



Центр цифровых высокоскоростных
транспортных систем РУТ (МИИТ)

Цифровизация транспорта в агломерации

Покусаев Олег Николаевич
директор, к.э.н.

Шаклеин Артем Глебович
инженер-исследователь, аспирант РУТ (МИИТ)

05 декабря 2018 г.



Цифровые технологии в агломерациях: основные тренды цифровизации транспорта в городах мира



«Умный» транспорт в «умных» городах

Лидирующие по уровню развития электронных сервисов города – **Париж, Пекин, Гонконг, Сеул, Нью-Йорк и Москва**.

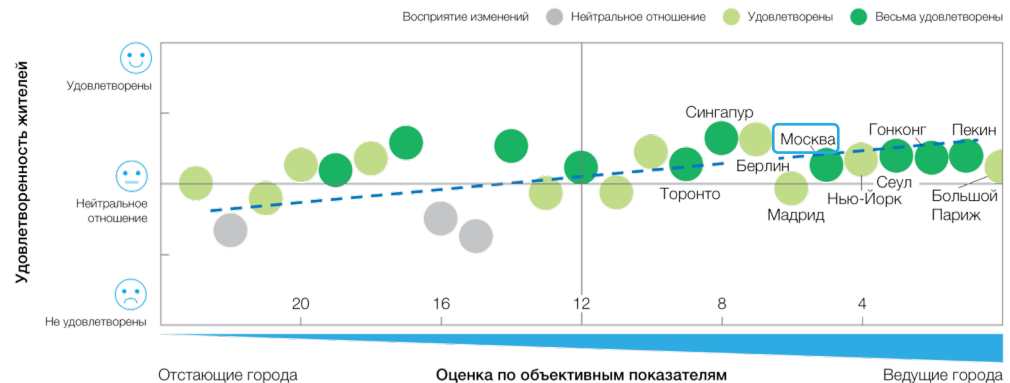
В большинстве городов широкое распространение электронные сервисы получили в последние пять лет. Поскольку такие сервисы, как правило, улучшают качество жизни горожан, не требуя от них ничего взамен, в большинстве городов мира **жители демонстрируют высокий уровень удовлетворенности** данным аспектом.



Доля жителей, удовлетворенных общей ситуацией в сфере общественного транспорта, % **75**

Доля жителей, удовлетворенных последними изменениями в сфере общественного транспорта, % **79**

Внедрение электронных сервисов в городах мира



Москва – один из городов с одной из лучших систем общественного транспорта по следующим аспектам: эффективность общественного транспорта, билетная система, внешняя связанность, стоимость и барьеры использования личного транспорта, финансовая доступность, электронные сервисы.

Источник: Транспортные системы 24 городов мира: составляющие успеха (McKinsey, июнь 2018 г.)

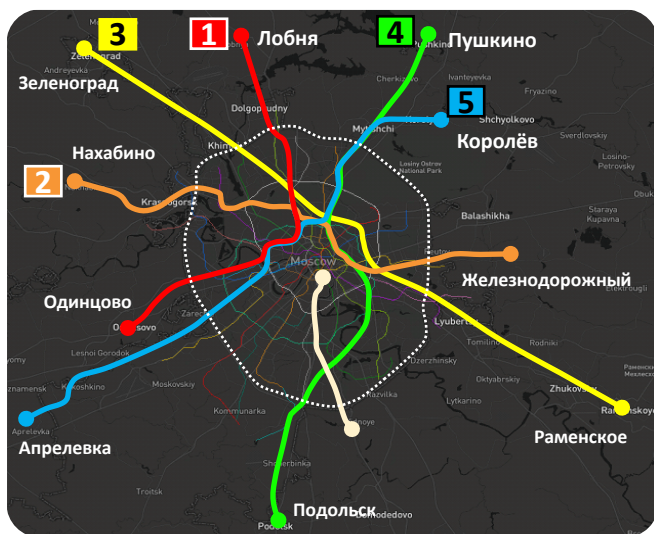
Разработка и моделирование Генеральной схемы МЦД на основе Big Data (по данным билетных систем)

Разработана целевая схема развития Московских центральных диаметров — определена оптимальная комбинация маршрутов. С помощью современных методов моделирования рассчитаны перспективные пассажиропотоки по всем остановочным пунктам МЦД-1 и МЦД-2 на 2020, 2030 и 2045 годы.

