

УДК 711.533.1

## **МЕТОДОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОГО ЯДРА АГЛОМЕРАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ)**

**Власов Д.Н.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ГУП «НИ и ПИ Генплана Москвы», Москва, Россия (125047, г. Москва, 2-я Брестская ул., д. 2/14), e-mail: [vlasych@mail.ru](mailto:vlasych@mail.ru)

---

Статья посвящена вопросам формирования системы транспортно-пересадочных узлов на территории городского ядра агломерации (на примере Москвы). В публикации определены общие цели и задачи развития системы ТПУ. Значительное количество узлов, формирующих систему ТПУ (360 узлов на территории Московской агломерации), определяет необходимость определения приоритетных узлов, реконструкция которых позволит максимально улучшить условия перемещения по сети общественного транспорта. В качестве теоретической основы разработки методической базы был избран системный анализ. С учетом роли ТПУ, в системе транспортного обслуживания населения, разработана система приоритетных направлений реконструкции ТПУ. Предложена методика выбора приоритетных узлов среди равнозначных ТПУ муниципального значения, основанная на расчете «коэффициента транспортно-пересадочного узла». Результатом работы являются предложения приоритетных для реконструкции ТПУ, расположенных в пределах Московской кольцевой автодороги (МКАД).

---

Ключевые слова: транспортно-пересадочные узлы, системный анализ, квалиметрия, приоритет общественного транспорта, коэффициент пересадочного узла.

## **THE METODOLOGY OF DEVELOPMENT OF THE TRANSIT&TRANSPORT TERMINAL SYSTEM ON THE TERRITORY OF THE URBAN AGGLOMERATION CORE (ON THE EXAMPLE OF MOSCOW)**

**Vlasov D.N.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Moscow Masterplan Institute, Moscow, Russian Federation (125047, Moscow, 2-ya Brestskaya st., 2/14), e-mail: [vlasych@mail.ru](mailto:vlasych@mail.ru)

---

The article is devoted to the issues of formation of the system of the Transit&Transport terminals on the territory of the urban agglomeration core (on the example of Moscow). In the publication defines the general objectives of the development of Transit&Transport terminal system. A significant number of nodes to form a Transit&Transport terminal system (360 nodes on the territory of Moscow agglomeration) defines the need to identify priority nodes, the reconstruction of which will allow to improve conditions of moving by public transport network. As a theoretical basis for the development of methodological base was elected system analysis. With regard to the role of Transit&Transport terminals in the system of transport service of the population, was developed a system of priority directions of reconstruction of Transit&Transport terminals. Suggested methodology for the selection of priority nodes in equivalent Transit&Transport terminals municipal value based on the calculation of "the coefficient of Transit&Transport terminal". The results of the work are the suggestions of priority for reconstruction Transit&Transport terminals, located within the limits of Moscow Circle Road (MKAD).

---

Keywords: Transit&Transport terminal, system analysis, qualimetry, the priority of public transport, "the coefficient of Transit&Transport terminal", qualimetry.

### **Введение**

Правительство Москвы и федеральные органы власти уделяют большое внимание развитию транспортной инфраструктуры Московской агломерации. В программных и распорядительных документах по развитию транспортной системы Московского региона важное место занимают предложения по развитию системы транспортно-пересадочных узлов (ТПУ):

- по заказу Минтранса РФ проведены работы по актуализации «Программы развития транспортного комплекса Московского региона...» (в настоящее время проводятся работы по ее корректировке в связи с изменениями в административно-территориальном устройстве Москвы и Московской области);
- подписано соглашение Правительства Москвы с ОАО «Российские железные дороги» (от 10.11.2011 «О сотрудничестве в области реализации проектов создания в городе Москве транспортно-пересадочных узлов с обустройством прилегающей территории») [7];
- выпущен ряд распорядительных документов Правительства Москвы, включая Постановление Правительства № 649-ПП от 15.11.2012 г. «О формировании транспортно-пересадочных узлов в городе Москве» [8].

Система ТПУ Московской агломерации на сегодняшний день сформировалась (рис. 1) и представлена 360 узлами, из них на территории, в пределах Московской кольцевой автодороги, расположено 194 ТПУ.

