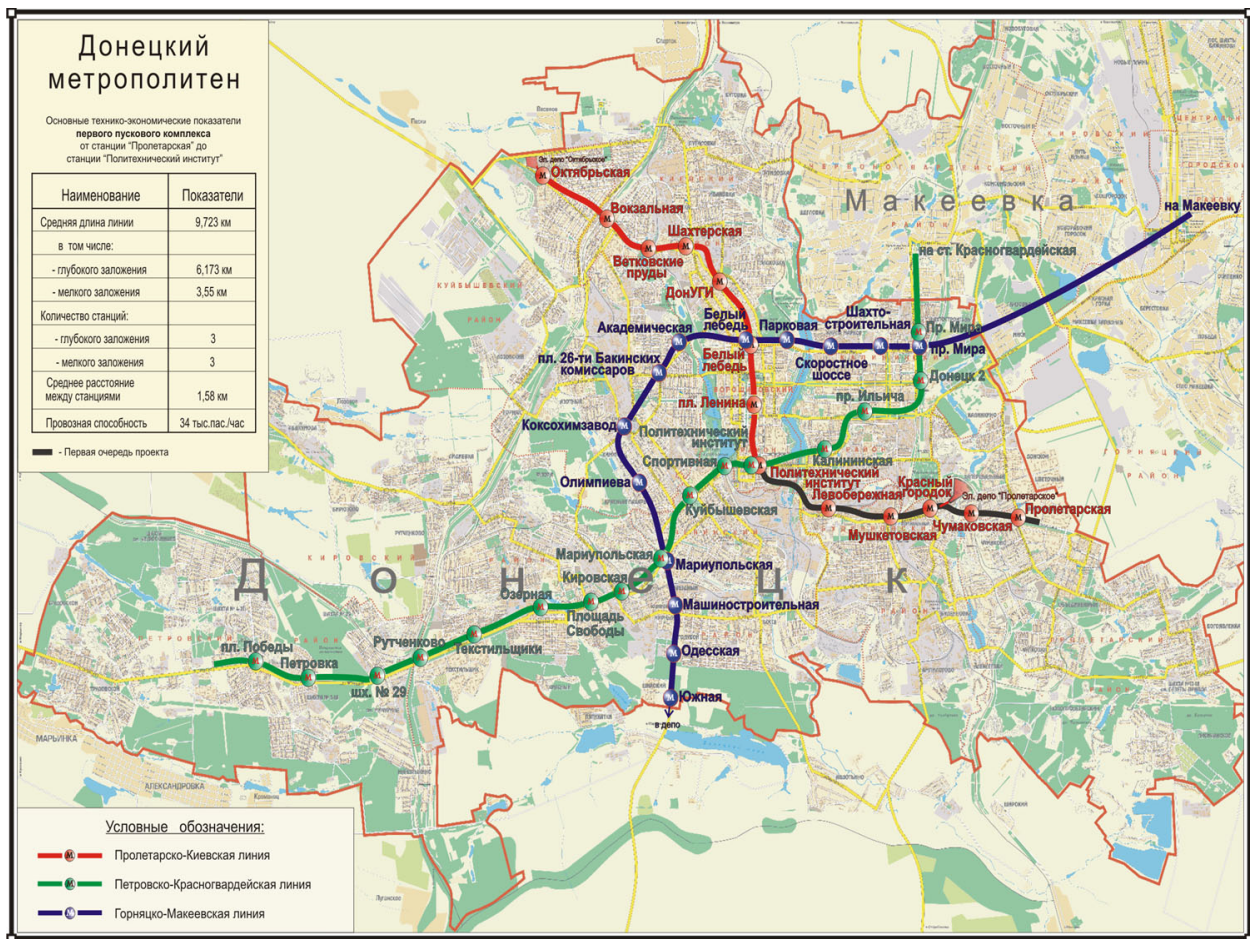


Рис. 2. Схема метрополитена Донецка

Данный вид транспорта получил широкое распространение за рубежом – за последние 15 лет в мире было построено порядка 80 систем ЛРТ, кроме того около 100 систем ЛРТ в данный момент находятся на различных стадиях проектирования и строительства.

Учитывая, что часть тоннелей метрополитена в г. Донецке уже построена, а для создания всей системы метро нет финансирования, целесообразным представляется строительство системы надземно-подземного скоростного пассажирского транспорта с использованием легкорельсового подвижного состава. По предварительным расчетам стоимость строительства такой системы пассажирского транспорта будет в 3–7 раз ниже стоимости строительства метро, а учитывая сложные гидрогеологические условия в районе строительства, стоимость последующей эксплуатации системы будет также гораздо ниже.

В центральной части города система легкорельсового транспорта должна проходить под землей в тоннелях, для этого целесообразно использовать существующие тоннели метрополитена, недостающие участки необходимо достраивать. На менее застроенных территориях города пройдут надземные линии по эстакадам. Для дальнейшего развития и экономического роста региона перспективным представляется строительство линии легкорельсового транспорта, соединяющего центр Донецка с центром Макеевки. А в далекой перспективе – и с центром Харцызска. Строительство такой линии позволит существенно снизить транспортную нагрузку на улично-дорожную сеть в направлении Донецк-Макеевка-Харцызск, так как большая часть пассажиропотока перейдет на более комфортный и скоростной вид транспорта.

Строительство системы скоростного легкорельсового транспорта обуславливает необходимость устройства системы транспортно-пересадочных узлов (ТПУ). ТПУ – это узловой элемент планировочной структуры города транспортно-общественного назначения, в котором осуществляется пересадка пассажиров между различными видами городского пассажирского и внешнего транспорта или между различными линиями одного вида транспорта, а также попутное обслуживание пассажиров объектами социальной инфраструктуры [6].

Наиболее целесообразными местами устройства ТПУ представляются конечные станции линий скоростного легкорельсового транспорта и ключевые станции в центральных районах городов. Причем ТПУ, расположенные на конечных станциях в периферийных районах города, должны быть оборудованы многоуровневыми паркингами, выполняющими функции перехватывающих автостоянок.

ТПУ уже давно широко применяются в мировой практике, в связи с ростом городов и транспортной инфраструктуры, особенно в крупных агломерациях. Целесообразным является использование зарубежного опыта планирования и размещения ТПУ при проектировании транспортной системы Донецко-Макеевской агломерации. Грамотно разработанная сеть ТПУ способна существенно снизить затраты времени на перемещения пассажиров и повысить привлекательность пассажирского транспорта. Привлекательность пассажирского транспорта в перспективе приводит к снижению нагрузки индивидуального легкового транспорта на улично-дорожную сеть. Адаптация теории планирования и размещения ТПУ к местным условиям, с учетом предыдущего опыта и специфических особенностей местности конкретного региона, крайне актуальна в настоящее время.

Литература

1. Характеристика промышленных агломераций Украины. // Экономика бухучет аудит. URL: <http://ekonom-buh.ru/lektcii-po-ekonomike/66-kharakteristika-promyshlennykh-aglomeratsij-ukraini.html> (дата обращения 16.05.2017).
2. Яковенко К.А. Проблема выбора рационального транспортного обслуживания населения с учетом экологической безопасности // Вісник ДонНАБА «Інженерні системи та техногенна безпека в будівництві»: Збірник наукових праць – Макіївка: ДонНАБА, 2005 р. – випуск 2005-6(54) – с.96-99.
3. Яковенко К.А., Герун М.В., Каракаева Ю.А. Основные виды рельсового пассажирского транспорта и целесообразность их использования в городах Донбасса // Актуальные проблемы развития городов: Электронный сборник научных трудов региональной заочной научно-практической конференции / Редкол.: Е. В. Горохов, Н. М. Зайченко, В.Ф. Мущанов и др. – Макеевка, ДонНАСА, 2017. – 126-129 с.
4. Транспорт в Донецке // Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Транспорт_в_Донецке (дата обращения 16.05.2017).

5. В. Г. Галабурда, В. А. Персианов, А. А. Тимошин и др. Единая транспортная система: учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1996. – 295 с.
6. Распоряжение Правительства Москвы от 1 сентября 2005 г. N 1699-РП «Об одобрении концепции строительства транспортно-пересадочных узлов в городе Москве и утверждении перечня первоочередных транспортно-пересадочных узлов» URL: <http://old.lawru.info/base85/part4/d85ru4579.htm> (дата обращения 16.05.2017).
7. Легкорельсовый транспорт // Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Легкорельсовый_транспорт (дата обращения 16.05.2017).

