

УДК 332.14

DOI: 10.18384/2310-6646-2020-3-101-108

## ПЛАНИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

**Моттаева А. Б.***Московский государственный областной университет**141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская Федерация**Московский государственный строительный университет (Национальный исследовательский университет)**129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26, Российская Федерация***Аннотация.**

**Цель.** Исследовать актуальный вопрос развития региональной транспортной инфраструктуры. Для развития транспортной инфраструктуры и её модернизации необходимы значительные объёмы инвестиций. Рост социально-экономических процессов, подъём уровня жизни населения привёл к стремительному увеличению числа используемого пассажирского транспорта. Развитие строительства в регионах, укрупнение жилых массивов предполагают улучшение и развитие транспортной и социальной инфраструктуры, транспортной обстановки.

**Процедура и методы.** Проведён обзор отечественного и зарубежного статистического материала развития транспортной инфраструктуры. Оценено влияние современных информационных технологий, используемых для улучшения качества и безопасности транспорта.

**Результаты.** На основании сгруппированных исходных данных предложена структура прогнозной транспортной модели. Используя зарубежный опыт при планировании транспортных потоков инфраструктуры, предлагается применять интеллектуальные транспортные системы ITS, которые позволят улучшить показатели эффективности и безопасности работы городского транспорта благодаря применению современных технологий связи, компьютерных систем и специализированного программного обеспечения.

**Теоретическая и/или практическая значимость.** В результате анализа социально-экономических процессов выявлен значительный подъём уровня жизни населения, который ведёт к стремительному увеличению числа используемого пассажирского транспорта. Для этого предлагается прогнозная модель по оптимальному развитию транспортной инфраструктуры и использованию территорий.

**Ключевые слова:** транспортный комплекс, дорожно-транспортная сеть, пассажирский транспорт, планирование, транспортные потоки, инфраструктура

## PLANNING AND MODELLING REGIONAL TRANSPORT INFRASTRUCTURE

**A. Mottaeva***Moscow Region State University**24, Very Voloshinoy st., Mytishchi, 141014, Moscow Region, Russian Federation**Moscow State University of Civil Engineering**26, Yaroslavskoe highway, Moscow, 129337, Russian Federation*

**Abstract.**

**Aim.** To explore the topical issue of regional transport infrastructure development. The development of transport infrastructure and its modernization require significant amounts of investment. The growth of socio-economic processes, the rise of living standards of the population led to a rapid increase in the number of passenger transport used. Development of construction in the regions, consolidation of residential areas, implies improvement and development of transport and social infrastructure, transport situation.

**Methodology.** A review of domestic and foreign statistical material for the development of transport infrastructure was carried out. The impact of modern information technologies used to improve the quality and safety of transport was estimated.

**Results.** Based on the grouped initial data, the authors proposed the structure of the forecast transport model. Using foreign experience, when planning transport flows of infrastructure, it is proposed to use intelligent transport automated ITS systems.

**Research implications.** The theoretical significance of the article is that the analysis of socio-economic processes revealed a significant rise in the standard of living of the population, which leads to a rapid increase in the number of passenger transport used. For this purpose, a forecast model for optimal development of transport infrastructure and use of territories is proposed. The practical significance is that using foreign experience, when planning transport flows of infrastructure, intelligent transport systems ITS can be used, which will improve the efficiency and safety of urban transport.

**Keywords:** transport complex, road transport network, passenger transport, planning, transport flows, infrastructure

**Введение**

Развитие дорожно-транспортной сети города длится десятилетиями, и для её модернизации затрачиваются значительные объёмы времени и инвестиций. Рост скорости протекания социально-экономических процессов обусловил подъём уровня жизни населения, что привело к стремительному увеличению числа используемого пассажирского транспорта. Эти процессы повлияли на состояние коммерческого, жилищного, строительного и других секторов городской структуры. Высокий темп развития инфраструктуры города ухудшил пропускную способность дорожно-транспортной сети и экологическую составляющую, а чрезмерное использование отдельных видов транспорта повлекло за собой значительные перепробеги пассажирского транспорта и увеличение необходимого времени передвижения между районами населённого пункта [1].

Наличие работоспособного транспортного комплекса влияет на скорость и масштабы развития региональной структуры с экономической и технологической стороны. Для изменения транспортной ситуации в лучшую сторону внедряют новые виды транспорта и модернизируют уже существующие.