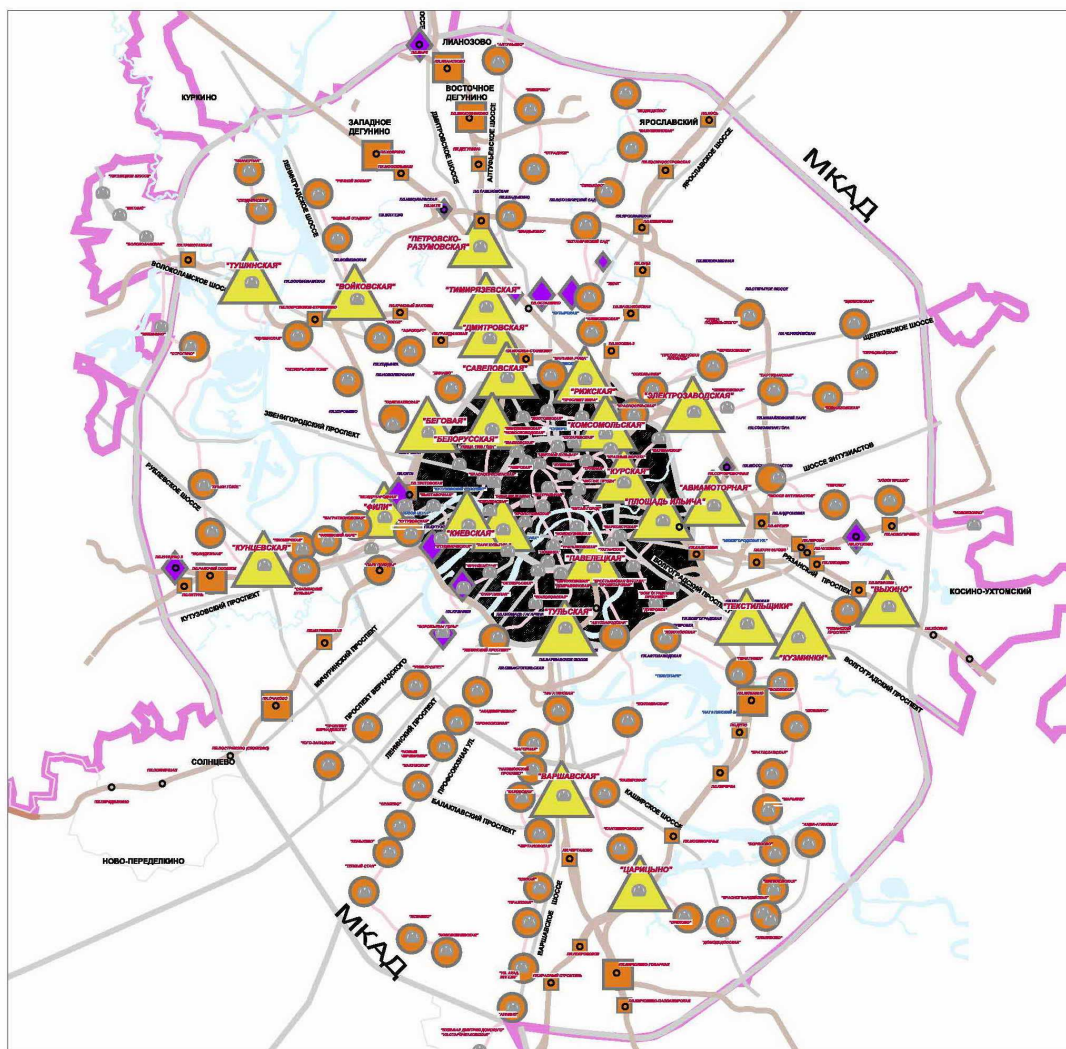
Инфраструктурные проекты, включая реализацию мероприятий по формированию системы транспортно-пересадочных узлов, требуют значительных материальных затрат, что делает необходимым определение приоритетных направлений и формирования перечня первоочередных ТПУ, что и является **основной целью исследования**.

#### **Методы и материалы исследования**

В качестве теоретической основы при определении приоритетных направлений развития системы ТПУ используем системный анализ, в частности метод структуризации. Одной из основных целей системного анализа является: определение и детализация составных элементов целей функционирования систем, определение путей их достижения [2]. Говоря о развитии системы ТПУ, как о целевой комплексной программе, основные цели и задачи, стоящие при реконструкции системы, можно показать в виде дерева целей и задач.