УДК 656.072-05

Яна Вадимовна Янко
Транспортный инженер
(ООО «Строй Инвест Проект»)
E-mail: si-proekt@yandex.ru

Yana Vadimovna Yanko
transport engineer
(Limited Liability Company
«Stroi Invest Proekt»)
E-mail: si-proekt@yandex.ru

АДАПТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

ADAPTATION OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE FOR DISABILITY

Обеспечение доступности транспорта и транспортной инфраструктуры для маломобильных групп населения (МГН) относится к одной из важнейших транспортных задач города. В статье рассмотрена методология улучшения доступности для МГН транспортной инфраструктуры, сформированы требования доступности по категориям МГН и видам транспорта, разработаны мероприятия для каждого вида транспорта, направленные на улучшение доступности городской среды для лиц с ограниченными возможностями. Выполнен анализ действующих нормативных правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих вопросы формирования комфортной и безопасной среды жизнедеятельности для МГН, а также даны предложения по внесению дополнений и изменений в действующую нормативную базу. Разработаны типовые схемы обустройства объектов транспортной инфраструктуры для МГН.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, маломобильные группы населения, доступность, адаптация, безбарьерная среда на транспорте

Ensuring availability of transport and transport infrastructure for disability is one of the most important transport problems in the city.

In the article the methodology to improve access to disability transport infrastructure, formed availability requirements for categories and disability modes of transport, to improve the accessibility of urban environment for availability. The analysis of the existing normative legal and normative technical documents regulating the issues of formation of a comfortable and safe environment for disability, as well as the proposals for introduction of additions and changes to the existing regulatory framework. Developed standard scheme of development of transport infrastructure for disability.

Keywords: transport infrastructure, disability, accessibility, adaptation, barrier-free environment in transport

Необходимым условием в формировании комфортной среды для МГН является обеспечение доступности всех элементов городской инфраструктуры на всех этапах передвижения между пунктами отправления и назначения. Создание безбарьерной среды с целью облегчения интеграции в общество подразумевает исключение инфраструктурных и информационных барьеров.

Опыт ООО «Строй Инвест Проект» позволил выработать общий подход по созданию безбарьерной среды на транспорте. Специалисты ООО «Строй Инвест Проект» принимали участие в разработке мероприятий по адаптации объектов транспортной инфраструктуры для МГН в г. Москве и обустройству пешеходных маршрутов к стадионам на период проведения Кубка Конфедераций FIFA 2017 и Чемпионата мира по футболу FIFA 2018.

Адаптация инфраструктуры для МГН должна, в первую очередь, начинаться со сбора мнений и пожеланий, выявления потребностей. Нами была проведена совместная работа с Департаментом труда и социальной защиты населения города Москвы, представителями

Всероссийского общества слепых, Всероссийского общества глухих, Московской городской организации «Всероссийское общество инвалидов» и другими организациями в части определения требований по созданию безбарьерной среды на транспорте.

Единое мнение представителей общественных организаций общества инвалидов выразилось в желании принимать участие в создании безбарьерной среды при проектировании и проводить контроль всех вводимых объектов. На стадии проектирования проще изменить конфигурацию объектов, чем адаптировать для МГН уже принятые в эксплуатацию объекты. Еще одним немаловажным замечанием стала работа служб обеспечения мобильности пассажиров на различных видах транспорта. Так, в части взаимодействия различных ведомств необходимо упорядочить работу на смежной территории, относящейся к разным структурам (на транспортно-пересадочных узлах с одного вида транспорта на другой).

Представители общества инвалидов указали на необходимость учета принципов доступности транспортных объектов, в том числе рекомендовали включать прилегающую территорию, зоны подходов, возможность подъезда на личном транспорте и транспортом общего пользования. Целесообразно внести изменения в нормативные документы в части пересмотра и выделения парковочных мест для МГН около социальных объектов. Так, вблизи социальных объектов необходимо выделять более 10 % машиномест для МГН, так как это основные объекты притяжения для МГН.

Было высказано предложение об организации единой диспетчерской службы на транспорте, которая в оперативном режиме могла бы предоставлять необходимую информацию, оповещать о режимах работы, изменениях, рассматривать и принимать меры по всем поступающим предложениям и замечаниям.

Результатом данной работы стали предложения по внесению изменений в нормативные правовые и нормативно-технические документы:

1. В Градостроительном кодексе [1] предлагается распространить действие требований по обеспечению необходимых условий для инвалидов на все маломобильные группы населения (в том числе в статьях 2 *Основные принципы законодательства о градостроительной деятельности*, 48 *Архитектурно-строительное проектирование*, 51 *Разрешение на строительство*, 55_24 *Требования законодательства РФ к эксплуатации зданий, сооружений*).

2. Положения Правил подготовки проектов и схем организации дорожного движения [2] дополнить требованиями к обеспечению организации движения МГН, в том числе пункты 16 и 27 *Обеспечение беспрепятственного передвижения инвалидов* при разработке Комплексных схем организации дорожного движения и Проектов организации дорожного движения.

3. В СП 59.13330.2012 [3] внести изменения, касающиеся установления требований к тактильным предупреждающим знакам у эскалаторов (п. 5.2.22) и специальных знаков, обозначающих лифты и подходы к ним (п. 4.2.6), а также согласования с требованиями ГОСТ Р 52131-2003 [4] (в действующей редакции свода правил стандарт имеется только в нормативных ссылках, но не в тексте).

4. В ГОСТ Р 52289 [5] включить требование о необходимости применения звуковых и тактильных сигналов светофоров по ГОСТ Р ИСО 23600 [6] на регулируемых пешеходных переходах, которыми пользуются соответствующие группы МГН.

5. В ГОСТ Р 52289 [5] включить требования по минимальным размерам одного стояночного места для транспортных средств, управляемых инвалидами I и II групп или перевозящих таких инвалидов при последовательном и параллельном размещении транспортных средств.

6. В Правила дорожного движения [7] внести изменения, определяющие требования к передвижению лиц в инвалидных колясках с двигателем или распространяющиеся на них требования к водителям мопедов (в настоящее время согласно ПДД они не относятся ни одной из групп участников движения, требования установлены только для лиц, передвигающихся в колясках без двигателя).

7. Пункт 4.2.3 ГОСТ Р 52875-2007 [8] следует привести в соответствие с ГОСТ Р 52605 [9] – наземный пешеходный переход не может представлять собой искусственную неровность; он может совмещаться с переходом, т. е. являться его частью.

8. Пункт 6.4 ГОСТ Р 52605-2006 [9] дополнить обязательным критерием совмещения искусственных неровностей и пешеходного перехода у объектов притяжения МГН.

9. Подготовить проект постановления Правительства, устанавливающего перечень документов по стандартизации (конкретных пунктов этих документов), применение которых на территории Российской Федерации является обязательным в целях обеспечения безопасности дорожного движения, в том числе в части обеспечения безопасности движения МГН.

Принятие такого нормативного акта стало возможным согласно статье 22 Федерального закона «О безопасности дорожного движения» [10].

10. В ст. 13 Федерального закона «О безопасности дорожного движения» [10] добавить «об удовлетворении потребностей участников дорожного движения дополнить словами «(в том числе маломобильных)».

11. Включить в Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» [10] отдельный раздел, регламентирующий специальные права водителей-инвалидов или водителей, обслуживающих таких инвалидов.

В части дополнительного оснащения объектов транспортной инфраструктуры для МГН рекомендуется:

- ввести нормативы по обеспечению городской инфраструктуры дополнительными системами голосового оповещения пассажиров, пешеходов о направлениях движения, реконструкции и строительстве объектов, предупреждении об опасных участках пути на пешеходных путях движения, остановочных пунктах;

- использовать фонари-подсветки на пешеходных путях, на лестницах при уровне освещенности в темное время менее 50 лк;

- применять таблички с номером телефона экстренной службы по оказанию помощи, принятия жалоб по работе транспорта, информирование пассажиров о внесении изменений в расписание движения;

- создать единую службу на транспорте по оказанию помощи пассажирам, информирование пассажиров о режимах движения и т. д.;

- устанавливать кнопки вызова службы оказания помощи МГН в надземных/подземных пешеходных переходах, по пути движения к объектам притяжения, на остановочных пунктах;

- проводить экспертизу строящихся и принимаемых в эксплуатацию объектов на предмет доступности МГН представителями Всероссийского Общества Инвалидов.

Для создания единой службы помощи пассажиров на всех видах транспорта рекомендуется внести на рассмотрение соответствующий нормативный правовой документ об учреждении данной службы.

В части наделения полномочий Всероссийского Общества Инвалидов (представителей) на проведение экспертизы строящихся объектов, принятие в эксплуатацию объектов по оценке доступности для МГН, рекомендуется внести на рассмотрение соответствующий нормативный акт, а также выдачу специальных разрешений на проведение экспертизы функционирующих объектов, в том числе объектов транспортной инфраструктуры, на предмет доступности для МГН.

Для унификации и стандартизации требований по организации безбарьерной среды для МГН специалистами ООО «Строй Инвест Проект» были разработаны типовые схемы обустройства транспортной инфраструктуры. В статье приведем некоторые схемы обустройства транспортной инфраструктуры.

Остановочный пункт (вид сверху) согласно требованиям ОДМ 218.2.007-2011 [11] представлен на рис. 1. Однако, посадка слепых и слабовидящих категорий граждан предполагается через переднюю дверь (через среднюю дверь с использованием аппарели осуществляют посадку инвалида-колясочников), следовательно, расположение тактильной

плитки должно подводить к первой двери подвижного состава пассажирского транспорта. Также необходимо зону павильона оградить тактильной плиткой для информирования слепых и слабовидящих о направлении движения. Предложения по расположению тактильной плитки на остановочном пункте представлены на рис. 2.