Протяжённость основных дорог, а также их структурная составляющая, формируются на основании генеральных планов развития региона. Долгое время приоритетным направлением развития дорожно-транспортной сети Российской Федерации являлся общественный пассажирский транспорт. Его нормативное значение составляло 60 автомобилей на 1000 человек. Именно на основании установленных норм происходило структурирование всей дорожно-транспортной сети России, но эта система имеет ряд недостатков, среди которых можно выделить [2]:

- недостаточную плотность улиц магистрального назначения;

- неразвитость местных улиц;
- одновременное осуществление перевозок пассажиров в потоке грузовыми и легковыми автомобилями;
- применение устаревших автотранспортных средств;
- недостаточную информационную систему оповещения о движении потоков автотранспорта в городе;
- отсутствие выделенных маршрутов для движения грузового транспорта.

### **Анализ развития зарубежной и отечественной транспортной инфраструктуры**

С каждым годом развивающиеся страны всё чаще применяют интеллектуальные транспортные системы (ITS – Intelligent Transportation Systems) при планировании транспортных потоков инфраструктуры. ITS позволяют улучшить показатели эффективности и безопасности работы городского транспорта благодаря применению современных технологий связи, компьютерных систем и специализированного программного обеспечения. В конечном итоге положительный эффект от применения ITS всё равно может достигнуть не более 20%. Следовательно, следует не только придерживаться мер регулирования движения, но и искать другие пути решения проблем [4].

Одной из самых радикальных и дорогостоящих мер является развитие улично-дорожной сети городов. Повышения доли задействованной территории города можно достигнуть, корректируя имеющуюся документацию и создавая новые руководства по застройке новых жилых поселений.

Развитие строительства в регионах, укрупнение жилых массивов, предполагает улучшение и развитие транспортной и социальной инфраструктуры, транспортной обстановки. Для этого необходимо предпринять меры по оптимальному использованию территорий, мест парковки для проживающих.

Принимая во внимание зарубежный опыт, можно предложить сократить использование личного транспорта, т. к. он и создаёт перегруженность и уменьшает пропускную способность транспортной системы. Для этого необходимо усовершенствовать маршруты и увеличить парк общественного транспорта в регионах и городах соответственно. По статистике, во многих европейских городах уровень использования личного транспорта сократился на 20%.

Другим направлением развития городской транспортной инфраструктуры является развитие общественного транспорта, при котором использование общественного пассажирского транспорта становится для населения более выгодным и приоритетным.

Для успешного планирования транспортных потоков инфраструктуры следует раскрыть квалификационную составляющую дорог России и зарубежных стран.

Высоким уровнем автомобилизации отличаются такие страны, как Канада и США. Функционально дороги этих стран придерживаются принципа «обслуживание движения – обслуживание доступа». Улицы и дороги высших категорий предназначены для обслуживания поездок на большие расстояния. Канадская и американская система дорожного проектирования дорожной системы предполагает 2 вида доступа – к территориям и владениям. Все перемещения по проезжей части аргументированы одной из представленных характеристик: размещение проездов относительно друг друга, стандарты геометрического проектирования дороги, количественные и качественные характеристики возникающих конфликтных ситуаций; безопасность пешеходного движения; сокращение числа помех главному транспортному потоку [3].

Важнейшими направлениями планирования транспортных потоков являются следующие [6].

1. Снижение интенсивности движения в центральной части города.
2. Ориентированность на использование пассажирского общественного транспорта.
3. Особая политика в части размещения парковочных мест.

За последние десятилетия расширилось понимание функциональной составляющей дорожной системы. Основными функциями являются:

- транзитная – обеспечение проходимости транспортных потоков между районами города и за его пределами;
- доступность передвижений – обслуживание транспорта во всех районах города;
- формирование городской инфраструктуры – создание и поддержание особых условий для формирования ландшафта города и застроек;
- социальная функция – обеспечение всех необходимых условий комфортного проживания в городе для населения;
- экологическая – мониторинг состояния микроклимата города, качественных характеристик воздуха и др.
- экономическая – экономическая ситуация в городе.

Всё это и наталкивает на принятие и применение особых моделей и подходов при планировании транспортных потоков.

### **Моделирование и планирование транспортных потоков**

Модель применяется в качестве максимально точного отображения действительности о каком-либо предмете / процессе без экономических затрат на его создание. Моделирование позволяет вычлениить и проанализировать необходимые для процесса исследования характеристики изучаемого объекта.

Стоит помнить, что ни одна модель не сможет полностью соответствовать реальности, поэтому она должна хотя бы передавать те свойства оригинала, которые являются значимыми для проводимого исследования.