Основной целью развития системы ТПУ является улучшение условий передвижения жителей Московской агломерации за счет, с одной стороны, развития системы пассажирского транспорта, с другой - улучшения условий передвижения по улично-дорожной

# СИСТЕМА ТПУ МОСКОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ в пределах МКАД (современное состояние)



**Условные обозначения:**

- Магистральная улично-дорожная сеть города Москвы
- Граница города Москвы
- Линии метрополитена
- Водные преграды
- Железнодорожные линии
- Центральная-планировочная зона города Москвы в пределах 3-го транспортного кольца
- Станция метрополитена
- Остановочный пункт железной дороги

**ТПУ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ЗНАЧЕНИЯ**

- ТПУ обеспечивающие транспортную связность территории агломерации и являющиеся его транспортным каркасом

**ТПУ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ**

- ТПУ обеспечивающие транспортное обслуживание территории агломерации расположенные в зоне транспортной и пешеходной доступности
- ТПУ у станции метрополитена с пассажирообменом до 60,0 т.чел. в час "пик"
- ТПУ у станции ЖД с пассажирообменом более 10,0 т.чел. в час. "пик"
- ТПУ у станции ЖД с пассажирообменом до 10,0 т.чел. в час "пик"

**ТПУ ЛОКАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ**

- ТПУ обеспечивающие транспортное обслуживание территории расположенной в зоне пешеходной доступности
- ТПУ у станции ЖД или метрополитена с пассажирообменом до 1,5 т.чел. в час. "пик"
- ТПУ у станции ЖД или метрополитена с пассажирообменом от 1,5 т.чел. в час. "пик"

**Рис. 1** Система ТПУ Московской агломерации (на территории в пределах МКАД)

сети (рис. 2). При дальнейших исследованиях возможен переход от заявленных задач к мероприятиям, обеспечивающим их реализацию.

Численными характеристиками, определяющими улучшение условий перемещения по транспортной сети жителей агломерации (в части, относящейся к системе транспортно-пересадочных узлов), являются:

- общее количество пассажиров, проходящих через ТПУ в единицу времени («пиковый» час, сутки, год и др.);
- количество пассажиров, совершающих пересадку в ТПУ;
- сокращение общего времени поездки за счет времени пересадки и возможности совершения «комбинированной» поездки (т.е. когда часть поездки совершается на индивидуальном транспорте, а часть на общественных видах);
- сокращение интенсивности движения индивидуального транспорта по улично-дорожной сети (УДС) в критических точках (например, на въезде в город или в его центральную планировочную зону – ЦПЗ);
- различные безразмерные показатели, показывающие изменения удобства пользования системой общественного транспорта.