Типовые схемы по оборудованию транспортной инфраструктуры были разработаны для парковочных мест, пешеходных переходов через трамвайные и железнодорожные пути, надземных и подземных переходов.

В части оборудования парковочных мест предлагается устанавливать парковочные столбики для предотвращения наездов на техническую площадку для беспрепятственного заезда МГН на тротуар. Типовое оборудование парковочного места для МГН параллельно проезжей части представлено на рис. 3. Для парковочных мест заезд на пешеходное пространство при возможности рекомендуется размещать параллельно пешеходному движению для обеспечения комфортного движения МГН.

Типовое оборудование парковочного места для МГН в кармане проезжей части представлено на рис. 4.

Размещение и оборудование парковочного места для МГН перпендикулярно проезжей части представлено на рис. 5. На плоскостных парковках большой площади рекомендуется размещать вертикальные информационные таблички о расположении парковочных мест для МГН, а также использовать противоткатные балки для физического разграничения между припаркованными транспортными средствами.

Пешеходный переход через трамвайные пути, оборудованный для МГН, представлен на рис. 6. На рис. 6 показано типовое оборудование тактильной плиткой и размещение пандусов для заезда на остановочную площадку трамвая.

Надземный пешеходный переход через железнодорожные пути, обустроенный для МГН, представлен на рис. 7.

Наземный пешеходный переход через железнодорожные пути, обустроенный для МГН, представлен на рис. 8. Также на рис. 7 и 8 представлено типовое размещение тактильной плитки и обозначение места для посадки МГН в подвижной состав. В поездах и электричках имеются оборудованные места для МГН в некоторых вагонах, однако, где они размещены в железнодорожном составе и в каком месте осуществлять посадку в специальные вагоны с оборудованными местами на платформах не указывается. Для этого рекомендуется место посадки для МГН в вагон выделять разметкой на платформе.

Подземный пешеходный переход, обустроенный для МГН, представлен на рис. 9.

Подземный пешеходный переход, обустроенный по типу пандуса, представлен на рис. 10.

Подземный пешеходный переход при устройстве платформы для инвалида-колясочника представлен на рис. 11, при устройстве лифта – на рис. 12.

Типология дверей для инфраструктуры транспортных объектов представлена на рис. 13. Представители общества инвалидов высказывали рекомендации по фиксации дверей в открытом положении на не менее 5 с для безопасного и комфортного прохода через дверной проём.

Внесение изменений и дополнений в нормативные документы позволит учесть пожелания МГН в части безбарьерной среды на транспорте, устранить правовые коллизии и унифицировать требования к используемой инфраструктуре.

Разработка и утверждение типовых схем для адаптации транспортной инфраструктуры для МГН обеспечит:

- сопоставление и выборку необходимых мероприятий (комплекса элементов обустройства);
- безопасные и комфортные условия передвижения для всех категорий граждан;
- графическое представление разработанных мероприятий с привязкой к каждому объекту на транспорте.

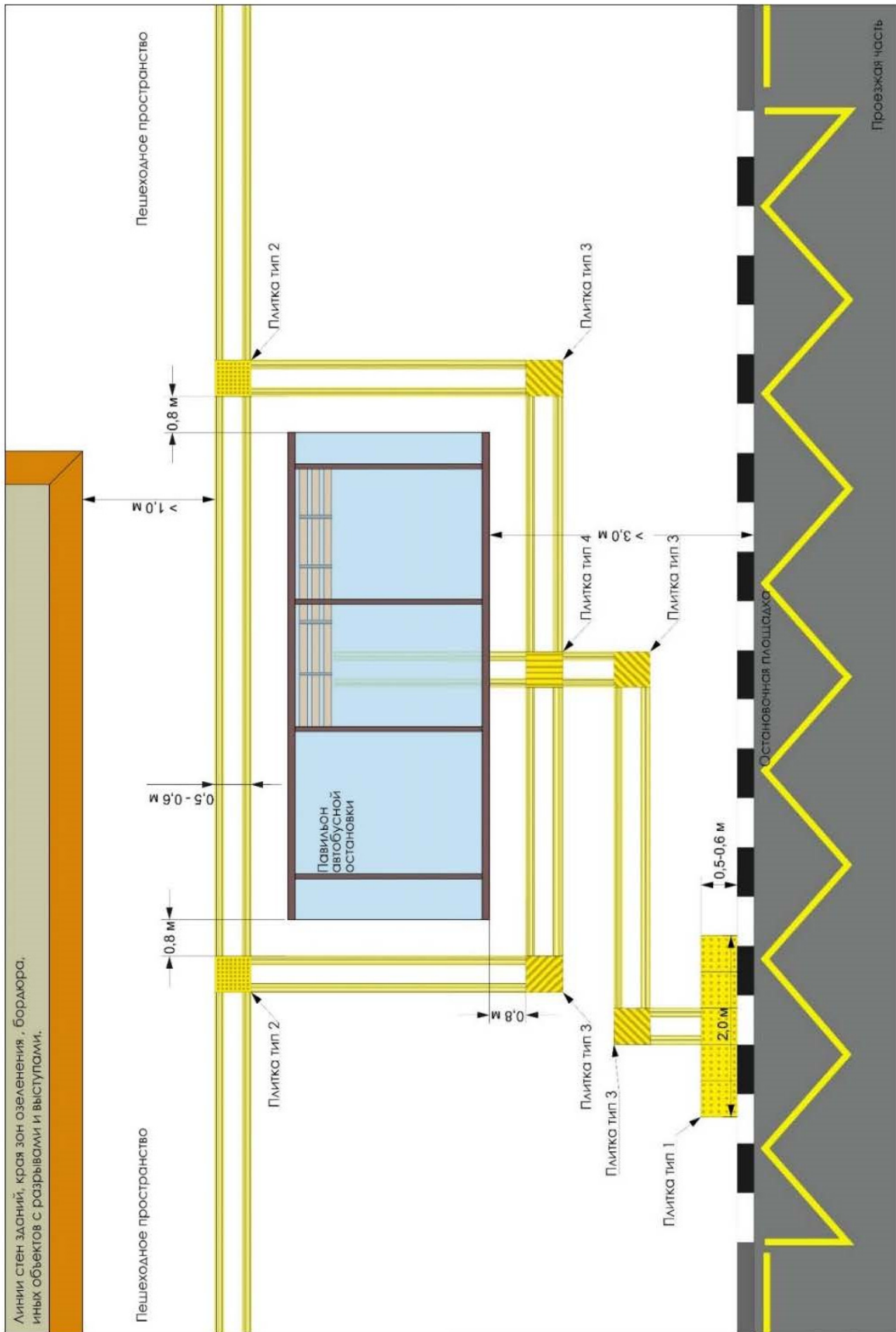


Рис. 2. Предложения по расположению тактильной плитки на остановочном пункте

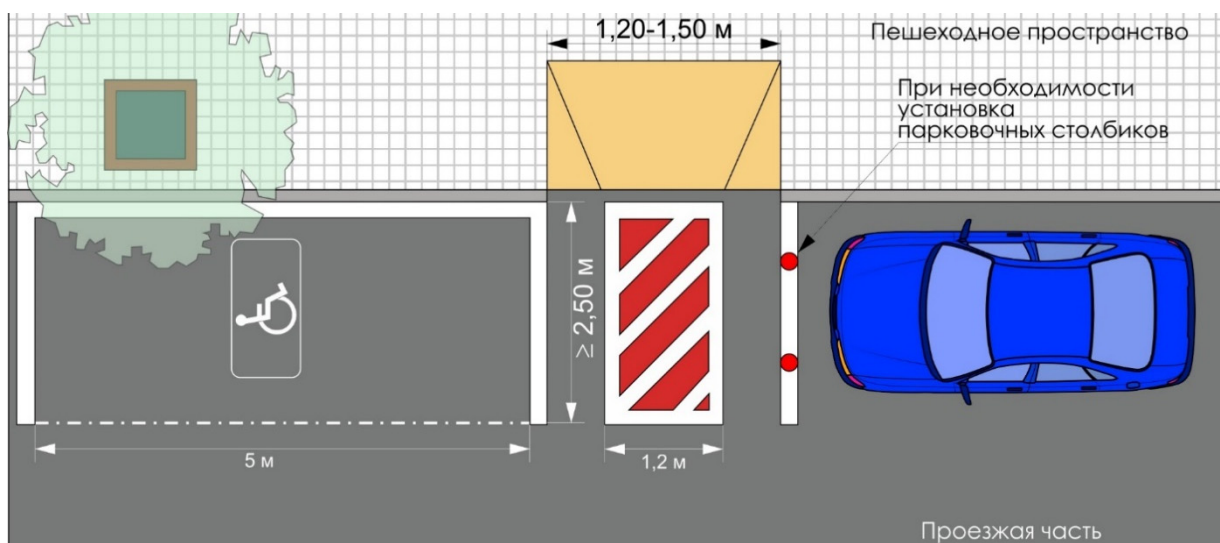


Рис. 3. Типовое оборудование парковочного места для МГН параллельно проезжей части

