

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Математико-механический факультет

Кафедра информационно аналитических систем

Анализ Пассажирской Транспортной Системы Санкт-Петербурга

Выпускная работа бакалавра студента 441 группы

Третьякова Иннокентия Дмитриевича

Научный руководитель

.....
/ подпись /

к. ф.-м. н., доцент
Графеева Н.Г.

Рецензент

.....
/ подпись /

заместитель директора СПб ИТС
Ногова Е.Г.

Санкт-Петербург
2018

SAINT PETERSBURG STATE UNIVERSITY
Mathematics & Mechanics Faculty

Informational Analytical Systems Chair

Saint Petersburg Urban Transit System Analysis

by

Innokenty, Tretyakov

Bachelor's graduation paper

Supervisor	Ph.D., associate professor N.G. Grafeeva
Reviewer	SPB ITS deputy director E. G. Nogova

Saint Petersburg
2018

Оглавление

Оглавление	3
A. Введение.....	4
B. Постановка задачи.....	5
C. Обзор литературы.....	5
D. Описание данных	7
E. Методология	8
Определение поездок для каждого проездного документа	8
Определение корреспонденций для каждого проездного документа	8
Определение регулярных корреспонденций для каждого проездного документа.....	8
Построение матриц корреспонденций.....	8
Вычисление пассажирооборотов	8
Вычисление пассажиропотоков.....	9
Вычисление времени и скорости прохождения маршрутов.....	9
Определение среднего количества поездок и корреспонденций в месяц	9
Определение часов пиковой нагрузки.....	9
Определение среднего времени, затрачиваемого для поездки на работу....	10
Определение коэффициента пересадочности.....	10
F. Реализация	10
Главная.....	11
Справочники	11
Динамические данные	12
Расчеты	12
Результаты расчетов.....	12
G. Расчет качественных характеристик транспортной системы.....	13
Распределение корреспонденций в течение дня	13
Распределение корреспонденций относительно категорий пассажиров.....	15
Расчет транспортной комфортности районов	16
Распределение корреспонденций по продолжительности	18
Пересадочный коэффициент разных типов корреспонденций	20
H. Заключение.....	20
Список литературы.....	20
Приложение 1 - Используемые функции.....	22

А. Введение

Автобусы и метро стали частью повседневной жизни миллионов людей как по всему миру, так, в частности, и в Санкт-Петербурге. Они добираются из дома до работы, ездят в гости к друзьям или за город на пикник, и тратят на поездки в общественном транспорте существенную часть дня. Можно сказать, что жизни огромного числа людей напрямую зависят не только от работоспособности, но и от эффективности существующей системы. Существует множество индикаторов, демонстрирующих состояние транспортной системы мегаполиса. Такими индикаторами являются, например, фактор снижения скорости передвижения в часы пик, относительное количество поездок, осуществляемых различными категориями населения, время, необходимое пассажирам, чтобы добраться из дома до работы и прочие.

Получить значения перечисленных свойств системы можно, используя информацию о проезде пассажирских транспортных средств, а также данные о пассажиропотоках пассажиров на разных маршрутах и остановках системы.

Данные о прохождении транспортом маршрутов, поступающие с датчиков, установленных в транспортных средствах, регистрируются в системе АСУГПТ (Автоматическая система управления городским пассажирским транспортом). Эти данные позволяют определить местоположение транспортного средства в любой отдельно взятый момент времени. Пассажиропотоки необходимо рассчитывать более изощренно. Для этого можно использовать данные об оплате проезда пассажирами. Каждый раз, когда пассажир оплачивает проезд многократным электронным проездным документом (обычно магнитная пластиковая карта), время и место этой оплаты фиксируется в системе СЭКОП (Система электронного контроля оплаты проезда). Оплата в разных странах и городах может отличаться в деталях, но общая ситуация такова, что при посадке в транспортное средство, или входе в метрополитен пассажир прикладывает карту к турникету, тем самым фиксируя время и место начала поездки. Такие данные, конечно не могут учитывать проезд, оплаченный покупкой одноразового бумажного билета, однако на текущий момент не менее 70% пассажиров крупных мегаполисов пользуются электронными проездными документами. Данные СЭКОП хранят не только место, время и уникальный номер карты пассажира, но и его группу, которая может указать на категорию пассажира, использующего карту, а также номер транспортного средства, что позволяет связать данные об оплате с данными системы АСУГПТ. Это возможно поскольку данные о проезде транспорта по маршруту хранят номер транспорта, номер маршрута, а также время проезда остановки и непосредственно идентификатор остановки.

Обладая данными этих автоматизированных систем, мы можем, не прибегая к опросам населения и математическому или алгоритмическому моделированию транспортной системы, провести необходимую обработку для получения упомянутых индикаторов системы. В данной работе я рассказываю о своем опыте участия в реализации государственного контракта по анализу системы общественного транспорта Санкт-Петербурга. Данные для анализа были собраны системами АСУГПТ и СЭКОП за 2 недели октября 2017 года и содержали информацию о всех видах транспорта и всех маршрутах города в ведении управления транспортом.

В результате первичного анализа хотелось получить следующую информацию:

- Индивидуальные поездки каждого пассажира (пассажир идентифицировался номером проездного документа);
- Корреспонденции каждого пассажира (т.е. последовательность поездок пассажира, связанных по месту и времени);
- Регулярные корреспонденции для каждого пассажира (т.е. корреспонденции, которые совершаются пассажирами с определенной периодичностью, например, поездки из дома на работу или учебу);
- Матрицы корреспонденций (т.е. количество корреспонденций между районами города различной детализации или отдельными остановками);
- Пассажиuroобороты для отдельных остановок по маршрутам в разные периоды дня (т.е. сколько пассажиров входят и выходят на остановке в заданный период дня);
- Пассажиropотоки для всех перегонов всех существующих маршрутов (количество пассажиров, проехавших по данному маршруту в данный период дня между соседними остановками);
- Скорость и время движения транспорта в разные периоды дня по каждому маршруту на каждом перегоне.

На основе данных, полученных в результате первичного анализа, требовалось получить вторичную статистику – ключевые данные по транспортной системе в целом:

- Среднее количество поездок и корреспонденций в месяц для каждой категории населения (пенсионеры, школьники, студенты, служащие);
- Часы пик в рабочие и выходные дни;
- Время, которое в среднем требуется жителям города чтобы добраться от дома до работы;
- Коэффициент пересадочности для каждого городского района и транспортной системы в целом (сколько пересадок в среднем требуется совершить жителям района, чтобы добраться от дома до работы);
- Городские районы с худшей/лучшей транспортной доступностью.

В. Постановка задачи

Работа носила коллективный характер и разделялась между многими разработчиками. Я лично принял активное участие при работе над созданием приложения и вычислением вторичной статистики. Однако поскольку проект очень сложный, никогда полностью не был описан, а его отдельные части тесно переплетаются, в данной работе я представляю обзор всего проекта полностью.

Проект ставил перед командой задачи разработки алгоритмов первичной обработки, разработки приложения для автоматического запуска этих алгоритмов, а также проведения анализа с целью выделения ключевых характеристик транспортной системы.

С. Обзор литературы

Был изучен перечень работ с целью выделить полезные подходы к решению поставленной задачи. Следующие работы заслуживают упоминания в тексте работы в связи с некоторым сходством с отдельными деталями работы.