Среди множества моделей выделяют несколько групп моделей, предназначенных для анализа транспортных потоков [5]:

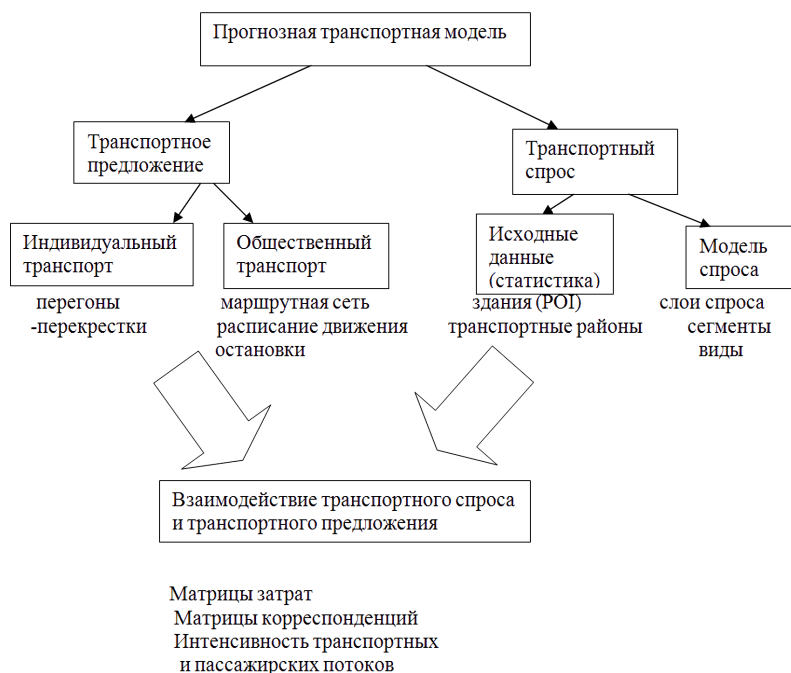
- 1) прогнозные модели;
- 2) имитационные модели;
- 3) оптимизационные модели.

Все группы моделей взаимосвязаны между собой. Так, прогнозные модели создают первичные данные для создания имитации движения по сетям дорожной системы. Имитация же выявляет необходимость в дальнейшей оптимизации маршрутов движения сети.

Прогнозные модели собирают обобщающие данные об участниках сети (интенсивность потока, распределение пассажиров и водителей и др.). Имитационные модели рассматривают комплексные характеристики дорожной сети, например, задержки на перекрестках, длину и скорость образования «очереди». При применении таких моделей появляется возможность поиска путей модернизации транспортного потока для увеличения спроса на участок сети. С другой стороны, увеличение спроса на отдельный участок означает, что остальные водители тоже станут выбирать его намного чаще, что снизит нагрузку на другие зоны. Возникнет необходимость дальнейшего перераспределения потоков между другими элементами.

А эту задачу решают прогнозные модели. Поэтому прогнозные и имитационные модели являются дополняющими относительно друг друга [5].

Из всей совокупности транспортных моделей более подробно рассмотрим наиболее используемые в планировании транспортных потоков городской структуры. Такими моделями являются прогнозные (рис. 1), т. к. они ориентируются на мельчайшие характеристики транспортного потока и позволяют наиболее чётко оценить реальную транспортную ситуацию.



**Рис. 1 / Fig. 1.** Структура прогнозной транспортной модели / Structure of the forecast transport model

Источник: [4].

Транспортная модель состоит из информационных и расчётных блоков. Информационные блоки включают необходимую совокупность данных для дальнейшего прогнозирования транспортных потоков. Расчётные – данные о необходимости в передвижениях и расчёт реализующих эту потребность транспортных потоков.

Для правильного составления модели необходимо собрать огромный блок данных, позволяющий увидеть картину целиком. Поэтому на этап сбора информации при построении прогнозной модели требуется много времени и трудовых ресурсов.