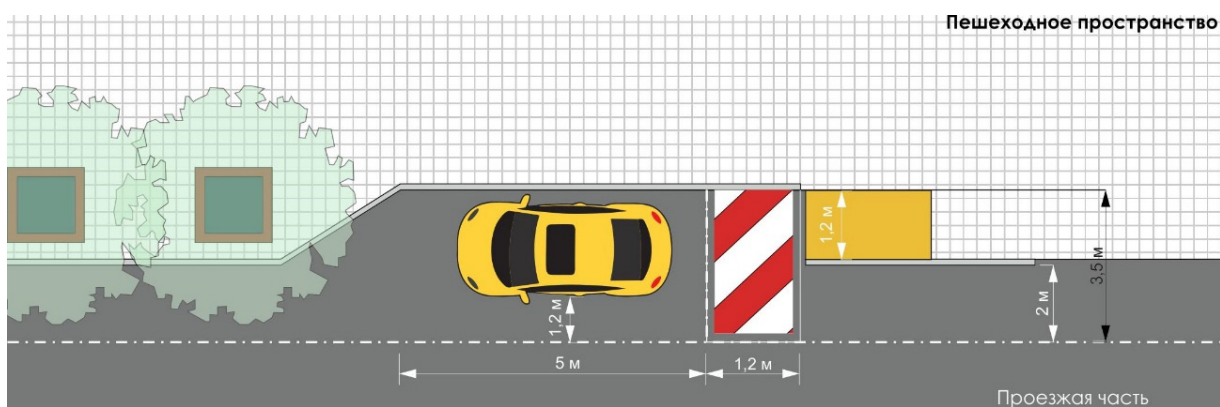


Рис. 4. Типовое оборудование парковочного места для МГН параллельно проезжей части в кармане

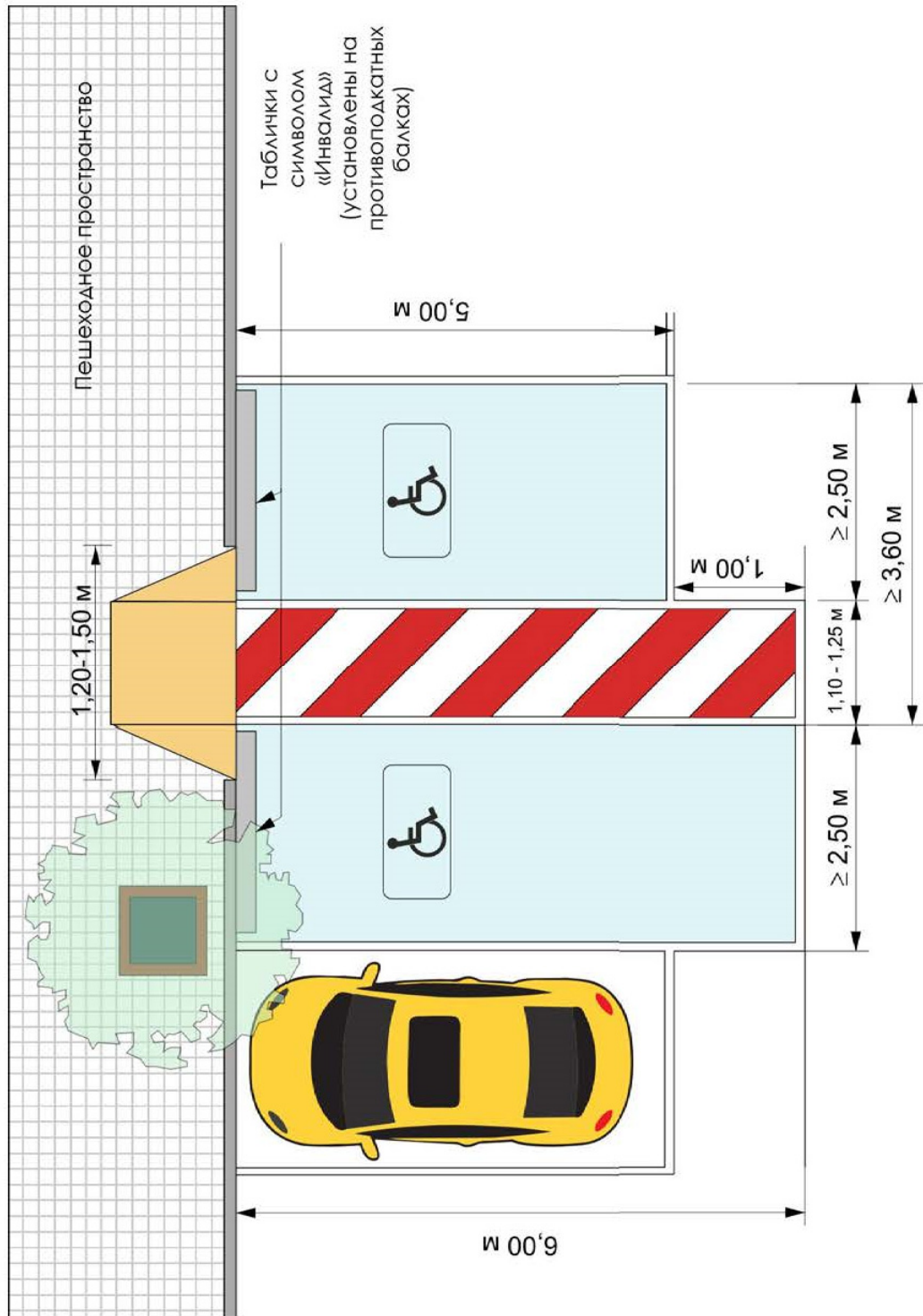


Рис. 5. Типовое оборудование парковочного места для МГН перпендикулярно проезжей части