Работа Life Cycle Cost Analysis of Urban Rail Transit Vehicle [2] описывала изучение стоимости жизненного цикла транспорта пассажирской системы. Стоит также

отметить что она рассматривала исключительно рельсовый транспорт. Содержание данной работы было далеко от главных задач, поставленных в нашей работе.

Более интересной показалась работа Analysis of resilience for urban transit networks [3], ориентированная на изучение границ пропускной способности пассажирской транспортной системы. Идеи изучения пассажиропотоков, пассажирооборота были неразрывно связаны с данной работой, однако она все так же не описывала варианты разрешения поставленных нами задач. Дело в том, что работа изучала общую реакцию системы на изменение внешних факторов, в нашей же работе существует ряд четко сформулированных свойств системы, которые необходимо определить.

Изучение пассажиропотоков транспортной системы так же было описано в работе Sensitivity Analysis on Urban Rail Transit Passenger Flow Forecast [4]. Рассматривались данные на базе системы рельсового транспорта, как и в работе, рассмотренной ранее [2]. Анализ проводимый в этой работе был ориентирован на прогноз работы и развития системы, нас же интересует статистика действующей системы.

В работе Analysis On Impact Factors Of Travel Speed And Their Countermeasures For Shanghai Urban Rail Transit Network [5] так же были рассмотрены факторы поведения железнодорожной транспортной системы, что несколько варьируется с содержанием нашей работы и данными в ней. Есть предположение, что эти работы активно изучают поведение рельсового транспорта в связи с предсказуемостью его передвижения и упрощенной системой контроля перемещения пассажиров. Также, такой подход исключает необходимость поиска связанных цепей поездок – корреспонденций, что будет необходимо в нашей работе.

Работа A Comparative Analysis of the Scope of Influence of Urban Rail Transit on the Values of Real Estate in Different Surrounding Regions [6] стала очередной, рассматривающей влияние именно системы железнодорожных путей сообщения на сообщество. А именно поднимался вопрос о влиянии ее на стоимость жилья в районах города. Эта идея несколько перекликается с предстоящей задачей поиска географического распределения корреспонденций. Однако имеет под собой другое обоснование и совершенно иной подход.

Идеи использования городских информационных систем для обеспечения работы пассажирской транспортной системы были представлены в работе The Use of Computer for Urban Transit Operations [7], опубликованной в 1993 году. Это работа является некоторым предвосхищением систем АСУГПТ и СЭКОП, данные которых будут использованы в данной работе для проведения соответствующего анализа.

Работа Mathematical modeling methods for urban transit system projecting on pre-network level [8] описывает подход к математическому моделированию работы пассажирской транспортной системы. Развивая идею моделирования, выделим работу Agent-Based Simulation and Optimization of Urban Transit System [9], предлагающую программную модель системы, основанную на агентах, и предлагающую идеи оптимизации такой системы.

Моделирование, хоть и достаточно точный инструмент – не является идеальным, а потому в работе Moscow Federal Technician Institute Works [10] приведен обзор проблем сопряженных с построением моделей транспортной системы.

Однако последние упомянутые работы не смогут в полной мере найти отражение в проводимом нами анализе, так как моделирование в нашей работе не будет использоваться, потому что все данные уже собраны в действующих

информационных системах АСУГПТ и СЭКОП и представляют собой исчерпывающий набор для проведения обработки и анализа.




Так мы просмотрели множество работ, но многие из них сильно отходили от идеи данной работы.

D. Описание данных

Были собраны данные с автоматических систем контроля проездных документов и системы регистрации проезда пассажирского транспорта АСУГПТ и СЭКОП соответственно. Каждая запись об оплате определяла номер карты пассажира, время проведения оплаты, и идентификационный номер транспорта. Каждая запись системы регистрации проезда определяла номер транспортного средства, идентификатор остановки, и время проезда.

В наше распоряжение поступило 61М записей об оплате проезда и времени проезда за 14 дней в 2016 году и 53М записей за 14 дней в 2017. В городе активно чуть менее 1К маршрутов, общим количеством более 7К остановок. В перечень видов транспорта включены трамваи, троллейбусы, автобусы и метро. Пассажирами было использовано более 2К проездных документов за каждый рассматриваемый период. В Санкт-Петербурге на существует 34 различных типа карт, которые вследствие будут распределены в 4 «категории пассажиров» (Таблица I).

Таблица I. Объединение типов карт по категориям

Secondary school students 	ПБ ученический единый
	Школьники с 1-го по 8-ой класс
	ПБ квартальный ученический
University students 	ПБ студенческий единый
Standard 	ПБ на 20 поездок и 15 дней
	ПБ многоразовый до 70 поездок по тарифу
	Парковка
	ПБ многоразовый до 60 поездок на 90 дней
	ПБ на 10 поездок и 7 дней
	ПБ на 40 поездок и 30 дней
	Единый на квартал на БСК
	ПБ единый ЛО
	Проездной билет на наземный транспорт
	Количество поездок
Единый Электронный Билет	
Senior 	ПБ единый льготный на БСК
	Пенсионер ЛО

Для остановок были известны координаты их местоположения. Остановки были объединены в группы остановок для удобства анализа – с целью, чтобы остановки трамвая и автобуса на одном перекрестке не рассматривались как совершенно различные сущности. Так, например, остановка метро «Василеостровская» и соответствующие остановки автобуса и трамвая оказались объединены в одной группе остановок.

Е. Методология

Первым делом необходимо провести первичную обработку данных, выделить ключевую статистику, которая будет использоваться в последующем анализе.

Определение поездок для каждого проездного документа

В данных, хранимых автоматическими системами не было информации о месте отправления и прибытия каждой поездки пассажиров. Появилась необходимость рассчитать эти данные, основываясь на информации об оплате проезда пассажиром и прохождении маршрута транспортным средством. Соединив информацию по номеру транспортного средства и времени оплаты, мы гарантированно получали один из концов поездки (отправление или прибытие). Для того чтобы найти второй конец, было необходимо пересечь траекторию данного маршрута с траекторией следующего (предыдущего), на котором ехал пассажир (использовал для оплаты проездной документ), и рассматривать ближайшие остановки как второй конец поездки.

Определение корреспонденций для каждого проездного документа

В корреспонденции объединялись поездки, связанные по месту и времени. Так, мы объединяли поездки, отстоящие по расстоянию остановок отправления и прибытия не более чем на 500 метров и по времени отправления и прибытия не более чем на 40 минут.

Определение регулярных корреспонденций для каждого проездного документа

Регулярные корреспонденции – это часто повторяющиеся корреспонденции, которые, например, являют собой поездки на работу или учебу. Такие корреспонденции наиболее полезны при анализе, потому как именно на них ориентированы основные ресурсы транспортной системы. Корреспонденция называлась регулярной, если ее обобщение повторялось не менее чем в 40% всех корреспонденций пассажира. Обобщение корреспонденции – корреспонденция, концы которой идентифицируются не конкретной остановкой, а соответствующей группой остановок.

Построение матриц корреспонденций

Ранее мы составили список корреспонденций пассажиров. Для построения матриц корреспонденций между остановочными пунктами было необходимо агрегировать количество корреспонденций по остановке отправления, остановке прибытия и времени совершения корреспонденции. В случае с матрицей корреспонденций между районами предварительно было необходимо обобщить корреспонденции до районов соответствующей детализации, а после провести подобную агрегацию по району отправления, прибытия и времени совершения корреспонденции.