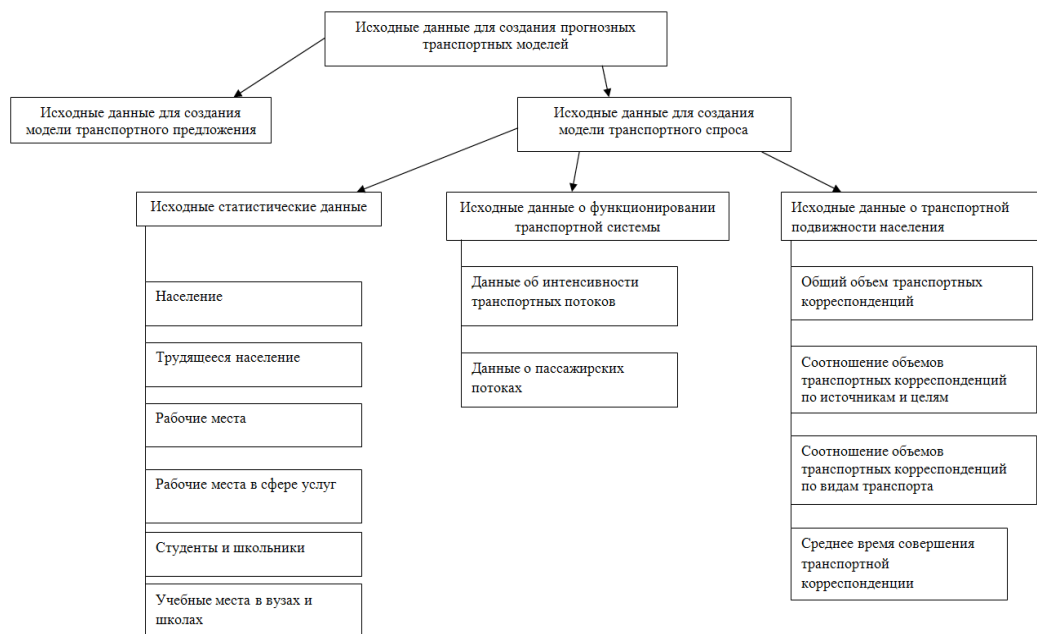
Следующие два этапа идут неразрывно друг от друга – создание предложения и расчёт транспортного спроса.

Заключительный этап предполагает совершенствование способов распределения транспортного спроса относительно предложения и калибровку итоговой модели.

Транспортное предложение включает показатели, благодаря которым транспортная система (города, региона) может удовлетворить спрос и определить, какого качества и в каком объёме транспортной системе придётся покрыть спрос.

Транспортный спрос показывает качественные и количественные характеристики, которые жители ожидают от транспортной системы.

Вся совокупность исходных данных для создания прогнозной транспортной модели представлена на *рис. 2*.



**Рис. 2 / Fig. 2.** Исходные данные для создания прогнозных транспортных моделей / Input data for the creation of forecast transport models

Источник: [4].

С точки зрения модели, город представляет собой отдельно взятые центры, которые являются точками начала и завершения транспортного потока. Для того чтобы выделить такие центры, сначала производят зонирование города по транспортным районам, а затем выявляют места наибольшего сосредоточения движения транспорта. Эти зоны рассматривают с т. зр. таких характеристик, как населённость, занятость и др. Количество определяемых зон обычно находится в диапазоне от 500 до 1000 в зависимости от предполагаемой точности исследования.

Однако стоит учитывать, что все вышеперечисленные модели имеют ряд недостатков и ограничений. При усовершенствовании модели соответственно растёт сложность её применения и увеличивается необходимое количество исходных данных.

### Программные продукты для организации дорожной сети

Все обнаруженные закономерности действия транспортных потоков алгоритмизированы и запрограммированы в качестве специальных программных продуктов. Эти программы позволяют упростить процесс построения дорожной сети на микро- и макроуровнях [7].

Самой подробной транспортной моделью в мире является немецкая модель, созданная с помощью PTV Vision VISUM. Одной из самых наиболее известных в прошлом программ является EMME/2, которая впервые появилась в Канаде и Финляндии.

На российском рынке существует также множество программных продуктов, самыми известными из которых являются продукты компании PTV AG. Благодаря многофункциональности эта программа получила распространение среди широкого круга лиц: транспортных ведомств, инженерных компаний, управления железнодорожно-транспортными потоками и др. [7].

Сейчас в мире существует множество программных продуктов для микро-моделирования транспортной системы, например VISSIM, TRANSIMS, PARAMICS, EMME/2, SATURN. **Автоматизированные программы позволяют учитывать транспортные расходы пассажиров сети, обрабатывать и выводить огромные объемы данных, создавать 3D модели рассматриваемых участков дороги и т. д.**

Во всех программах используют индикаторы для анализа транспортной ситуации. Ими могут быть: количество дорожно-транспортных происшествий, автомобилей на парковочных местах, погодные условия и др.