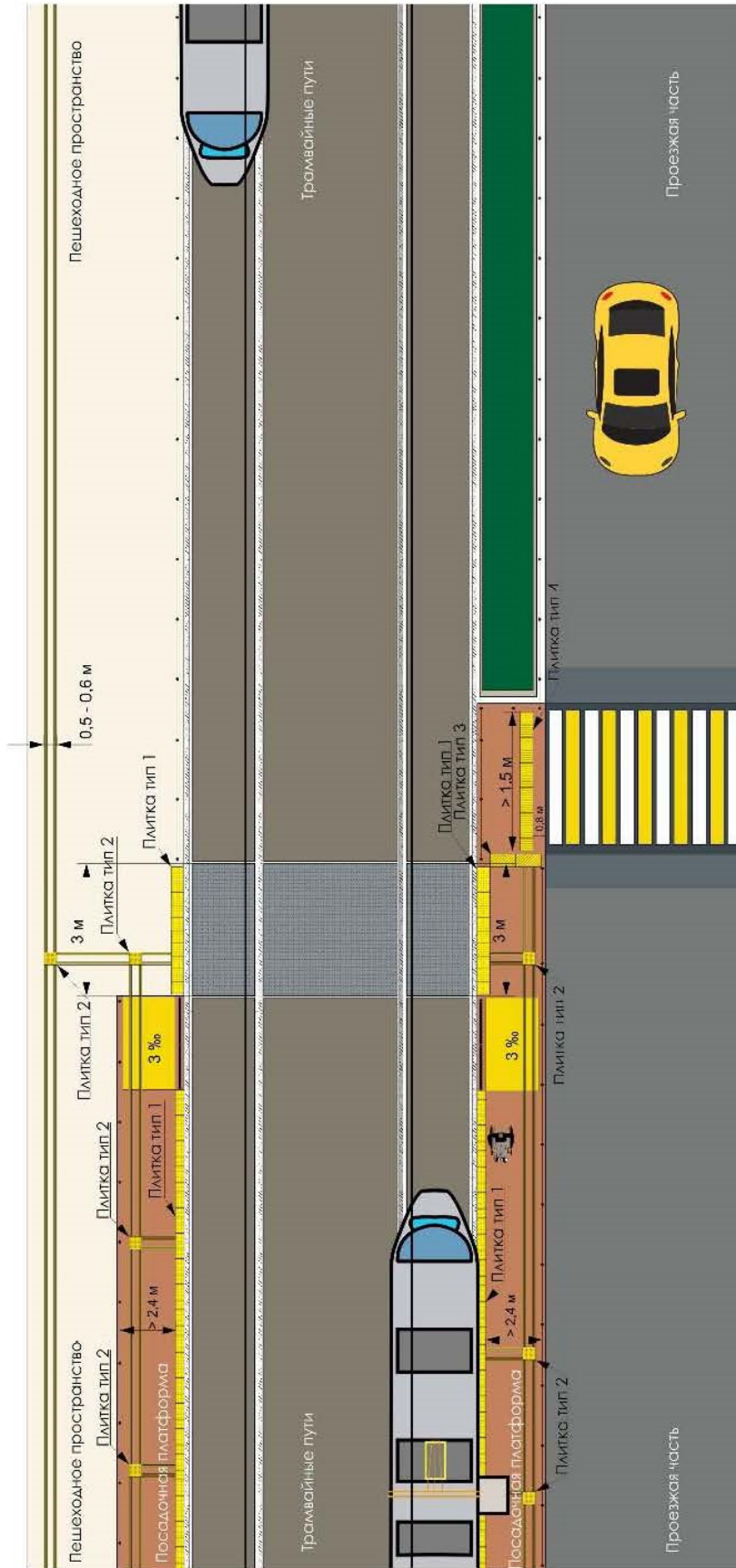


Рис. 6 – Пешеходный переход через трамвайные пути

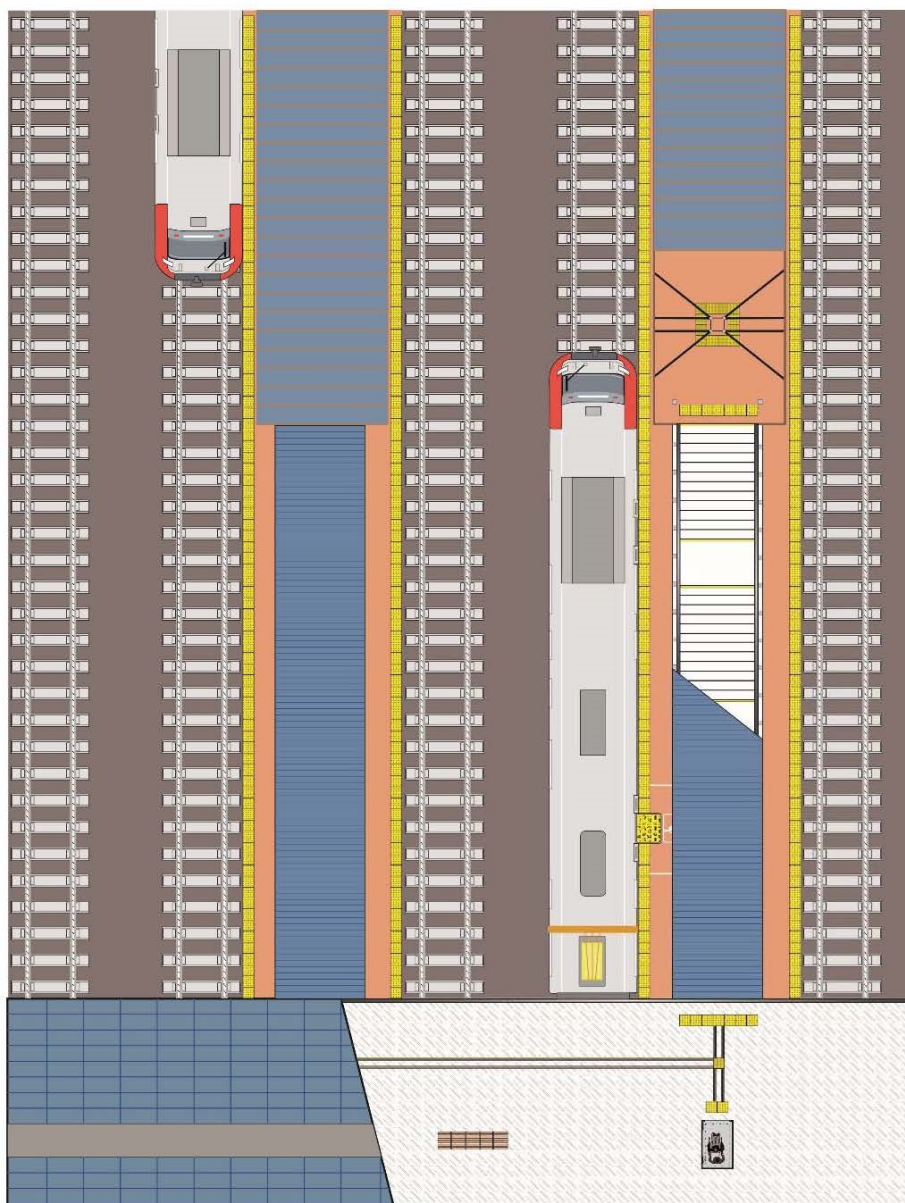


Рис. 7. Надземный пешеходный переход через железнодорожные пути

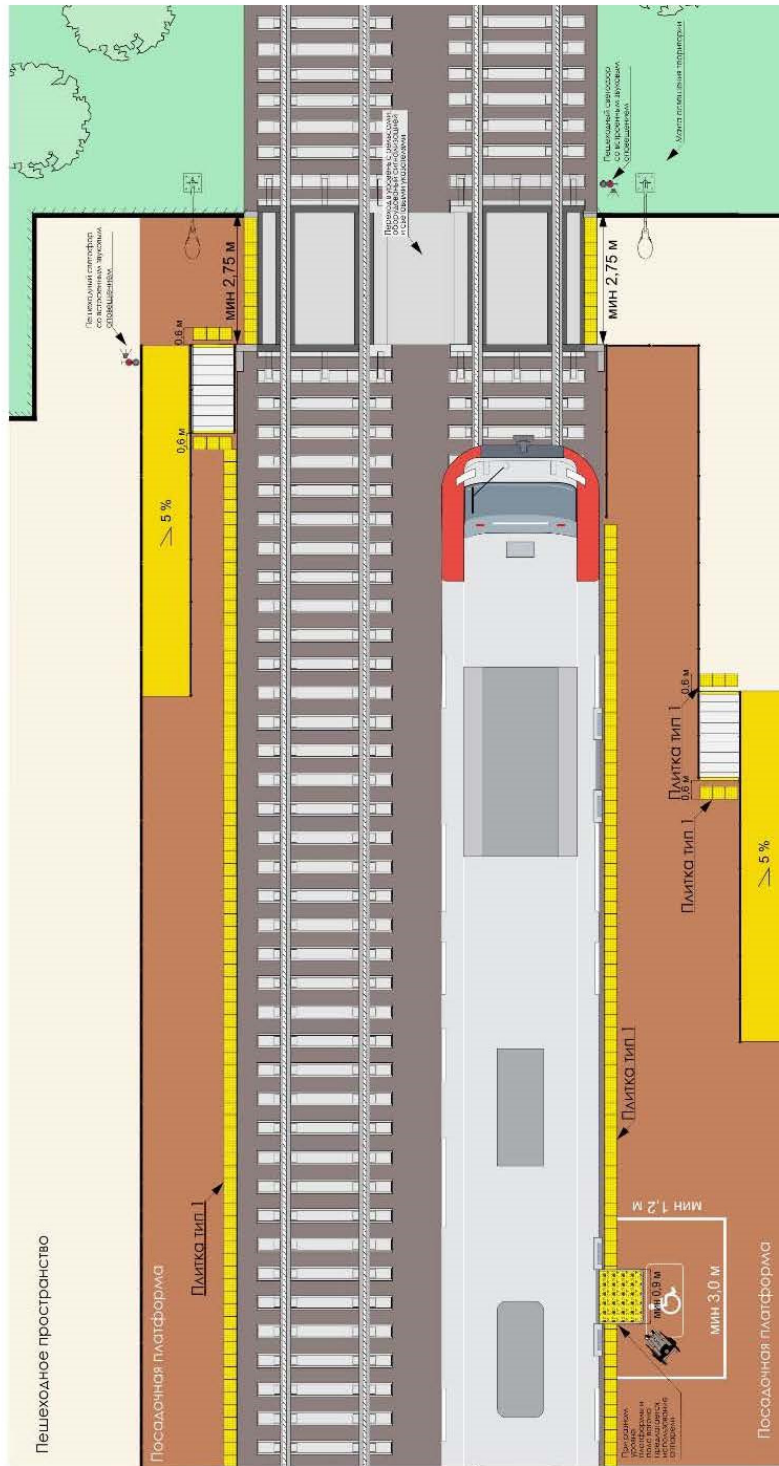


Рис. 8. Наземный пешеходный переход через железнодорожные пути