Вычисление пассажирооборотов

Пассажирообороты – это количество пассажиров, вошедших и вышедших на остановках различных маршрутов. Это количество рассчитывается для разных периодов дня (утро, день, вечер, ночь). Обладая информацией о поездках всех

пассажирам, мы смогли получить показатели пассажирооборотов используя простую агрегацию по времени и остановке отправления или прибытия соответственно. Результаты такого агрегирования могут быть использованы и как конечная статистика (например, по ним можно регулировать направление движения эскалаторов в метро), и как промежуточный результат для получения статистики более общего назначения.

Вычисление пассажиропотоков

Пассажиропотоки – это количество пассажиров, проезжающих в транспортном средстве между двумя соседними остановками маршрута в данный период времени. Для удобства будем называть проезд транспорта между двумя соседними остановками маршрута перегоном. Поскольку мы обладаем информацией о поездках всех пассажиров, а также о перемещениях транспорта с точностью до времени прохождения каждой остановки, мы можем, совместив эти данные, агрегировать их по перегонам и времени и тем самым получить показатели пассажиропотоков. Полученные данные могут быть визуализированы с помощью сторонних приложений линиями разной толщины и отчетливо демонстрировать основные транспортные пути мегаполиса в разрезе по времени.

Вычисление времени и скорости прохождения маршрутов

Для вычисления среднего времени и средней скорости прохождения маршрутов были агрегированы по времени данные о прохождении транспортом остановок на маршруте. Данные агрегировались с точностью до 15-минутных интервалов. Полученные результаты можно изучать для поиска места и времени критических потерь скорости движения транспортных средств при прохождении маршрутов.

Далее следует описание методологии нахождения вторичной статистики, основанной на данных первичной обработки, описанных выше.

Определение среднего количества поездок и корреспонденций в месяц

Эта статистика вычислялась на основе полученных ранее поездок и корреспонденций для всех проездных документов. В поездках и корреспонденциях, кроме, собственно, номера проездного документа присутствует тип проездного документа, который позволяет отнести пассажира к одной из категорий: студент, пенсионер, школьник, пассажир общей категории. Агрегируя среднее количество поездок и корреспонденций, совершаемых пассажирами разных категорий мы получаем статистику, которая может оказаться полезной при пересчете тарификации соответствующих проездных документов для различных категорий населения. Так, если среднее количество корреспонденций по субсидируемым студенческим проездным документам окажется выше необходимого уровня, то, возможно, имеет смысл ввести количественные ограничения на субсидируемые поездки и т.п.

Определение часов пиковой нагрузки

Эта статистика вычислялась на основе полученных ранее поездок. Имеет смысл рассчитывать часы пик отдельно для разных групп населения и для выходных и будних дней. Поэтому количество поездок агрегировалось по категории пассажира и типу дня. Результирующая статистика позволяет

реагировать на быстрое изменение спроса на транспортные перевозки, предоставлять соответствующее оснащение и транспорт для удовлетворения этого спроса, а также дает представление о пиковых требованиях.

Определение среднего времени, затрачиваемого для поездки на работу

Эта статистика рассчитывается на основе регулярных корреспонденций как для всего мегаполиса в целом, так и для отдельных транспортных районов. Она позволяет понять, насколько хорошо организована транспортная система, какие районы обладают хорошей транспортной доступностью, а какие нуждаются в развитии. При этой статистике мы исходили из предположения, что все регулярные корреспонденции связаны с поездками из дома на работу и обратно. Однако эти поездки не симметричны: поездки с работы домой зачастую занимают больше времени (по пути домой люди заезжают в магазины, и успевают сесть на следующий транспорт за установленные 40 минут пересадки; корреспонденция увеличивается по времени и по расстоянию). При расчете среднего времени необходимо учитывать только регулярные корреспонденции из дома до работы. В работе мы использовали предположение, что домашним регионом можно называть тот регион, где человек проводил более 12 часов в большинство дней периода наблюдения. Таким образом мы провели фильтрацию регулярных корреспонденций и агрегировали их по продолжительности и району остановки отправления для вычисления средней продолжительности поездки на работу из каждого района.

Определение коэффициента пересадочности

Коэффициент пересадочности – это среднее количество поездок в составе корреспонденции. Эта статистика рассчитывается на основе поездок и корреспонденций. Для каждой корреспонденции агрегируется количество поездок, а после агрегируется среднее значение для всех корреспонденций. На основании этой статистики можно определять, как плохо развитые транспортные районы с высоким коэффициентом пересадочности, так и общий уровень покрытия маршрутов.

Ф. Реализация

Было сконструировано и запущено приложение на базе Oracle APEX. Приложение обладает полным функционалом и прошло все проверки работоспособности. Вследствие было переведено на новую версию APEX, и оптимизировано под нее. Оно используется государственными структурами транспортного управления в Санкт-Петербурге на протяжении двух лет.

Приложение представляет собой интерфейс, состоящий из пяти основных страниц и восьми страниц второго уровня, между которыми распределен основной функционал – выполнение первичной обработки данных из систем СЭКОП и АСУГПТ и выгрузка этих данных в файлы на локальном компьютере и сервере. Процесс выгрузки в CSV файл был реализован с помощью стандартных пакетов WPG_DOCLOAD, DBMS_LOB, DBMS_XMLGEN, HTTP. Процесс выгрузки в XLSX файл был реализован с помощью стороннего пакета AS_XLSX.

Детали и подробности о вызове функций описаны в приложении 1.

Всего в приложении используются два пользователя: editor и viewer. Пользователь editor обладает доступом ко всем функциям приложения,

пользователь viewer обладает доступом ко всем функциям кроме непосредственного расчета данных.

На Рис. 1. представлены изображения, демонстрирующие работу приложения: главный экран, страница доступа к динамическим данным, страницы запуска расчётов и страница выгрузки средней скорости маршрута.