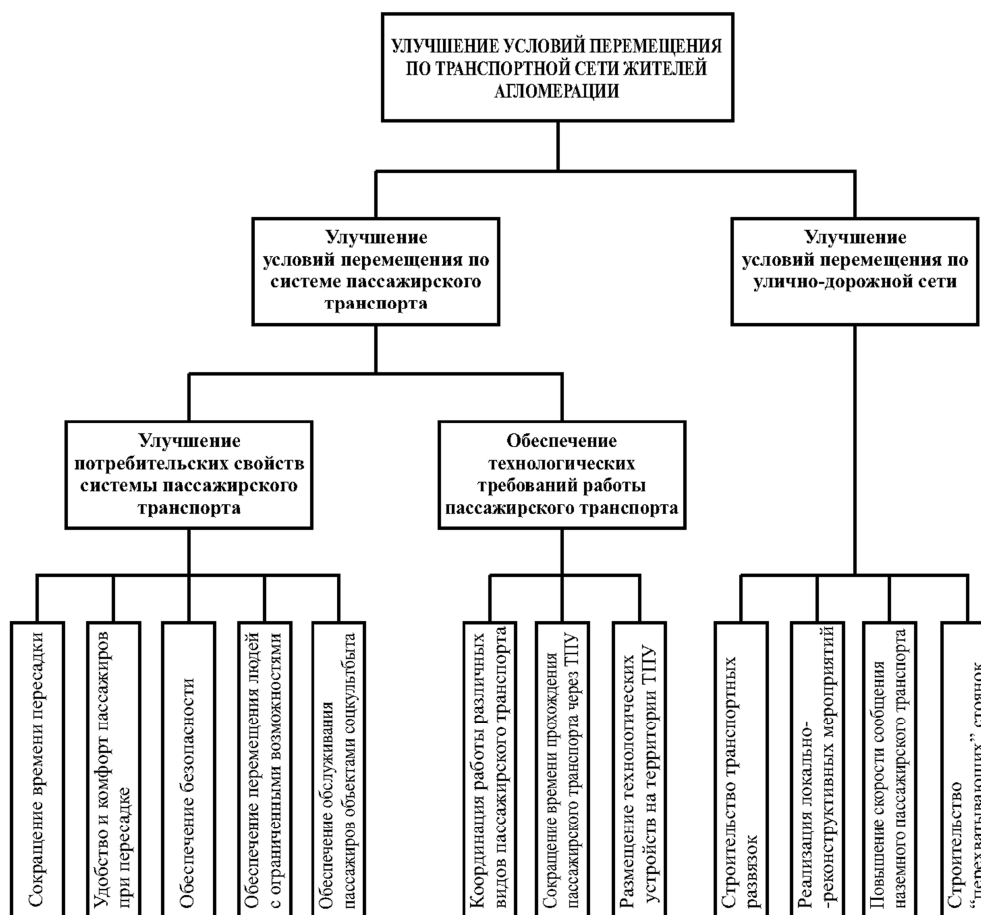


Рис. 2 Дерево целей и задач развития системы ТПУ

Суть методики определения приоритетных (первоочередных) ТПУ состоит в выявлении узлов, реконструкция (или новое строительство) которых позволит дать наибольший эффект относительно основной цели развития системы ТПУ. Для определения приоритетных ТПУ, с учетом значительного количества и разноразмерности показателей, характеризующих улучшение условий функционирования ТПУ, необходима оценка всей совокупности ТПУ, образующих систему, относительно единого интегрального показателя качества ТПУ. Для разработки подобных методик используется квалиметрия [1; 4], которая позволяет провести расчетный комплексный анализ по совокупности свойств на инвариантной модели.

Подобная методика была разработана специалистами Института Генерального плана Москвы [6]. Методика основывается на анализе пяти групп факторов, включающих данные о размерах пассажиропотоков, прибывающих в ТПУ различными видами транспорта, состоянии и загрузке УДС, планировочных параметрах ТПУ и т.д. Практический опыт применения показал, что, с одной стороны, методика достаточно сложна для эффективного регулярного применения, с другой - требует непрерывного проведения мониторинга состояния ТПУ для оперативного учета всех факторов, т.е. нарушается один из принципов квалиметрии – «не трудоемкость». Кроме того, зачастую необходимо проведение экспресс-оценки и корректировка приоритетов развития системы, связанная с градостроительным развитием территорий города. То есть необходима разработка расчетного дифференцированного метода оценки ТПУ относительно одного из основных свойств.

Выбор вышеуказанного свойства определяется рядом факторов, но прежде всего основной целью развития системы ТПУ. При этом необходимо учитывать распределение перевозок между общественным и индивидуальным транспортом в городах России (например, для Москвы 80% поездок совершается с использованием общественного транспорта) [6], т.е. основные действующие показатели - связанные с количеством пассажиров, проходящих через ТПУ.

Нами разработана методика, основывающаяся на анализе интенсивности пассажиропотоков по прибытию – отправлению от ТПУ на общественных видах транспорта.

Для каждого из узлов предлагается рассчитывать коэффициент транспортно-пересадочного узла, который рассчитывается отдельно для двух типов узлов: узлов, обеспечивающих преимущественное отправление пассажиров (далее – узлы отправления), и узлов, обеспечивающих преимущественное прибытие пассажиров (далее – узлы прибытия).

При анализе необходимо вначале определить основную систему, обеспечивающую отправление (прибытие) пассажиров, а затем тип узла.

Далее необходимо рассчитать коэффициент ТПУ.