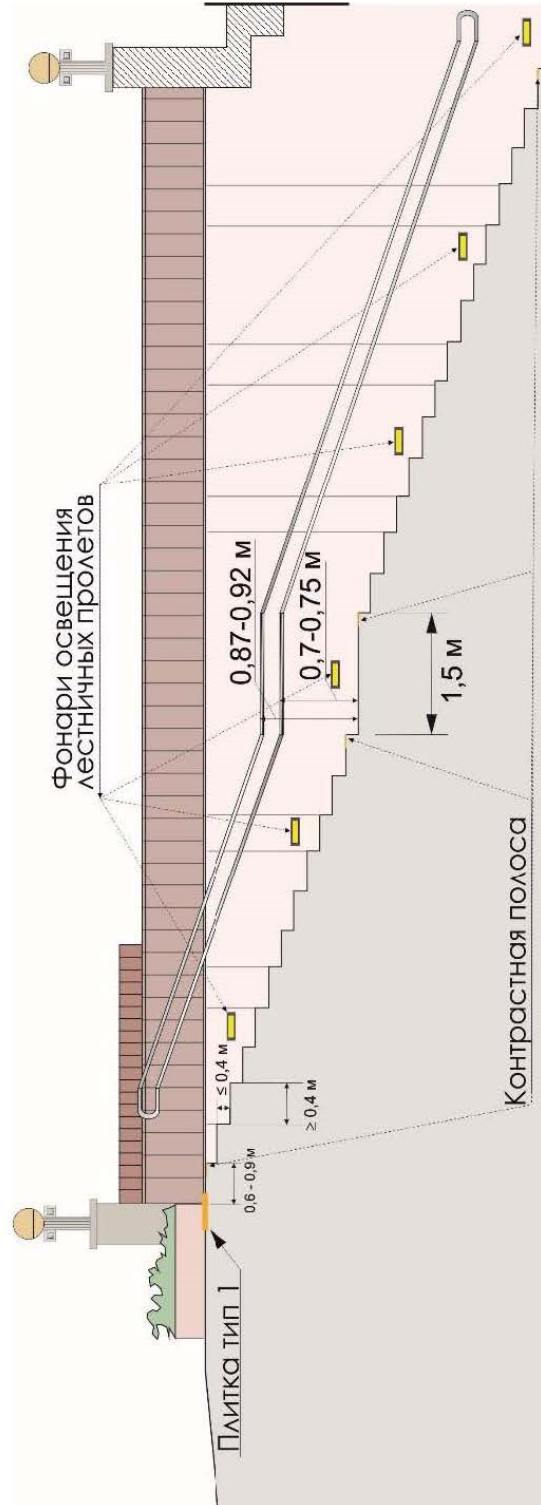


Рис. 9. Подземный пешеходный переход (вид сбоку)

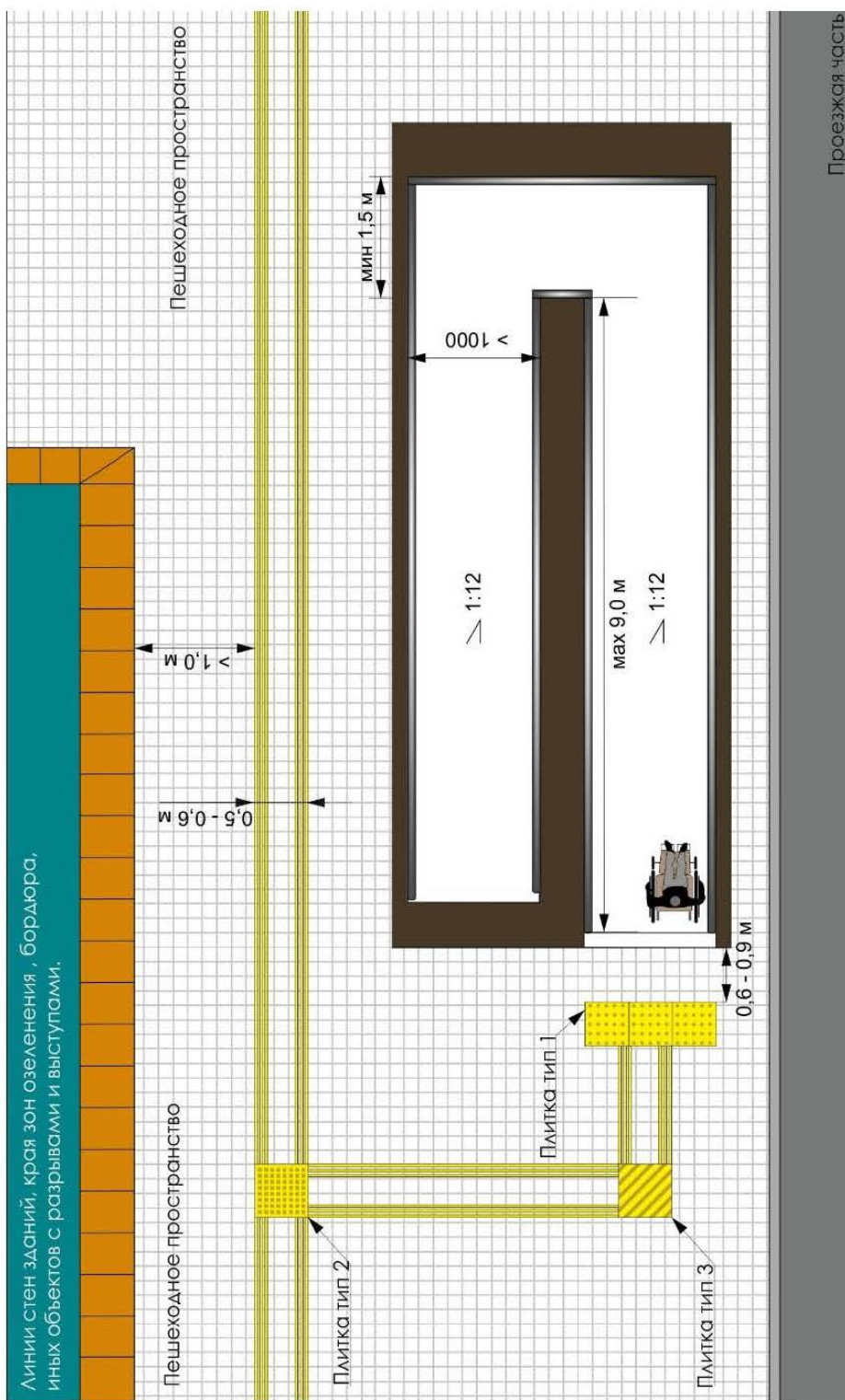


Рис. 10. Подземный пешеходный переход, обустроенный по типу пандуса

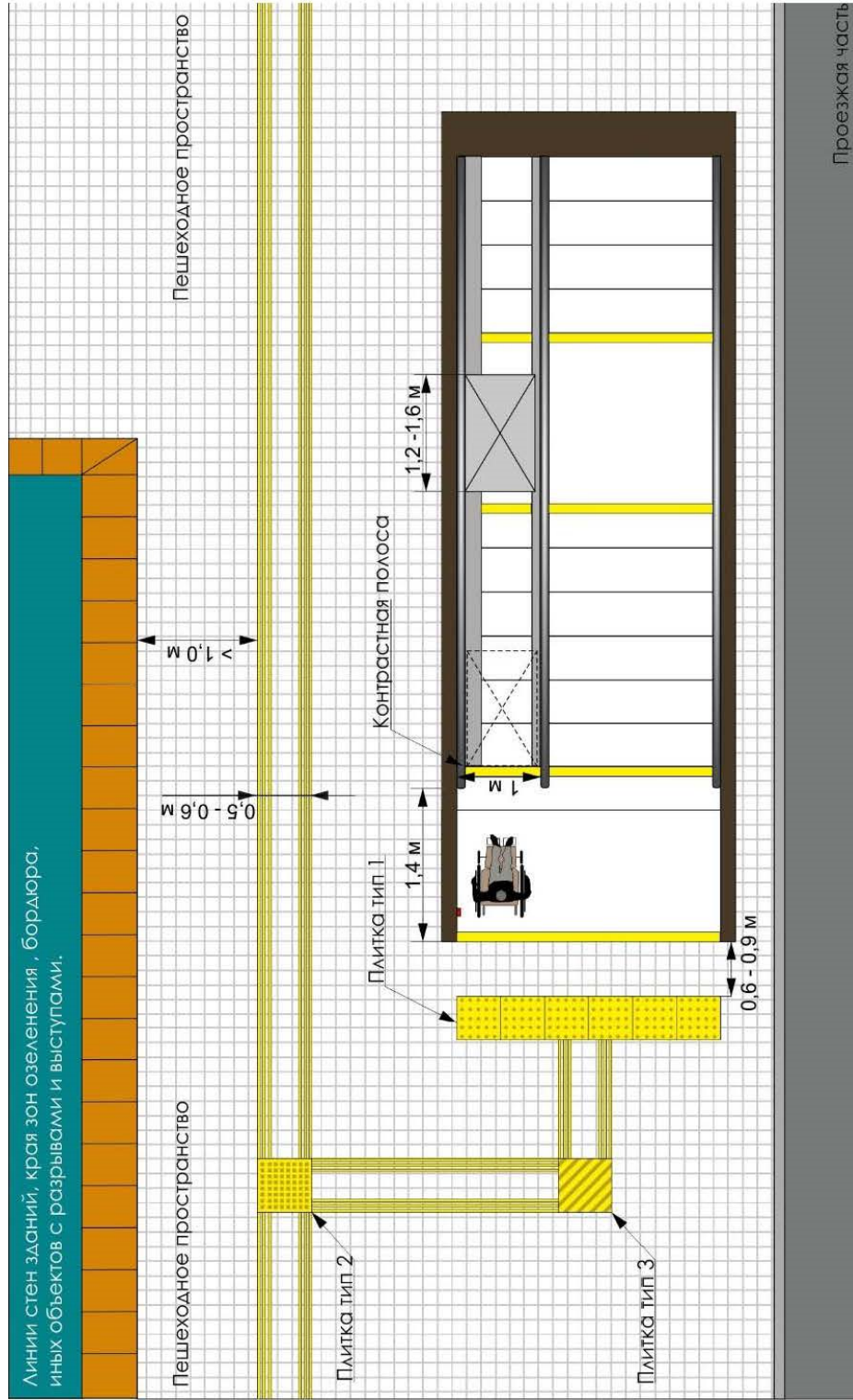


Рис. 11. Подземный пешеходный переход при устройстве платформы для инвалида-колясочника