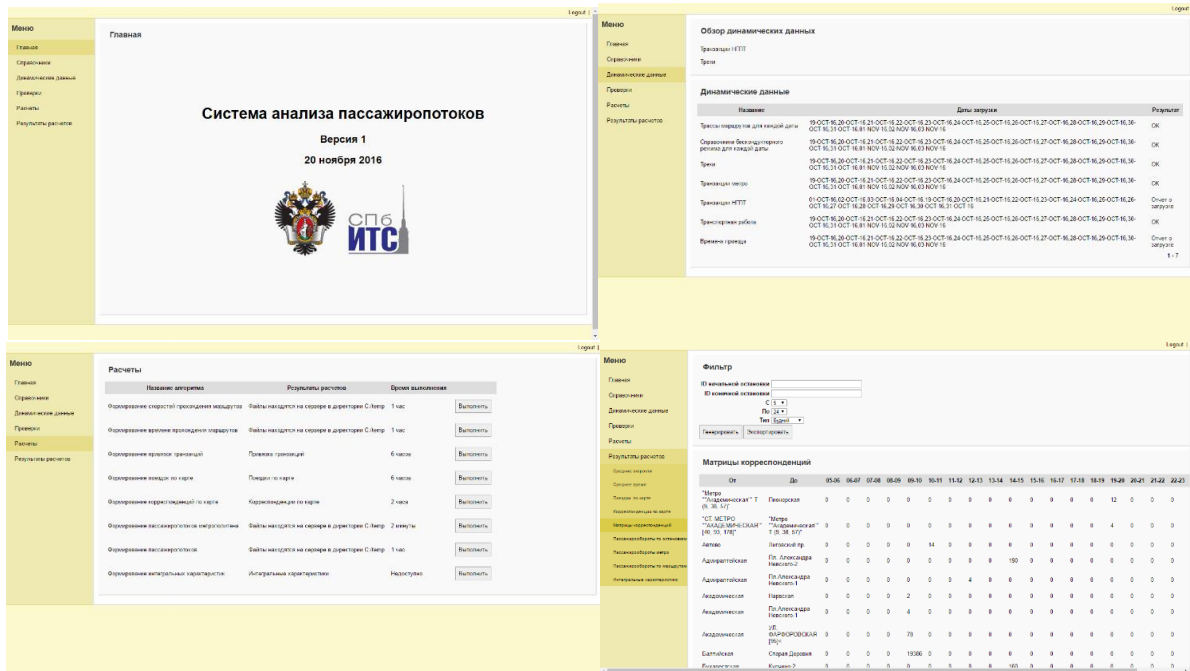


Рис. 1. Демонстрация работы приложения

Главная

На главной странице – начальной странице приложения – отображена лишь информация о версии приложения, и дате релиза версии, а также название приложения и эмблемы Института Транспортных Систем и СПбГУ, принимавших участие при разработке. Активных элементов на странице нет, если не считать общего для всех страниц бокового меню для навигации между страницами. Ссылка на текущую страницу выделена среди пунктов меню более темным фоном. Интерфейс выполнен для работы на устройствах с разным размером экрана.

Справочники

На странице приведен перечень статических данных – справочников - загруженных для обработки. В основной таблице на странице представлена информация о названии справочника, типа справочника (системный, загружаемый), а также ссылка для экспорта справочника на локальный компьютер, с которого открыто приложение. Названия справочников – ссылки на страницы обзора соответствующих данных. Для сложных структур предусмотрена возможность фильтрации по значениям полей.

На странице обзора показана информация о количестве записей соответствующего справочника, постраничное отображение содержимого, и модуль фильтрации.

Динамические данные

Страница динамических данных ссылки на страницы диалогов выборочного отображения записей из таблиц, более склонных к изменениям со временем, чем справочники. К таким таблицам относятся, например, перечни маршрутов и остановок, треков и транзакции оплаты проезда.

Перечни этих данных пространны и отображение их в полном виде не представляется возможным, а потому на сайте реализована лишь функция представления фильтрованных данных.

На странице выборки отображена форма фильтрации и кнопки «генерация» и «экспорт». При нажатии кнопку генерации производится выгрузка данных, удовлетворяющих фильтру. При нажатии на кнопку экспорта, выгруженные данные можно сохранить на локальный компьютер.

Расчеты

Страница расчетов предназначена для пользователей категории editor. На странице доступны кнопки запуска соответствующих расчетов. Каждая кнопка расположена напротив названия соответствующего расчета, а также ориентировочного времени проведения расчета. Все расчеты занимают много времени и вычислительных ресурсов сервера. Результаты всех расчетов сохраняются в файлах на сервере приложения.

Ниже приведен перечень доступных расчетов:

- Скорости прохождения маршрутов
- Время прохождения маршрутов
- Пассажиरोобороты по остановкам
- Пассажирообороты метрополитена
- Пассажирообороты по маршрутам
- Устойчивые корреспонденции
- Пассажиропотоки для групп остановок – будни
- Пассажиропотоки для групп остановок – выходные
- Меж остановочные матрицы корреспонденций
- Матрицы корреспонденций для транспортных районов

Результаты расчетов

На странице «Результаты расчетов» приведены ссылки на страницы выборки результатов проведенных расчетов по фильтру. Ниже приведен перечень доступных данных:

- Средние скорости
- Среднее время
- Поездки по карте
- Корреспонденции по карте
- Матрицы корреспонденций
- Время корреспонденций
- Пассажирообороты по остановкам НГПТ
- Пассажирообороты по маршрутам

На странице выборки отображена форма фильтрации и кнопки «генерация» и «экспорт». При нажатии кнопку генерации производится выгрузка данных, удовлетворяющих фильтру. При нажатии на кнопку экспорта, выгруженные данные можно сохранить на локальный компьютер.

Приложение множество раз было развернуто на серверах управления транспортом под разными версиями Oracle APEX и отвечало всем поставленным функциональным требованиям.

G. Расчет качественных характеристик транспортной системы

Расчет качественных характеристик транспортной системы был проведен на данных 2016 года и на данных 2017 года. В данном тексте представлены результаты обработки последних данных.

Распределение корреспонденций в течение дня

Распределение часов пик было найдено подсчетом количества пассажиров в дороге в каждый час. Результаты анализа представлены на Рис. 2 - вы можете видеть график демонстрирующий распределение поездок в течение рабочего дня по категориям пассажиров.

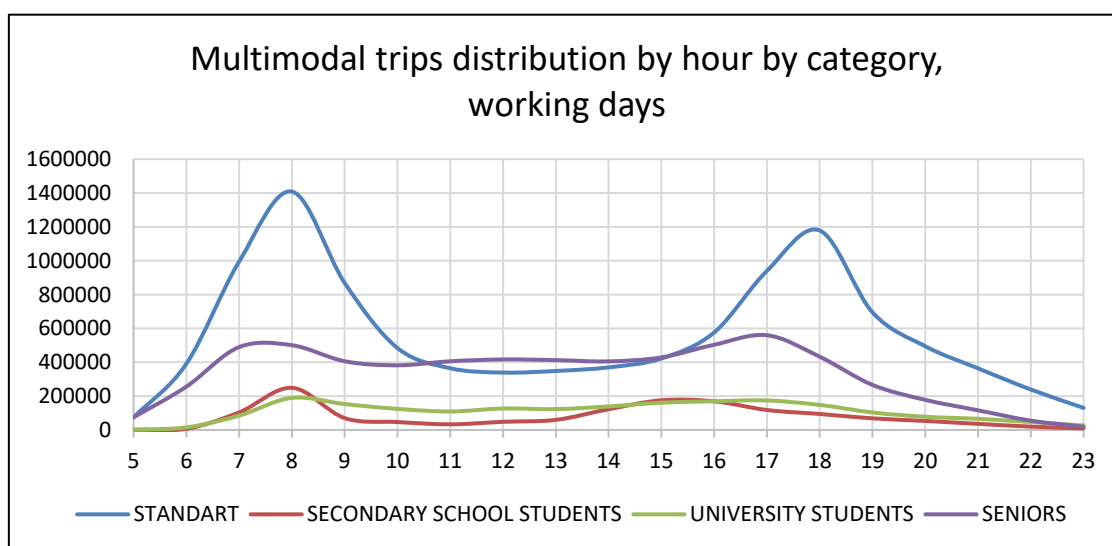


Рис. 2. Распределение корреспонденций по часам по категориям, будние дни

Результаты анализа также представлены на Рис. 3 - вы можете видеть график демонстрирующий распределение поездок в течение выходного дня по категориям пассажиров.