### Заключение

Главным преимуществом использования автоматизированных программных продуктов является возможность наглядного представления прогнозируемой информации, ускорение процесса сбора, анализа и вывода данных.

Для понимания целей, для которых создаются те или иные функциональные возможности программ, разработчики используют классификацию. В соответствии с классификацией программные продукты могут предлагать модель с разной степенью детализации и геометрическими параметрами сети. В единые программные системы включаются те продукты, которые решают вопросы организации планирования дорожного движения.

Все существующие программы можно разделить по типу решаемых задач и назначению, но для поддержания должного уровня конкурентоспособности производители стремятся создать универсальные продукты, которые охватывают много моделей разных классов.

*Статья поступила в редакцию 22.04.2020.*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Галабурда В. Г., Соколов Ю. И., Королькова Н. В. Управление транспортной системой: учеб. М., 2016. 343 с.
2. Климович А. Н., Шуть В. Н. Системный анализ основных тенденций в развитии адаптивных методов управления транспортными потоками // Системный анализ и прикладная информатика. 2017. № 3. С. 28–32.
3. Милославская С. В., Почаев Ю. А. Транспортные системы и технологии перевозок: учеб. пос. М.: ИНФРА-М, 2015. 116 с.
4. Николаев Н. Н. Моделирование транспортных процессов: учеб. пос. 2016. 153 с.
5. Селиверстов С. А., Селиверстов Я. А. Моделирование транспортных потоков мегаполиса с вводом новых видов водного внутригородского пассажирского транспорта // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. 2015. № 2 (30). С. 69–80.
6. Скалозуб В. В., Паник Л. А. Моделирование неоднородных транспортных потоков с переменными тарифами // Транспортные системы и технологии перевозок. 2015. № 10. С. 105–111.
7. Фейзуллаев А. Р., Казаков Л. В. Прогнозирование распределения транспортных потоков в PTV vision VisSim // Молодой исследователь Дона. 2017. № 3 (6). С. 90–94.

## REFERENCES

1. Galaburda V. G., Sokolov Yu. I., Korolkova N. V. *Upravlenie transportnoi sistemoi* [Management of Transport System]. Moscow, 2016. 343 p.
2. Klimovich A. N., Shut V. N. [A systematic analysis of the main trends in the development of adaptive methods for traffic management]. In: *Sistemnyi analiz i prikladnaya informatika* [System Analysis and Applied Informatics], 2017, no. 3, pp. 28–32.
3. Miloslavskaya S. V., Pochaev Yu. A. *Transportnye sistemy i tekhnologii perezovozok* [Transport System and Transport Technology]. Moscow, INFRA-M Publ., 2015. 116 p.
4. Nikolaev N. N. *Modelirovanie transportnykh protsessov* [Modeling Transport Processes]. 2016. 153 p.
5. Seliverstov S. A., Seliverstov Yu. A. [Modeling traffic flows of the metropolis with the introduction of new types of water local passenger transportation]. In: *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* [Bulletin of the State University of the Navy and River Fleet named after Admiral S. O. Makarov], 2015, no. 2 (30), pp. 69–80.
6. Skalozub V. V., Panik L. A. [Simulation of heterogeneous traffic flows with variable rates]. In: *Transportnye sistemy i tekhnologii perezovozok* [Transport systems and technologies], 2015, no. 10, pp. 105–111.
7. Feizullaev A. R., Kazakov L. V. [Forecasting the distribution of traffic in PTV vision VisSim]. In: *Molodoi issledovatel Dona* [Don's young explorer], 2017, no. 3 (6), pp. 90–94.

---

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Моттаева Анджела Бахауовна – доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента Московского государственного областного университета, профессор кафедры организации строительства и управления недвижимостью Московского государственного строительного университета;  
e-mail: doptaganka@yandex.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Angela B. Mottaeva – Dr. Sci. (Economics), Prof., Department of Management, Moscow Region State University, Department of Construction and Real Estate Management, Moscow State University of Civil Engineering;  
e-mail: doptaganka@yandex.ru

---

## ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Моттаева А. Б. Планирование и моделирование региональной транспортной инфраструктуры // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2020. № 3. С. 101–108.  
DOI: 10.18384/2310-6646-2020-3-101-108

## FOR CITATION

Mottaeva A. B. Planning and modelling of regional transport infrastructure. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economics*, 2020, no. 3, pp. 101–108.  
DOI: 10.18384/2310-6646-2020-3-101-108