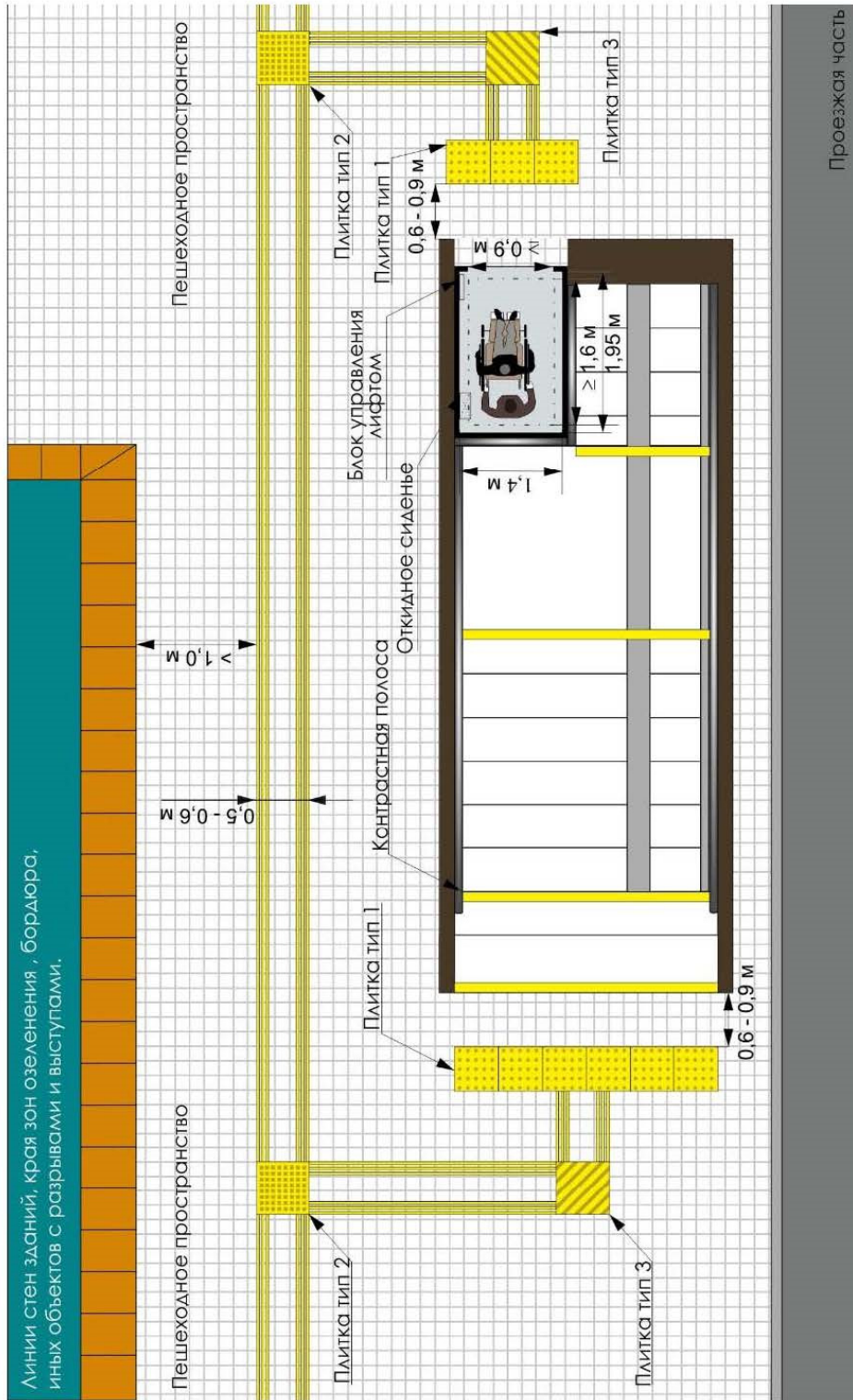


Рис. 12. Подземный пешеходный переход, оборудованный лифтом для МГН

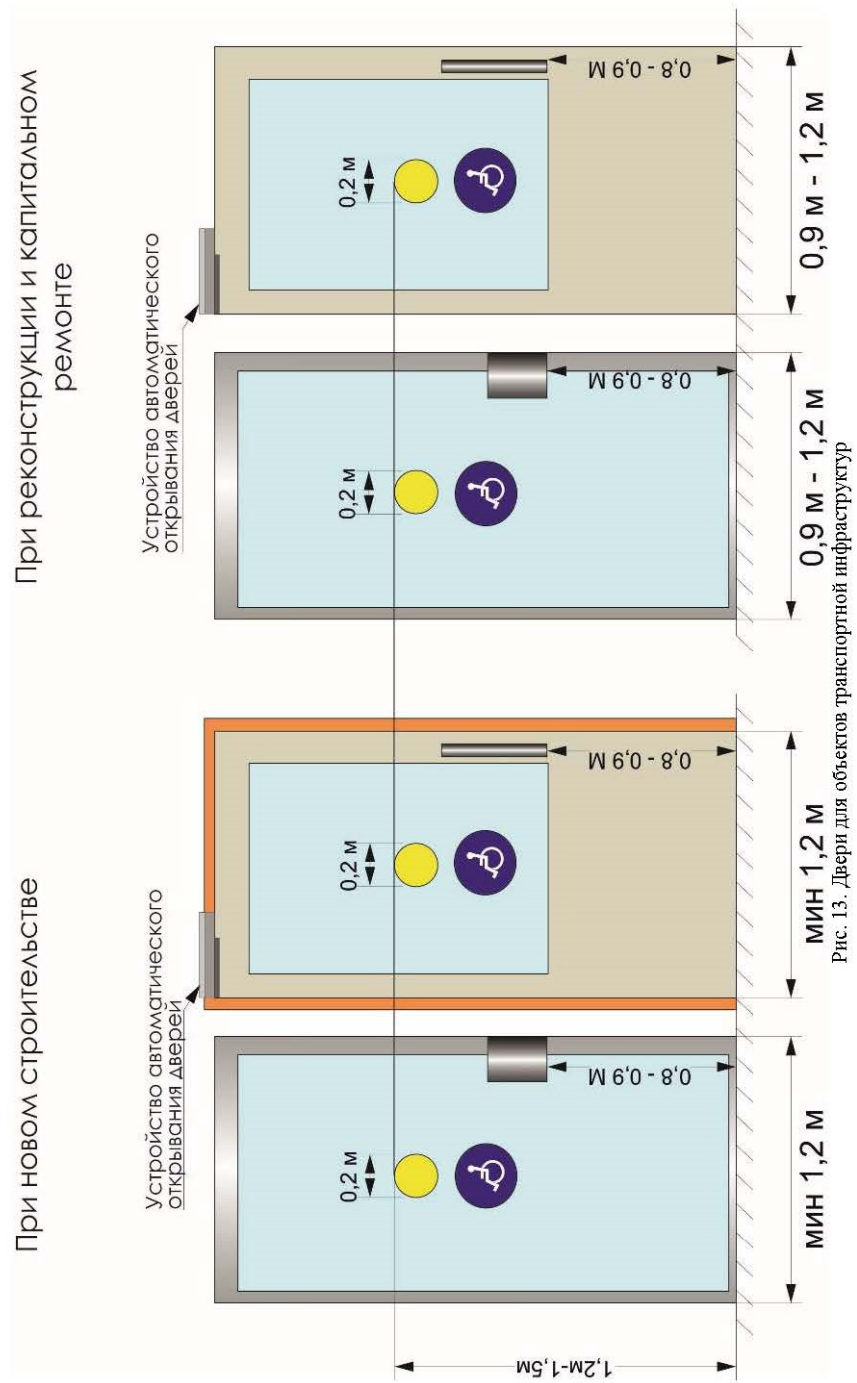


Рис. 13. Двери для объектов транспортной инфраструктуры

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: утв. Федеральным законом от 29.12.2004 № 190. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» / ЗАО «Консультант Плюс».
2. Правила подготовки проектов и схем организации дорожного движения [Электронный ресурс]: утв. Приказом Минтранса России от 17.03.2015 N 43 (ред. от 29.07.2016) «Об утверждении Правил подготовки проектов и схем организации дорожного движения». – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» / ЗАО «Консультант Плюс».
3. СП 59.13330.2012 «Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001»: утв. Приказом Минрегиона России от 27.12.2011 N 605. – М.: Минстрой России, 2015
4. ГОСТ Р 52131-2003 Средства отображения информации знаковые для инвалидов. Технические требования: принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 04.11.2003 N 309-ст. – М.2004.
5. ГОСТ Р 52289 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Текст]. – утв. и введ. 2004-12-15. – М.: Стандартинформ, 2004.
6. ГОСТ Р ИСО 23600-2013 Вспомогательные технические средства для лиц с нарушением функций зрения и лиц с нарушением функций зрения и слуха. Звуковые и тактильные сигналы дорожных светофоров [Текст] : – утв. и введ. 2013-10-17. – М.: Стандартинформ, 2013.
7. Правила дорожного движения Российской Федерации [Электронный ресурс] : утв. Постановлением Сов. министров – Прав. РФ от 23.10.1993 N 1090. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» / ЗАО «Консультант Плюс».
8. ГОСТ Р 52875-2007. Национальный стандарт Российской Федерации. Указатели тактильные наземные для инвалидов по зрению. Технические требования»: – утв. и введ. 2007-12-27. – М.: Стандартинформ, 2007.
9. ГОСТ Р 52605-2006 Технические средства организации дорожного движения. Искусственные неровности. Общие технические требования. Правила применения – утв. и введ. 2008-01-01- М.: Стандартинформ, 2007
10. Федеральный закон от 10.12.1995 N 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» (с изм. и доп., вступ. в силу с 15.07.2016) [Электронный ресурс]- Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» / ЗАО «Консультант Плюс».
11. ОДМ 218.2.007-2011. Методические рекомендации по проектированию мероприятий по обеспечению доступности инвалидов к объектам дорожного хозяйства.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Амирханов Р.Р., Беляев А.И. Зависимость коэффициента технической готовности автомобилей от межсервисного интервала.....	4
Арепьева А.А., Якимов М.Р. Популяризация технологий и инструментов транспортного планирования в городах России.....	8
Атаев П.Г. Железнодорожная сеть Санкт-Петербургской агломерации в системе городского пассажирского транспорта.....	12
Афанасьев А.С., Жуков О.В., Рыженков А.А. Анализ транспортных средств, работающих на компримированном природном газе, и разработка мероприятий по поддержанию их работоспособности.....	22
Баранов Д.А., Иванов С.В. Функциональный баланс как основа для классификации городских улиц и дорог.....	28
Белов А.В. Организация дорожного движения в условиях автоматизации управления автомобилями.....	39
Белый О.В., Баринова Л.Д., Забалканская Л.Э. Экологические аспекты устойчивого развития городской транспортной системы.....	45
Борисова В.А., Егоров А.А., Королев А.А., Корчуков А.А. Вопрос реализации идеи создания дорог из полимерных пластмасс в Российской Федерации.....	49
Боровик В.С., Боровик В.В. Моделирование роли времени в производственном процессе в пространстве Минковского.....	54
Бородин Ю.В. Формирование системы показателей для определения рациональной структуры парка автомобилей-такси.....	63
Веремеенко Е.Г. Моделирование системы удаленной регистрации автомобилей для обслуживания в транспортном узле.....	68
Власов Д.Н., Бахирев И.А., Данилина Н.В. Оценка транспортного потенциала городских территорий при разработке масштабных инвестиционных проектов.....	72
Володькин П.П., Дьячкова О.М., Рыжова А.С. Совершенствование организации дорожного движения на участке улично-дорожной сети г. Хабаровска.....	77
Горев А.Э., Попова О.В. Система методов и комплекс организации приоритетного движения маршрутного пассажирского транспорта.....	83
Громов В.Н. Особенности обеспечения микроклимата метрополитенов.....	96
Денисов В.Ф., Куделькин В.А. Архитектура, стандарты и технологии интегрированных интеллектуальных систем мониторинга и управления дорожным движением в умном городе.....	103
Душкин С.В. Новые способы классификации ИТС.....	113
Егоров Р.В. Беспилотные автобусы на городских маршрутах.....	115