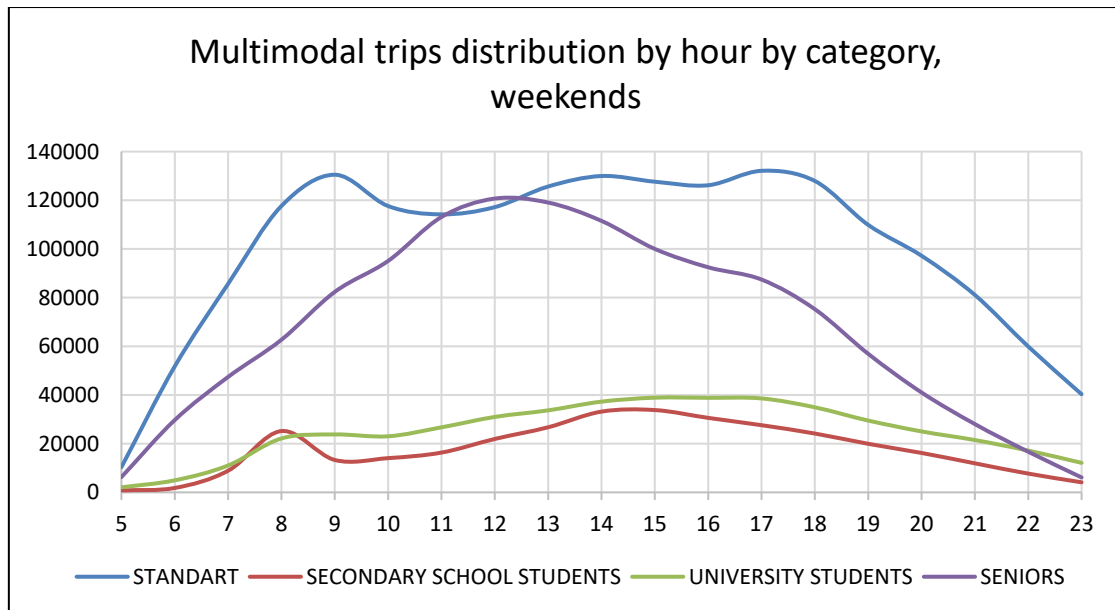


Рис. 3. Распределение корреспонденций по часам по категориям, выходные дни

Также на Рис. 4 представлены данные для сравнения доли поездок по часам в выходные дни и в будние дни.

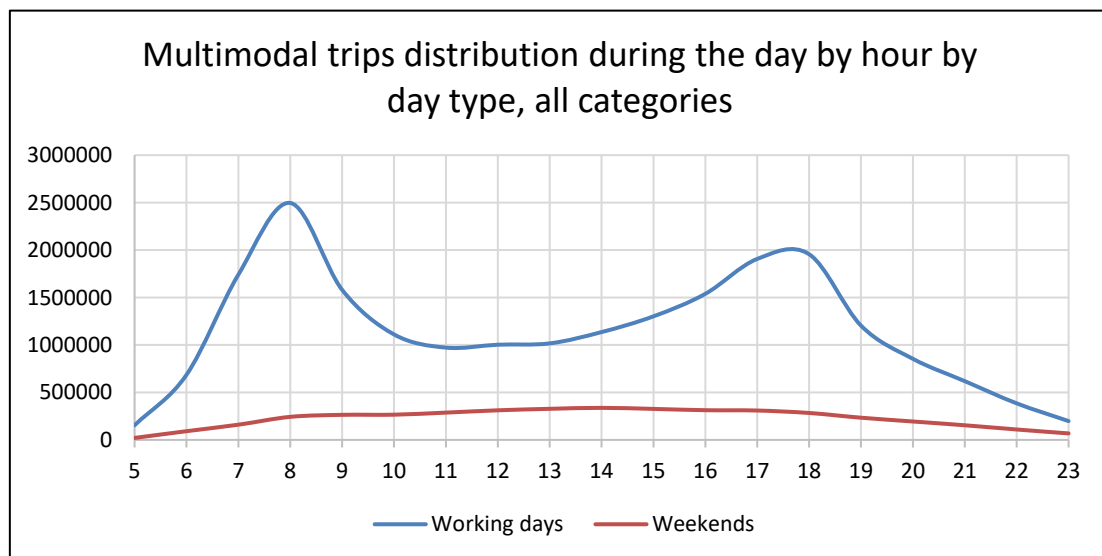


Рис. 4. Распределение корреспонденций по часам по типу дня по всем категориям

Полученные данные позволяют нам констатировать следующие факты:

- наиболее выраженные часы пик приходятся на 8 и 17 часов в рабочие дни (время, когда большинство людей едет на работу и с работы соответственно);
- пенсионеры предпочитают пользоваться транспортом до наступления утреннего часа пик, в 7 часов;
- для студентов часы пик менее выражены, особенно вечерние, причиной этому может служить разнообразие в расписаниях студентов;

- не сложно видеть, что в выходные часы пик не выражены так явно, как в будние дни; вместо этого доля использования транспорта плавно повышается, достигая пика в 14 часов, и затем так же плавно опускается.

Распределение корреспонденций относительно категорий пассажиров

Мы получили данные о количестве одиночных и составных поездок, совершенных пассажирами за период наблюдения (14 дней). Однако, поскольку многие проездные документы оформляются на месяц, имеет смысл нормировать полученные значения для получения данных дающих лучшее представление об использовании проездных карт пассажирами. Для этого мы умножили полученные данные на 30/14 для нахождения среднего значения за месяц. Полученные данные о среднем количестве поездок для каждой группы представлены на Рис. 5.

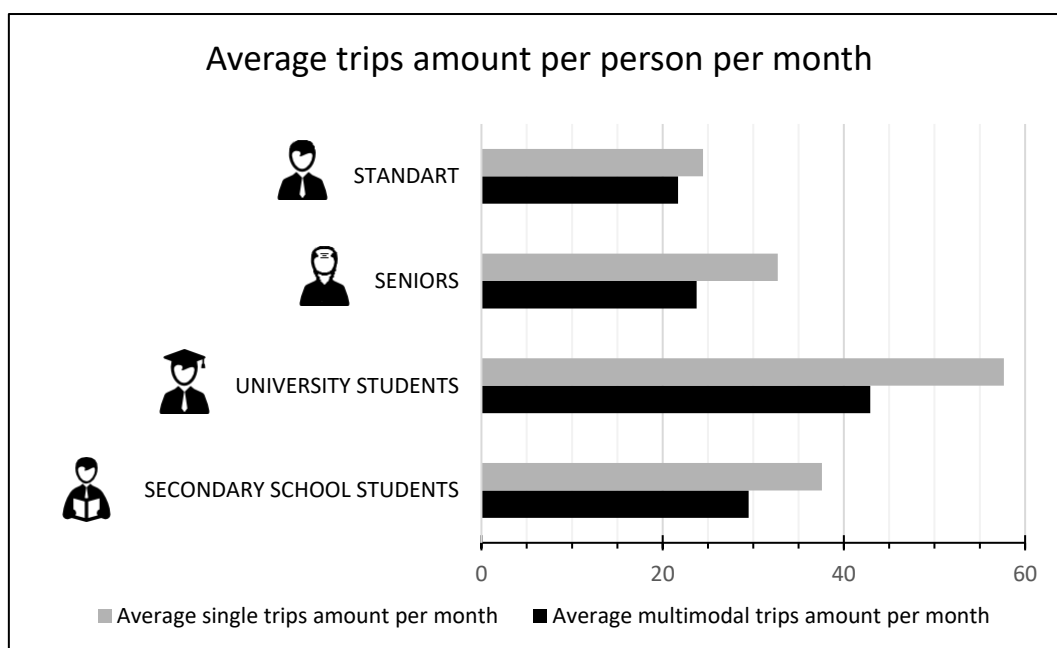


Рис. 5. Среднее количество совершаемых поездок за месяц

В процессе поиска данных о среднем количестве поездок также была найдена дополнительная полезная информация – процентное отношение количество корреспонденций реализованных каждой группой населения. Эта информация представлена на Рис. 6.