Методика моделирования на основе Big Data:



Результаты моделирования:

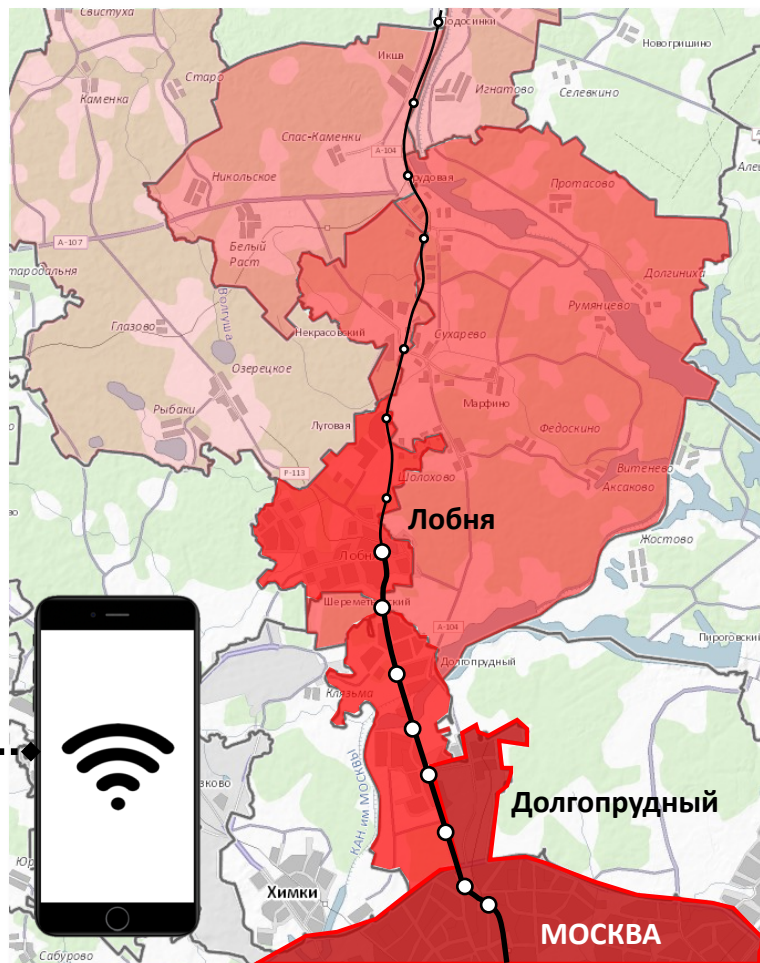


Диаметр	Длина (км)	Кол-во станций	Диаметральный пасс. поток (тыс. чел./сут)
1 Лобня – Одинцово	52	26	68
2 Нахабино – Железнодорожный	62	28	89
3 Зеленоград (Крюково) – Раменское	84	40	87
4 Пушкино-Подольск	36	36	86
5 Королёв-Апрелевка	75	21	67

Суммарный общий пассажиропоток: **2270,8 тыс. чел./сут.**

Суммарный диаметральный пассажиропоток: **397,3 тыс. чел./сут.**

Определение прогнозируемого пассажиропотока в коридорах МЦД-1 и МЦД-2 на основе Big Data (по данным мобильных операторов)



МЦД-1

Интервал \ О.П.	Прогноз. поток, пасс./сут.	Текущий поток, пасс./сут.	Динамика
Лобня	117 996	19 683	499%
Шереметьевская	39 708	10 436	280%
Хлебниково	18 997	3 309	474%
Водники	66 336	8 154	714%
Долгопрудная	153 406	27 473	458%
Новодачная	33 002	4 659	608%
Марк	18 269	1 279	1328%
Лианозово	117 147	14 438	711%
Бескудниково	120 812	12 554	862%
Дегунино	51 516	7 102	625%
Окружная	170 483	24 395	599%
Тимирязевская	242 145	35 568	581%
Савёловский вокзал	176 847	41 162	330%
Белорусский вокзал	360 919	34 716	940%
Беговая	321 188	45 281	609%
Тестовская	29 177	7 102	311%
Фили	146 176	15 532	841%
Славянский бульвар	136 006	0	
Кунцево-1	123 093	23 178	431%
Рабочий посёлок	46 300	5876	688%
Сетунь	89 303	11 803	657%
Немчиновка	22 880	3185	618%
Трехгорка	48 909	6644	636%
Бакровка	35 643	5 702	525%
Одинцово	378 827	61 445	517%

МЦД-2

Интервал \ О.П.	Прогноз. Поток, пасс./сут.	Текущий поток, пасс./сут.	Динамика
Нахабино	57 308	27 072	112%
Аникеевка	1 326	953	39%
Опалиха	41 248	16 615	148%
Красногорская	89 375	14 482	517%
Павшино	165 784	28 411	484%
Трикотажная	36 618	8 445	334%
Тушино	145 259	41 057	254%
Покровское-Стрешнево	18 923	3 284	476%
Ленинградская	69 695	18 906	269%
Красный Балтиец	29 341	7 797	276%
Гражданская	33 783	8 310	307%
Дмитровская	110 337	19 746	459%
Ржевская	68 990	10 221	575%
Каланчевская	90 122	23 274	287%
М-Курская	120 981	30 581	296%
М-Тов.-Кур.	14 611	2 842	414%
Калитники	19 510	2 842	586%
Новохохловская	14 933	0	
Текстильщики	122 722	22 806	438%
Люблино	20 252	7 115	185%
Депо	18 893	2 892	553%
Перерва	37 854	3 519	976%
Москворечье	28 580	6 373	348%
Царицыно	125 158	47 050	166%
Покровская	23 026	4 083	464%
Красный строитель	35 991	6 854	425%
Битца	10 506	1 759	497%
Бутово	48 817	8 223	494%
Щербинка	68 776	16 226	324%
Силикатная	70 227	17 708	297%
Подольск	161 628	40 765	296%

1. Анализ данных о трудовой миграции абонентов из районов и поселений Московской области, тяготеющих к зоне МЦД и вдоль железнодорожных направлений до границ Московской пригородной зоны

2. Распределение въезжающего потока пассажиров по матрице пассажиров 2020 года с целью определения нагрузки на каждый остановочный пункт

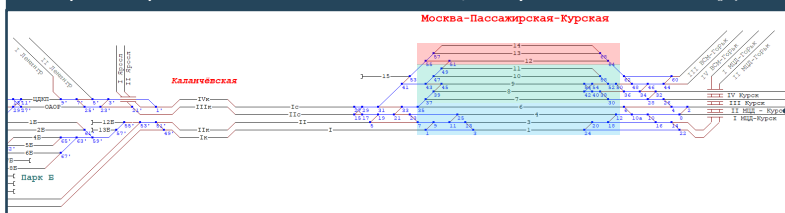
Результаты анализа максимального пассажиропотока на основе данных мобильных операторов демонстрируют значительный потенциальный прирост пассажиропотока (в среднем **рост в 4,5 раза**)

Цифровое моделирование технологии работы железнодорожного участка Москва-Пасс.-Курская — Москва-Каланчёвская

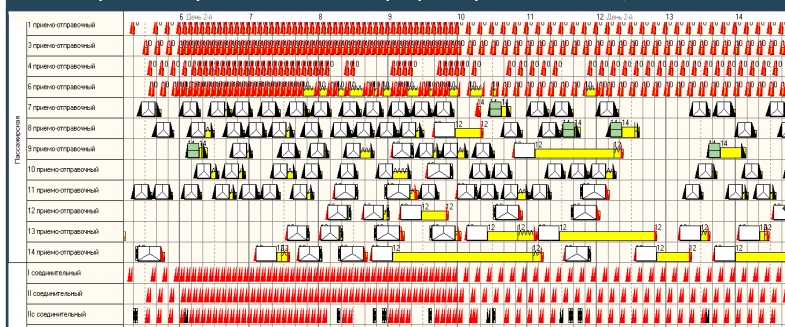
Проектные решения по реконструкции ст. Москва-Пассажирская-Курская для нужд ВСМ не подразумевали интенсификацию пригородного движения. Планы по реализации проекта МЦД требуют анализа принятых решений и возможной их корректировки. Нами предложена **иная схема лимитирующего участка Курская — Каланчёвская**, учитывающая запуск поездов **ВСМ** и **МЦД**. Схема подтверждена имитационным моделированием работы этого участка.

Этапы моделирования:

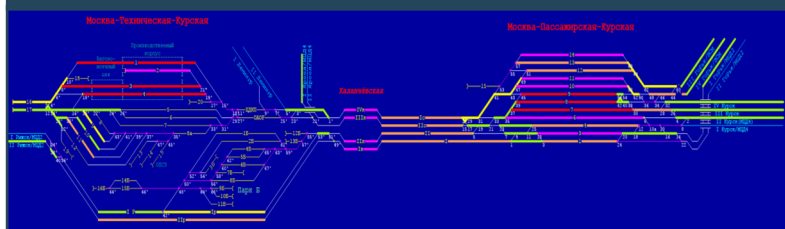
1. Проектирование новой схемы станции с учётом ВСМ и МЦД



2. Получение суточного плана-графика работы станции



3. Выявление узких мест и корректировка размеров движения



Результаты моделирования:

Этап 1

Существующая схема скорректирована с учётом ввода двух маршрутов МЦД со сменой специализации путей и изменением горловины. Заданы проектные размеры движения МЦД, ВСМ и ПДС.

Этап 2

Проведено моделирование работы станций в автоматизированном режиме по заданным размерам движения с использованием специализированного ПО. Результаты моделирования представлены наглядно в виде суточного плана-графика работы станции (узла).

Этап 3

Получены результаты моделирования: информация об узких местах, максимальных размерах движения и вариантах сокращения интервалов. Станции пропускают заданные размеры движения поездов МЦД, но при этом необходимо пересмотреть технологию оборота поездов ВСМ в часы-пик.

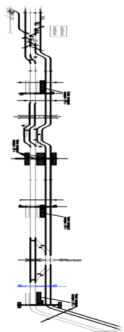
Методология автоматизированного проектирования графиков движения поездов с использованием нового ПО

Используемое в России ПО для проектирования графиков движения поездов не даёт возможности автоматизировать процесс и исключить человеческий фактор. Однако до сих пор недостаточно изучен опыт проектирования графиков движения железных дорог [Японии](#), [Китая](#), [Франции](#), [Испании](#) и других стран.

Специализированное ПО может сократить процесс проектирования новых графиков движения до нескольких дней. В отличие от ПО для моделирования работы станций, **требования** такого продукта **к исходным данным должны быть минимальны**.

Процесс получения ГДП

Подготовка упрощённой схемы участка



Подготовка общих требований к расписанию поездов

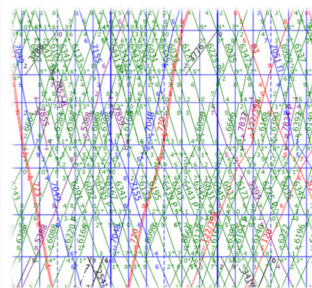
59А «Волга»	121А	111А
Санкт-Петербург — Нижний Новгород	Санкт-Петербург — Владикавказ	Санкт-Петербург — Воронеж
Тверь	Тверь	Тверь
1:18	1:02	1:55
3:10	3:03	3:46
5:25	3:29	4:05
7:29	5:44	6:48
Владимир	Тула	Узуное

Приоритет поездов

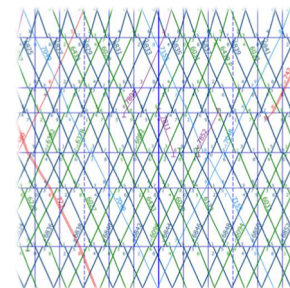
- 1. МЦД
- 2. Пригород
- 3. ПДС
- 4. Грузовые

Интервалы	Интервалы		
	МЦД	Пригород	Общий
5:00...7:00	10 минут	20 минут	10 минут
7:00...10:00	10 минут	10 минут	5 минут
10:00...17:00	10 минут	20 минут	10 минут
17:00...20:00	10 минут	10 минут	5 минут
20:00...1:00	10 минут	20 минут	10 минут

Получение рабочего варианта графика движения поездов



Корректировка ГДП и получение окончательного графика



Плюсы автоматизированного проектирования ГДП:

- 1) нет необходимости описывать все особенности работы участка, что упрощает подготовку исходных данных;
- 2) есть возможность быстрой корректировки графика без длительных пересчётов;
- 3) нет необходимости моделировать работу всех станций.

Минусы автоматизированного проектирования ГДП:

- 1) нет готового программного обеспечения в России.

Специализированного ПО для автоматизации проектирования ГДП в России сегодня нет, поэтому необходимо изучать зарубежный опыт и/или создавать свой продукт.

Задача повышения эффективности работы железных дорог в условиях интенсификации размеров движения не может быть решена без предварительного моделирования и автоматизации построения графика движения поездов.

Разработка BIM-модели участка ВСМ Москва – Казань

Процесс информационного моделирования объектов инфраструктуры (BIM) идет на всех стадиях жизненного цикла: проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации с учетом специфики деятельности на каждом этапе. При этом при переходе от одной стадии жизненного цикла объекта к другой модель неизбежно модифицируется. Работа по созданию цифровой BIM-модели участка ВСМ Москва – Казань (105-140 км) ведется совместно с НТЦ «Конструктор».

Этапы разработки BIM-модели участка ВСМ:

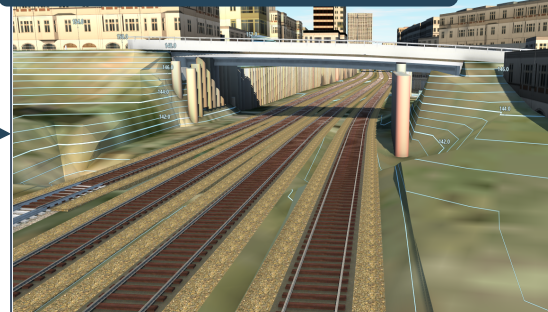
Создание 3D-моделей отдельных элементов объектов инфраструктуры в ПО Revit



Присвоение моделям специфических свойств, создание и наполнение библиотеки цифровых активов



Сборка всех цифровых моделей в единую BIM-модель участка ВСМ



Примеры разработанных BIM-моделей железных дорог:



Основные сценарии применения BIM-технологий

Сценарии применения BIM	Элементы BIM технологий															
	Разработка проекта (коллективная)	Инженерный анализ	Разработка 2D-чертежей и графиков работ	Управление коллизиями (проверка на столкновения)	Интерактивный обзор проекта	Структурная детализация	Управление качеством	Визуализация	Выделение этапов и последовательности строительства (4D)	Отслеживание хода выполнения работ	Предварительный расчет объемов работ (5D)	Представление поставщиков оборудования	Дополненная и виртуальная реальность	Разработка цифровых активов	Встроенная документация	Информация по эксплуатации и обслуживанию
Экономическая оценка	О	В	О	В	О	В	В	В	В	—	В	В	В	—	—	—
Базовый проект	О	В	О	О	О	В	В	О	О	—	О	В	В	—	—	—
Подробный технический проект	О	В	О	О	О	О	О	В	О	—	О	О	В	—	—	В
Проект для официального утверждения	О	—	О	О	—	—	—	В	—	—	В	—	—	—	—	—
Подготовка рабочей и исполнительной документации	О	В	О	О	О	О	О	В	О	О	О	О	В	В	О	В
Эксплуатация объекта	—	В	—	—	—	—	—	В	—	—	О	О	В	—	О	О

О — обязательно; В — вариативно

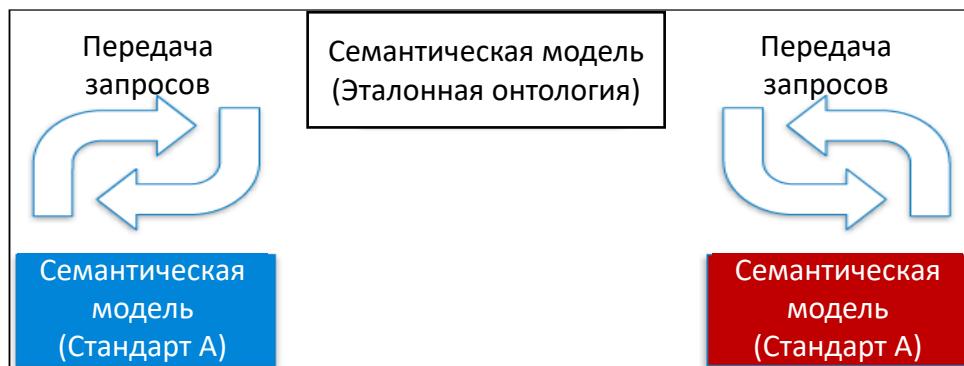


Семантическая и онтологическая совместимость видов транспорта в мультимодальной системе

Интероперабельность мультимодальных перевозок

Основное внимание в мультимодальных перевозках уделяется взаимодействию форматов и структур данных, которые необходимы для обеспечения надежного обмена информацией между различными системами.

Важна идентификация интероперабельных интерфейсов, основанных на **семантических технологиях**:



◆ Существующие ограничения и проблемы онтологической совместимости на транспорте:

Отсутствие эталонной онтологии, охватывающей все аспекты, характеризующие транспортную отрасль

Наличие разнородных форматов и моделей требует принятия (разработки) методов трансформации данных

Отсутствие реальных платформ обмена данными, использующих семантические веб-технологии

Важнейшая задача – объединение «ограниченных» онтологий в «глобальную» онтологию, которая будет разделяться и согласовываться между веб-семантическими специалистами и основными заинтересованными сторонами транспортной отрасли.

Стандарты взаимодействия в транспортной отрасли

Классификация стандартов взаимодействия в интероперабельных системах:

Документы для регулирования

- Эти документы являются спецификациями, которые включают юридические требования и являются юридически обязательными.

Документы стандартизации

- Эти документы являются публикациями, подготовленными и выпущенными признанными европейскими и международными органами по стандартизации.

Технические документы

- Эти документы являются спецификациями, создаваемыми международными органами или платформами, не связанными с государствами.

Идентификация основных стандартов, используемых в интероперабельных системах, позволяет связать их с использованием рамок взаимодействия и обеспечить правильную связь на семантическом уровне, чтобы избежать возможных двусмысленностей и несоответствий.

Примеры онтологизированных стандартов на транспорте:



Transmodel. Серия стандартов, описывающих транспортный язык для мультимодальных перевозок (признаны ЕК, определяют использование других стандартов).



IT2Rail. Онтология сектора магистральных железных дорог с семантической совместимостью, разработана изолированно от других проектов.

Оценка эффектов от применения онтологических принципов в построении систем мультимодальных перевозок

Пассажирская логистика:



Сегодня в Великобритании 75% пассажиров испытывают трудности при переходе с одного вида транспорта на другой (а при пересадках с участием рельсового транспорта трудности возникают у 86% пассажиров).

Упрощение планирования мультимодальных путешествий

Улучшение взаимодействия видов транспорта в узлах

Повышение скорости и простоты пересадки

Грузовая логистика:



Исследования транспортного сектора Европейского союза показывают, что к 2030 году за счет применения онтологий на транспорте будут достигнуты следующие эффекты:

Снижение затрат на грузовые перевозки на 47%
(за счет сокращения персонала)

Полезное использование автомобилей в течение 78% всего времени (сейчас – 29%)

Сокращение времени доставки грузов на 40%

Источник: The era of digitized trucking: Charting your transformation to a new business model (PwC, сентябрь 2018 г.)