Для узлов отправления коэффициент рассчитывается по формуле:

$$K_{ТПУ} = \frac{\sum_1^n N_{под.пр.}}{N_{осн.от.}} \quad [1]$$

Где  $N_{под. пр.}$  – пассажиропоток по прибытию к ТПУ на «подвозящих» видах транспорта;

$n$  – количество «подвозящих» видов транспорта к ТПУ;

$N_{осн. от.}$  – пассажиропоток по отправлению от ТПУ по основной системе.

Для узлов прибытия коэффициент рассчитывается по формуле:

$$K_{ТПУ} = \frac{\sum_1^n N_{под.от.}}{N_{осн.пр.}} \quad [2]$$

Где  $N_{под. пр.}$  – пассажиропоток по отправлению к ТПУ на «подвозящих» видах транспорта;

$N_{осн. пр.}$  – пассажиропоток по прибытию к ТПУ по основной системе.

Как уже отмечалось выше, в границах МКАД расположено 194 ТПУ, которые подразделяются на ТПУ трех типов [3; 5]:

- ТПУ агломерационного значения – 24 узла;
- ТПУ муниципального значения – 157 узлов;
- ТПУ локального значения – 13.

Значительное количество узлов определяет необходимость проведения выборки ТПУ для участия в расчетах. Рассмотрим подробнее системы ТПУ на рассматриваемой территории.

Узлы агломерационного значения являются одним из элементов транспортного каркаса агломерации, обеспечивающего ее транспортное единство и взаимодействие основных функционально-планировочных образований, расположенных на территории. В «пиковые» часы через эти узлы проходит порядка 27% от общего количества пассажиров, проходящих через все рассматриваемые ТПУ [6], при этом в общем количестве ТПУ узлы данного вида составляют всего 12%. Т.е. данные ТПУ однозначно входят в число приоритетных.

Перед рассмотрением ТПУ муниципального значения рассмотрим ТПУ локального значения. В ТПУ локального значения обеспечивается пересадка между различными видами скоростного внеуличного транспорта (СВТ) и индивидуальным транспортом. Основное назначение данного типа ТПУ - обеспечение транспортного обслуживания прилегающих объектов, а функция пересадки в них реализуется в минимальных значениях, что дает нам право в дальнейшем не включать их в число приоритетных ТПУ.

ТПУ муниципального значения являются наиболее распространённым видом ТПУ (более 80% от общего числа узлов). При выявлении приоритетных ТПУ в данном сегменте системы важное значение имеют положение ТПУ в планировочной структуре города и взаимодействующие в нем виды транспорта.

*ТПУ центральной планировочной зоны.* Центральная планировочная зона (ЦПЗ) отличается более высокой (относительно других территорий города) плотностью сети СВТ. Станции СВТ в меньшей степени выполняют функцию межсетевой пересадки, а в большей – транспортного обслуживания прилегающих объектов и пересадки между линиями СВТ.

Для Московской агломерации ЦПЗ можно считать зону внутри ТТК. В зоне, ограниченной ТТК (включая и Садовое кольцо), расположены объекты федерального центра (Администрация Президента, Правительство РФ, Государственная дума, министерства и ведомства, Академия наук и т.д. и т.п.), кроме того, здесь сконцентрированы объекты Правительства Москвы, ряд министерств Московской области, офисы крупнейших российских и зарубежных компаний. Здесь же располагается значительное количество объектов культуры, памятников истории.

Очевидно, что размещать крупные транспортные устройства (к которым относятся устройства, входящие в состав ТПУ) на территории исторического центра города представляется практически невозможным. Поэтому рассматриваемая часть системы образует узлами, расположенными по периметру ЦПЗ города.

Для стимулирования поездок в центр города с использованием общественного транспорта эти ТПУ являются крайней точкой, где городские власти гарантируют стоянку за относительно небольшие деньги. Кроме того, все мероприятия по улучшению условия движения транспорта заканчиваются в этих точках. Т.е. использование индивидуального транспорта в центре города будет сопряжено с максимальными материальными и временными затратами.

Таким образом, в число приоритетных узлов не включаются ТПУ, расположенные на территории ЦПЗ города.

*Взаимодействие различных видов транспорта в ТПУ.* Помимо прочих, в число муниципальных узлов входят ТПУ, в которых взаимодействуют железнодорожный транспорт с городским наземным пассажирским. Ранее проведенный статистический анализ [3] разделил данную часть системы на две группы относительно уровня пассажирообмена<sup>1</sup> ТПУ: до 10,0 тыс. пас. в час «пик» и более 10,0 тысяч. Анализ функционирования ТПУ с

---

<sup>1</sup> Под пассажирообменом понимаем суммарный объем посадки-высадки пассажиров на все виды транспорта, взаимодействующие в ТПУ.



уровнем загрузки менее 10,0 тыс. пассажиров показывает, что они во многом схожи с ТПУ локального значения, что дает нам право исключить их из дальнейшего рассмотрения.

Изложенная методика в матричной форме представлена на рис. 3.

Таким образом, проведенный транспортно-планировочный анализ системы ТПУ позволил сократить количество узлов для проведения расчетов со 194 до 82 ТПУ. Из них порядка 70% составляют узлы отправления, порядка 30% - узлы прибытия. Рассматриваемые узлы образуют ряд распределения, для анализа которого используем статистический анализ. Проведем расчеты, построим кривые распределения значений отдельно для каждого вида узлов и для всей совокупности в целом.

Характер полученных кривых (рис. 4) близок к кривым нормального гауссового распределения, что говорит об однородности полученной совокупности. Применительно к системе ТПУ это означает, что все ТПУ, входящие в совокупность, обладают одинаковым набором свойств и находятся под воздействием одних и тех же факторов.

ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТА	ИНТЕНСИВНОСТЬ ПАССАЖИРО-ОБМЕНА, тыс.пас.час <sup>сут.</sup>	ТПУ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ЗНАЧЕНИЯ			ТПУ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ			ТПУ ЛОКАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ		
		периферия города	срединная зона	ЦПЗ	периферия города	срединная зона	ЦПЗ	периферия города	срединная зона	ЦПЗ
железная дорога - метрополитен - наземный пассажирский - индивидуальный транспорт	10,0 - 110,0	+	+	+						
метрополитен - наземный пассажирский - индивидуальный транспорт	1,0 - 60,0				+	+	+			
железная дорога - наземный пассажирский - индивидуальный транспорт	10,0 - 20,0				+	+	+			
	0,5 - 10,0				+	+	+			
железная дорога или метрополитен - индивидуальный транспорт	1,5 - 10,0							+	+	+
	0,05 - 1,5							+	+	+

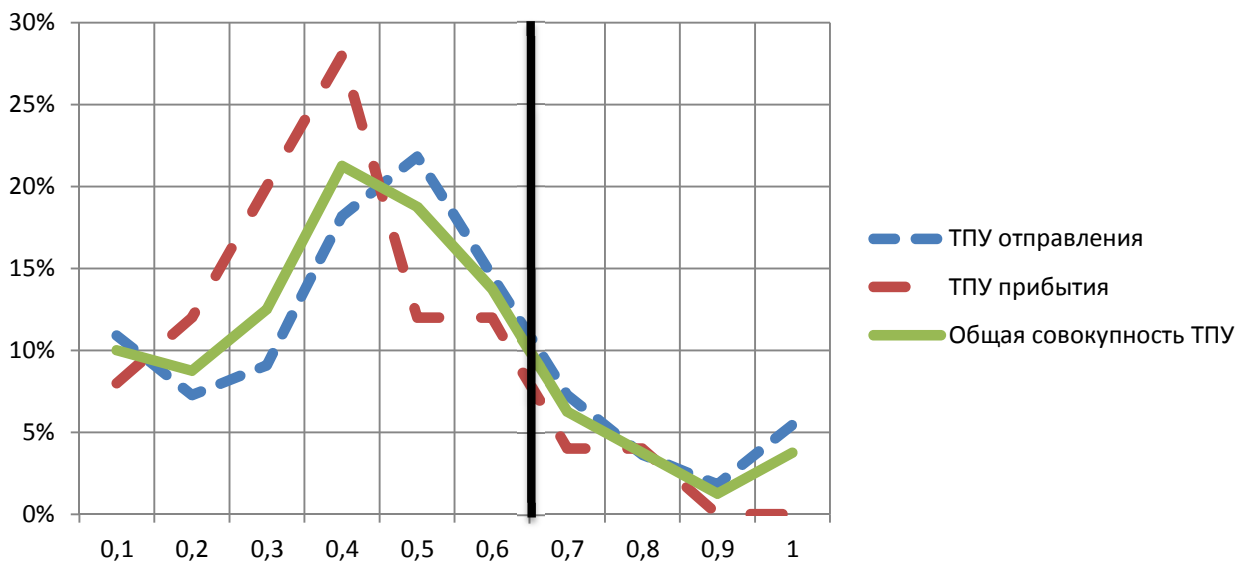
Приоритетные ТПУПриоритетность ТПУ определяется расчетомНе приоритетные ТПУ

Рис. 3 Матрица ТПУ с выделением приоритетных узлов

Полученные значения коэффициентов пересадочных узлов лежат в диапазоне от 0,1 до 1,0. Соответственно, чем ближе значения коэффициента к 1,0, тем большее количество пассажиров используют его как пересадочный узел. Проведенный квартильный анализ полученного распределения определил, что узлы с минимальным значением коэффициента расположены в диапазоне от 0,1 до 0,3; узлы со средним значением коэффициента образуют две группы: 0,3–0,4 и 0,4–0,6; узлы с максимальным значением располагаются в диапазоне от



0,6 и выше. Узлы последней группы мы считаем необходимым включить в качестве приоритетных узлов для первоочередной реконструкции (на графике рис. 4 они выделены жирной вертикальной линией). Общее количество подобных ТПУ – 24 узла.



**Рис. 4** График распределения значений коэффициентов пересадочных узлов

#### Основные выводы

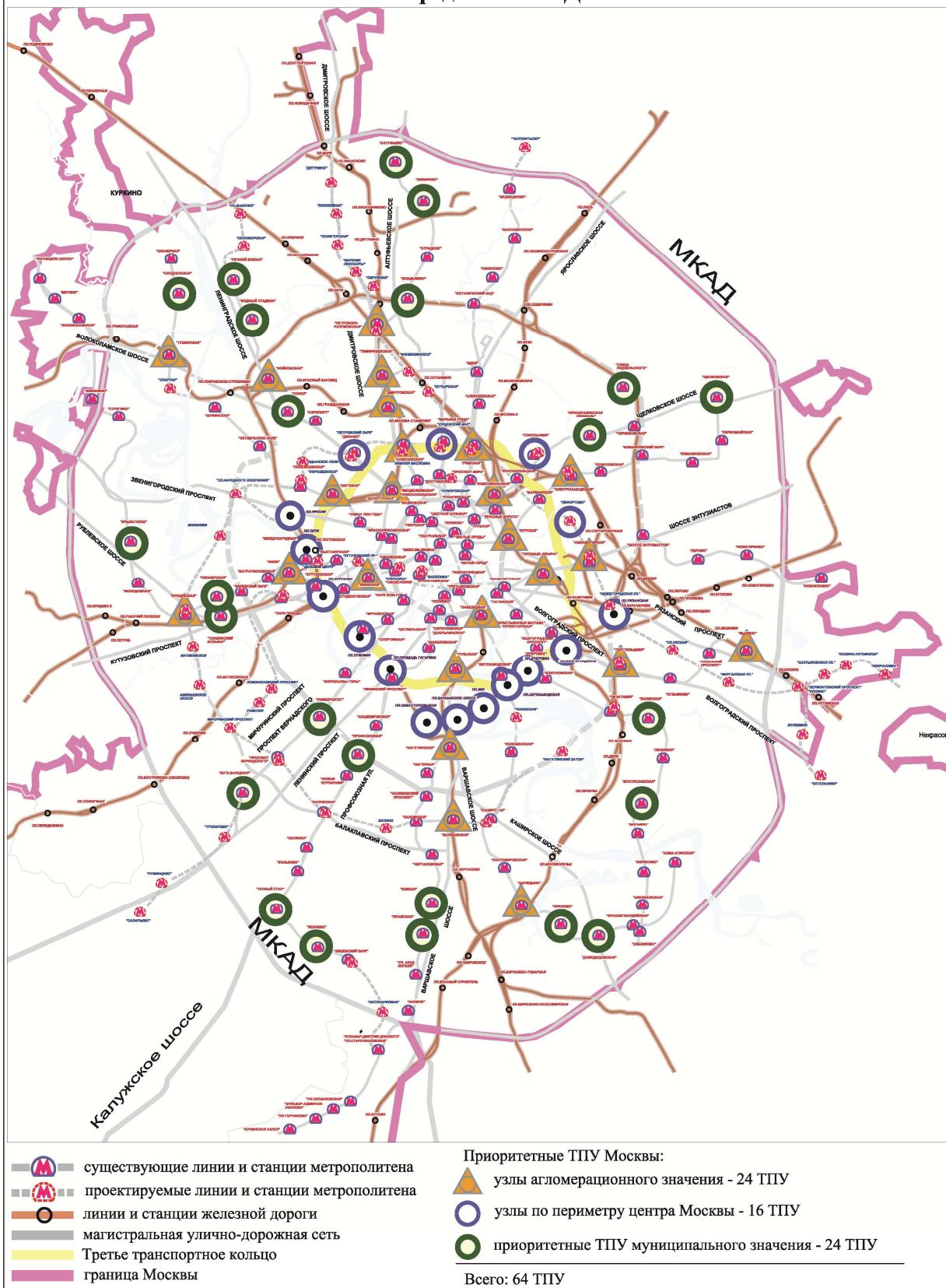
Представленная в статье методология развития системы ТПУ на территории городского ядра агломерации (на примере Москвы) позволяет определить существующие ТПУ, первоочередная реконструкция которых будет способствовать улучшению условий перемещения жителей по транспортной сети поселения и повышению привлекательности системы пассажирского транспорта. В их число входят (рис. 5):

- ТПУ агломерационного значения – 24 узла;
- ТПУ, расположенные по периметру центральной планировочной зоны – 16 узлов;
- ТПУ муниципального значения, расположенные в срединной и периферийной зонах города, выявленные на основании предложенной методики – 24 узла.

Кроме того, в число приоритетных необходимо включать узлы у строящихся станций метрополитена и других видов скоростного внеуличного транспорта.

Учет при практических разработках представленной в статье методологии, наряду с методологией развития ТПУ в пригородной зоне агломерации, позволит сформировать современную и эффективную систему ТПУ на территории Московской агломерации.

## ПРИОРИТЕТНЫЕ ТПУ МОСКОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ в пределах МКАД



**Рис. 5** Приоритетные направления развития системы ТПУ в границах МКАД

## Список литературы

1. Азгальдов Г.Г. Квалиметрия в архитектурно-строительном проектировании. — М. : Стройиздат, 1989. – 264 с.
2. Антонов А.В. Системный анализ. – М. : Высшая школа, 2008. – 454 с.
3. Власов Д.Н. Структура системы транспортно-пересадочных узлов агломерации // Градостроительство. – 2013. - № 2.
4. Квалиметрическая экспертиза строительных объектов / под ред. Маругина В.М. и Азгальдова Г.Г. – СПб. : Политехника-сервис, 2008. – 527 с.
5. Щербина Е.В., Власов Д.Н. Развитие системы транспортно-пересадочных узлов Российской Федерации // Архитектура и строительство России. – 2013. - № 6. - С. 2-7.
6. Работы Института Генерального плана Москвы в 2000–13 гг.
7. Соглашение Правительства Москвы с ОАО «Российские железные дороги» : официальный портал Правительства Москвы. - URL: [http://www.mos.ru/press-center/transcripts/index.php?id\\_4=20418](http://www.mos.ru/press-center/transcripts/index.php?id_4=20418) (дата обращения: 10.06.2013).
8. Постановление Правительства Москвы № 649-ПП от 15.11.12 // Вестник Мэра и Правительства Москвы: официальная электронная версия журнала. - URL: <http://vestnik.mos.ru/main/documents/811/1904/1908/16919>(дата обращения: 10.06.2013).

### Рецензенты:

Щербина Е.В., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», заведующий кафедрой городского строительства и экологической безопасности, г.Москва.

Михайлов А.Ю., д.т.н., профессор кафедры «Менеджмент и логистика на транспорте» ФГБОУ ВПО «НИ Иркутский государственный технический университет», г.Иркутск.