Егорова Т. П., Мярин А.Н. Модель организации пассажирских перевозок в Арктической зоне Якутии.....	120
Елистратов Д.А. Математическое моделирование транспортных потоков при подготовке схемы транспортного обслуживания крупных инфраструктурных объектов.....	126
Жамсуева Г.С. Система менеджмента качества на заводе по техническому обслуживанию и ремонту локомотивов.....	134
Захаров Д.А., Фадюшин А.А., Дрогалева Е. В., Марилов В.С. Особенности реализации генерального плана Тюменской агломерации.....	139
Иващенко О.В. Использование данных автоматизированных систем для получения характеристик подвижности на городском пассажирском транспорте.....	147
Капский Д.В., Пегин П.А., Ситничук Е.П. Аудит безопасности движения в организации городского движения.....	150
Карасевич С.Н. Развитие проектных решений по обеспечению устойчивой мобильности в городах.....	154
Кацуба Ю.Н., Григорьева Л.В. Интеллектуальная система контроля технического состояния автотранспортных средств.....	158
Косцов А.В. К вопросу разработки классификации транспортных пересечений в разных уровнях.....	163
Криволапова О.Ю. Повышение эффективности организации дорожного движения при помощи реализации функций ИТС, связанных с задачей перераспределения транспортных потоков.....	169
Куфтинова Н.Г. Возможности использования имитационного моделирования для анализа транспортных узлов.....	175
Меланко А.Г., Яшманов М.Л. Транспортное моделирование в информационно-аналитической системе регулирования на транспорте (АСУ ТК).....	180

Мельников Р.В. Индивидуальный подход к моделированию движения транспорта на сложных элементах инфраструктуры при подготовке к проведению чемпионата мира по футболу FIFA 2018 г.	187
Менухова Т.А. Повышение эффективности эксплуатации транспортных средств посредством планирования перевозок через единый центр.....	194
Немчинов Д.М. Кольцевое пересечение со спиральными полосами движения.....	197
Нордин В.В., Корнеев Г.У. Необходимость изменения подхода к образованию в области транспортного планирования.....	211
Пономарева М.С. Разработка экономического механизма регулирования отношений участников пассажирского сообщения новой маршрутной сети города Екатеринбурга.....	219
Поспелов П.И., Мартяхин Д.С., Строков Д.М., Пуркин А.В., Рудакова В.В. Мониторинг платных парковок в центральной части г. Москвы	223
Рубцов Е.А. Проблемы обеспечения бесконфликтного движения автотранспорта в пределах рабочей площади Аэродрома.....	229
Смирнова О.Ю., Третьякова Е.А. Анализ схемы пассажирского сообщения Тюмень-Тобольск.....	235
Солодкий А.И. Транспортное моделирование в решении задач организации дорожного движения.....	243
Тарасов И.В., Терентьева В.А., Афанасьев А.С. Дифференцированная оценка изменения показателя качества автомобиля.....	253
Тимченко В.С., Ковалев К.Е. Имитационное моделирование длительностей занятия приемо-отправочных путей технической станции с учетом количества поездных локомотивов.....	257
Травкин А.В. Информационный комплекс по планированию перевозок грузов.....	263
Федотов В.Н., Половинкина Д.Д. Методика применения обобщающих показателей перевозочного процесса на примере оптимизации состава муниципального пассажирского автопарка.....	265
Филиппова Р.В. Исследование вопросов экономической оценки издержек, связанных с временем транспортных передвижений городского населения.....	270
Хасанов Р.И., Сарайкин А. И., Хасанова Р.И. Виртуальные испытания системы движения мотоцикла и управляющих воздействий пилота с использованием игрового движка.....	276
Холин А.С. Организация движения транспорта и пешеходов в Шаховском районе Московской области.....	281
Швецов В.Л., Бурмистров А.Н., Морозов В.П. Этапы формирования эффективной системы управления транспортом в Российских агломерациях: приглашение к дискуссии.....	298
Шепелев В.Д., Клецов А.В., Герль К.Э. Повышение эффективности функционирования транспорта и погрузочных средств.....	307
Шестеров Е.А. Анализ пропускной способности Московского проспекта, на пересечениях с магистралями общегородского значения.....	311
Яковенко К.А. Перспективы развития транспортной системы Донецко-Макеевской агломерации.....	316
Янко Я.В. Адаптация объектов транспортной инфраструктуры для маломобильных групп населения.....	322

Научное издание

ТРАНСПОРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сборник трудов
II Международной научно-практической конференции

Компьютерная верстка И. А. Яблоковой

Подписано к печати 11.10.2017. Формат 60×84 1/8. Бум. офсетная
Усл. печ. л. 43,0. Тираж 500 экз. Заказ 99. «С» 73.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.
Отпечатано на ризографе. 190005, Санкт-Петербург, ул. Егорова, д. 5/8, лит.А.

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ