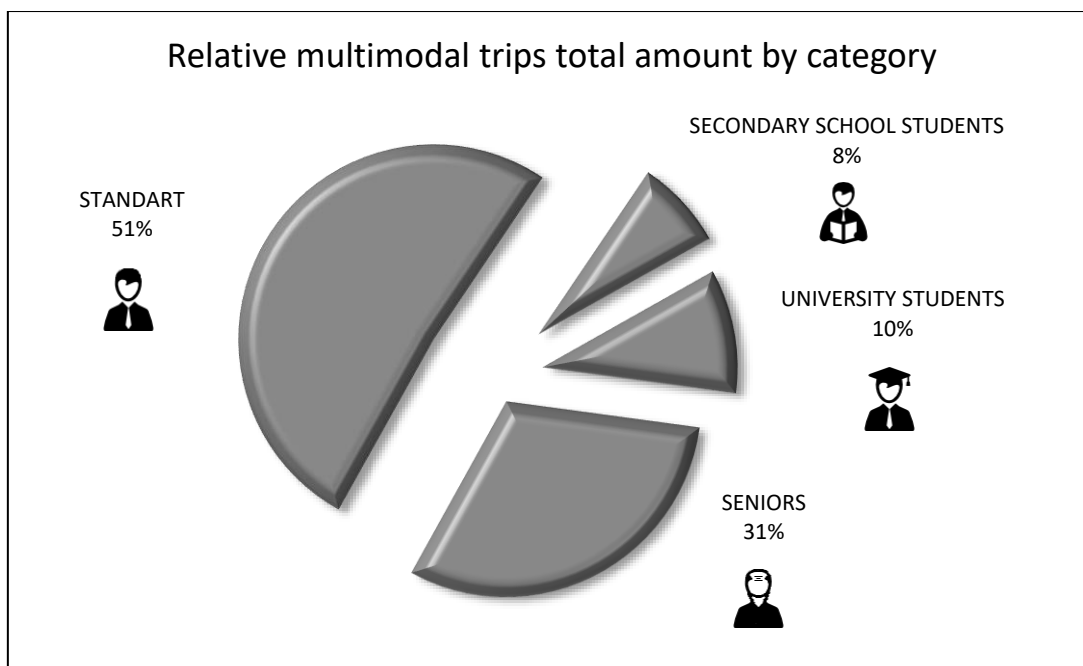


Рис. 6. Процентное соотношение количества корреспонденций по категориям

Интересно то, что обычный пассажир в среднем совершает менее одной поездки в день. Пенсионеры используют транспорт значительно реже прочих групп населения. Студенты же и школьники наоборот, часто пользуются транспортом.

Полученные данные демонстрируют что подавляющее число пассажиров не принадлежат льготным группам населения и реализуют более 50% всех поездок. Этот факт следует учитывать при расчете тарификационной системы транспортной сети.

Расчет транспортной комфортности районов

Для получения этой статистики регулярные корреспонденции были отфильтрованы: после определения дома пассажиров были оставлены лишь корреспонденции с отправлением из дома. Таким образом, статистика строится по координатам остановок рядом с домом.

Данные о географическом положении остановок были обработаны и визуализированы на карте, представленной на Рис. 7. Более темным цветом выделены участки, откуда люди дольше добираются до работы. Так, например, ярко выделяется Красносельский район.

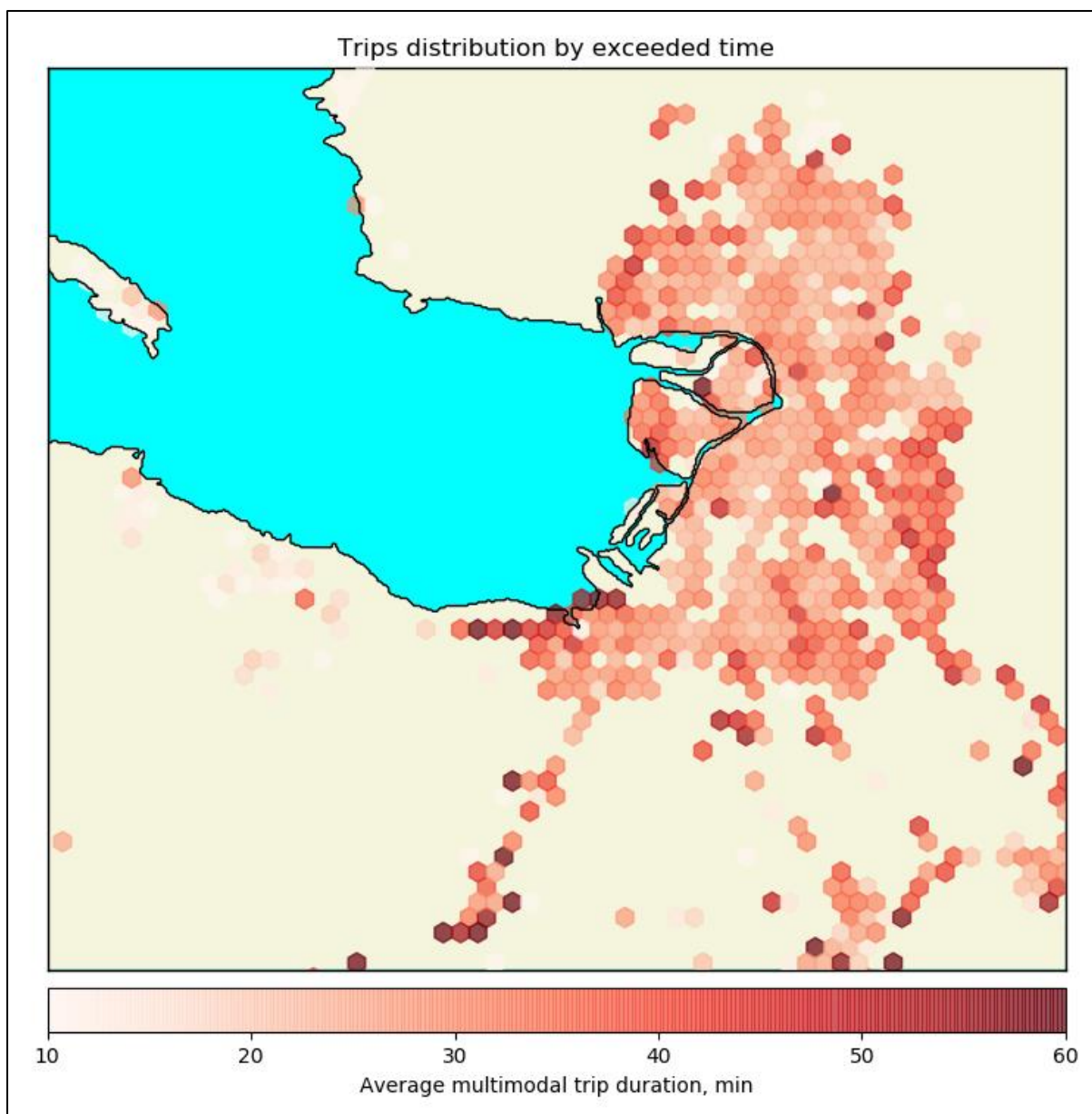


Рис. 7. Распределение корреспонденций по координатам.

Также данные о средней продолжительности поездок были агрегированы и на уровне районов, таким образом был получен перечень самых комфортных и не комфортных районов соответственно. Результаты расчетов представлены в Таблице II.

Таблица II. Рейтинг районов по уровню транспортной комфортности

Рейтинг	Район	Средняя продолжительность поездки из дома на работу
1	Гатчинский район	13.76
2	Петродворцовый район	15.06
3	Адмиралтейский район	28.68
4	Центральный район	29.10
5	Петроградский район	29.52

...
18	Ломоносовский район	37.65
19	Невский район	40.63
20	Красносельский район	44.54
21	Волосовский район	61.68
22	Кронштадский район	70.37

Интересным наблюдением является то что самые комфортные районы (Гатчинский и Петродворцовый) находятся на периферии. Поначалу такой результат может оказаться сомнительным, но, если подумать, он вполне ожидаемый. Основная причина, по которой люди на периферии тратят меньше времени чтобы добраться из дома до работы – сбалансированная инфраструктура, дома и рабочие места, расположенные в одном регионе. В центре же города существует отчетливое разделение: некоторые регионы исключительно рабочие, а прочие исключительно жилые. Людям необходимо ездить на большие расстояния. Поэтому, например, одним из самых некомфортных районов является Невский район, который находится в самом сердце Петербурга (среднее время регулярной поездки – 40 минут).

Распределение корреспонденций по продолжительности

Теперь мы хотим получить информацию о среднем времени, затрачиваемом на поездку в целом по городу. Мы хотим узнать правда ли 95% регулярных поездок из дома на работу совершаются менее чем за 45 минут.

Были найдены продолжительности всех составных поездок из дома до работы. После этого были подсчитаны поездки с группировкой по продолжительности. Данные были разбиты на выходные и рабочие дни. Полученные результаты представлены в Таблице III.

Таблица III. Распределение устойчивых корреспонденций по продолжительности

<i>DURATION</i>	<i>Workdays, Absolute</i>	<i>Workdays, Relative</i>	<i>Weekends, Absolute</i>	<i>Weekends, Absolute</i>
< 10	55833	1.21%	6742	1.43%
< 20	549828	11.94%	68881	14.62%
< 30	1326308	28.80%	148587	31.53%
< 40	2181054	47.37%	241971	51.35%
< 50	3432260	74.54%	362808	77.00%
< 60	4355090	94.58%	449339	95.36%
< 70	4535954	98.51%	466476	99.00%
< 80	4571131	99.28%	469002	99.54%
< 90	4585530	99.59%	469880	99.72%
< 100	4593469	99.76%	470397	99.83%
< 110	4596918	99.84%	470602	99.88%
< 120	4599123	99.88%	470737	99.90%
<i>ALL</i>	<i>4604491</i>	<i>100.00%</i>	<i>471189</i>	<i>100.00%</i>

По полученным данным видно, что ни в рабочие дни, ни в выходные средняя продолжительность не оптимальна. Не только не в 45, но и в 50 минут укладываются лишь 75-77% всех регулярных поездок. 95% же делятся до часу как

в рабочие, так и в выходные дни. Это говорит нам о проблемах с дорогами и системой дорог в городе, которую необходимо разрешить в будущем.

Также были получены абсолютные показатели, с которыми можно ознакомиться на Рис. 8. и Рис. 9.

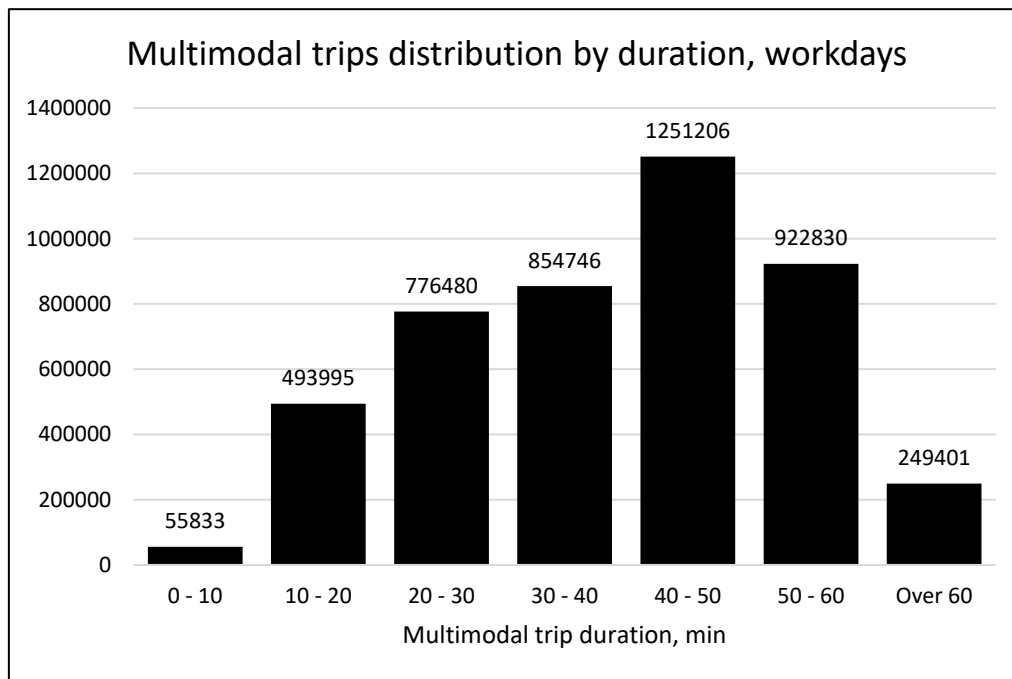


Рис. 8. Распределение устойчивых корреспонденций из дома до работы в рабочие дни

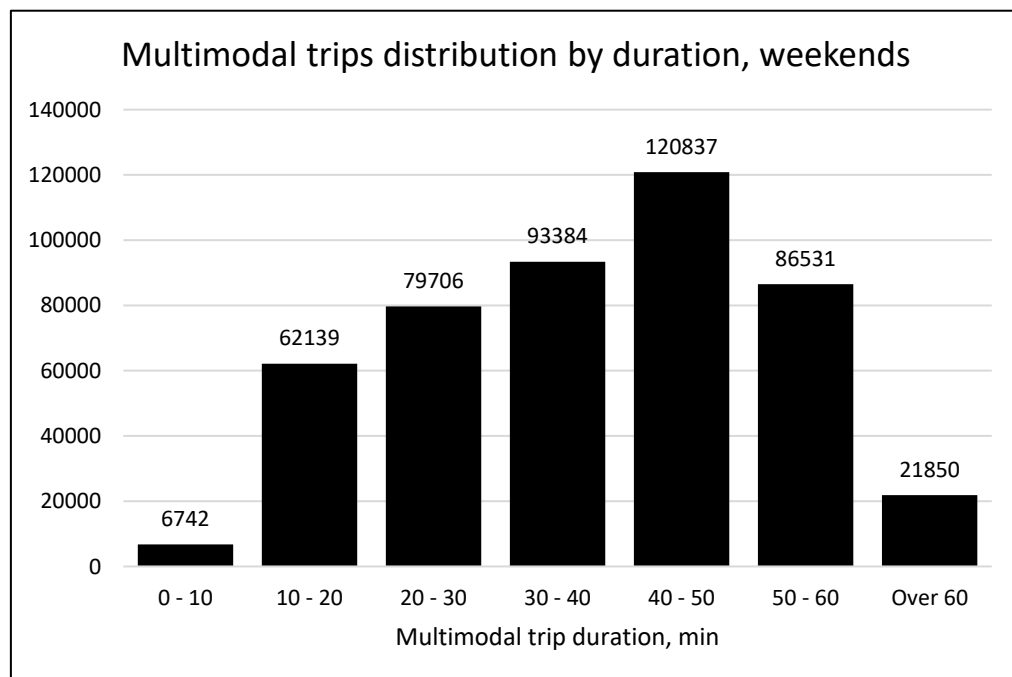


Рис. 9. Распределение устойчивых корреспонденций из дома до работы в выходные дни

Пересадочный коэффициент разных типов корреспонденций

Сбалансированная система пассажирского транспорта должна обладать хорошим значением коэффициента пересадочности (среднего количества одиночных поездок, участвующих в составной).

Были найдены пересадочные коэффициенты для составных и регулярных поездок. Наибольший интерес представляют именно регулярные поездки, потому как они, не включают исключительные ситуации, такие как поездки на выходных за город.

Пересадочные коэффициенты для каждой группы пассажиров по типу дня и типу поездки представлены в Таблице IV.

Таблица IV. Пересадочный коэффициент корреспонденций по категориям пассажиров

<i>Analised Data</i>	<i>Interchange Coefficient</i>
<i>Workdays, All multimodal trips</i>	1.24
<i>Weekends, All multimodal trips</i>	1.22
<i>Workdays, Persistent multimodal trips</i>	1.14
<i>Weekends, Persistent multimodal trips</i>	1.21

Н. Заключение

Было реализовано полностью функциональное приложение, которое сегодня использует организатор перевозок города Санкт-Петербурге.

В целях получения качественных характеристик было обработано более 150М записей разного назначения с общим временем проведения вычислений более двух недель. Хочется верить, что полученные результаты действительно могут помочь оптимизировать работу транспортной системы и сделать жизнь жителей Санкт-Петербурга лучше.

Список литературы

1. Natalia Grafeeva, Elena Mikhailova, Elena Nogova, Innokenty Tretyakov, Passanger Traffic Analysys Based on St. Petersburg Public Transport, 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference: Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing, Issue 21, SGEM 2017; Albena; Bulgaria; Volume 17, 2017, Pages 509-5016
2. RongYaping, Zhang Xingchen, Baiyun, Liu Lu, Chen Yao, Sun Yiwei, Life Cycle Cost Analysis of Urban Rail Transit Vehicle, 2015, IEEE
3. HE Sheng-xue, GAN Hongcheng, XU Fuyuan, Analysis of resilience for urban transit networks, 2011, IEEE
4. Chao-qun MA, Yu-ping WANG, Yan-yong GUO, Sensitivity Analysis on Urban Rail Transit Passenger Flow Forecast, 2011, IEEE
5. Jie Zhang, Ying-Hui Fan, Wei Nai, Yi Yu, Analysis On Impact Factors Of Travel Speed And Their Countermeasures For Shanghai Urban Rail Transit Network, 2015, IEEE
6. Sun Yanfei, Pan Bingyu, A Comparative Analysis of the Scope of Influence of Urban Rail Transit on the Values of Real Estate in Different Surrounding Regions, 2011, IEEE
7. Robert Lessard, The Use of Computer for Urban Transit Operations, 1993, IEEE
8. Fedorov V.P., Losin L.A., Mathematical modeling methods for urban transit system projecting on pre-network level, Russian Federation Transport, 2012, № 2 (39)
9. Guangzhi Zhang, Han Zhang, Lefei Li, Member IEEE and Chenxu Dai, Agent-Based Simulation and Optimization of Urban Transit System, 2013, IEEE
10. Shvecov V.I., Movement in transit system modeling problems, Moscow Federal Technician Institute Works, 2010, Volume 2, № 4

Приложение 1 - Используемые функции

Расчеты – Скорости прохождения маршрутов

```
'for i in (SELECT * FROM TABLE(POLINA.COMMON.GetRefRoutes())) loop',  
<.....>  
' as_xlsx.query2sheet( 'SELECT * FROM  
TABLE(POLINA.MAIN.GetSpeedByRouteId(''|i.ID_ROUTE|'',1, ''будний''))', p_sheet  
=> 1);',  
<.....>
```

Расчеты – Время прохождения маршрутов

```
'for i in (SELECT * FROM TABLE(POLINA.COMMON.GetRefRoutes())) loop',  
<.....>  
' as_xlsx.query2sheet( 'SELECT * FROM  
TABLE(POLINA.MAIN.GetAvgTimeByRouteId(''|i.ID_ROUTE|'',1, ''будний''))', p_sheet=  
>1 );',  
<.....>
```

Расчеты – Пассажиروобороты по остановкам

```
<.....>  
' as_xlsx.query2sheet( 'SELECT routenumber STOP_ID, StartStopName STOPNAME, TRANSPORTNAME  
TRANSPORTNAME, endstopname DIRECTION, DayType DAYTYPE, ',  
'speed_5_30_5_45 "5:30", speed_5_45_6_00 "5:45" , speed_6_00_6_15 "6:00" , speed_6_15_6_30  
"6:15",',  
'speed_6_30_6_45 "6:30", speed_6_45_7_00 "6:45" , speed_7_00_7_15 "7:00" , speed_7_15_7_30  
"7:15",',  
'speed_7_30_7_45 "7:30", speed_7_45_8_00 "7:45" , speed_8_00_8_15 "8:00" , speed_8_15_8_30  
"8:15",',  
'speed_8_30_8_45 "8:30", speed_8_45_9_00 "8:45" , speed_9_00_9_15 "9:00" , speed_9_15_9_30  
"9:15",',  
'speed_9_30_9_45 "9:30", speed_9_45_10_00 "9:45" , speed_10_00_10_15 "10:00" ,  
speed_10_15_10_30 "10:15" ,',  
'speed_10_30_10_45 "10:30", speed_10_45_11_00 "10:45" , speed_11_00_11_15 "11:00" ,  
speed_11_15_11_30 "11:15",',  
'speed_11_30_11_45 "11:30", speed_11_45_12_00 "11:45" , speed_12_00_12_15 "12:00" ,  
speed_12_15_12_30 "12:15" ,',  
'speed_12_30_12_45 "12:30", speed_12_45_13_00 "12:45" , speed_13_00_13_15 "13:00" ,  
speed_13_15_13_30 "13:15",',  
'speed_13_30_13_45 "13:30", speed_13_45_14_00 "13:45" , speed_14_00_14_15 "14:00" ,  
speed_14_15_14_30 "14:15" ,',  
'speed_14_30_14_45 "14:30", speed_14_45_15_00 "14:45" , speed_15_00_15_15 "15:00" ,  
speed_15_15_15_30 "15:15",',  
'speed_15_30_15_45 "15:30", speed_15_45_16_00 "15:45" , speed_16_00_16_15 "16:00" ,  
speed_16_15_16_30 "16:15",',  
'speed_16_30_16_45 "16:30", speed_16_45_17_00 "16:45" , speed_17_00_17_15 "17:00" ,  
speed_17_15_17_30 "17:15",',  
'speed_17_30_17_45 "17:30", speed_17_45_18_00 "17:45" , speed_18_00_18_15 "18:00" ,  
speed_18_15_18_30 "18:15",',  
'speed_18_30_18_45 "18:30", speed_18_45_19_00 "18:45" , speed_19_00_19_15 "19:00" ,  
speed_19_15_19_30 "19:15",',  
'speed_19_30_19_45 "19:30", speed_19_45_20_00 "19:45" , speed_20_00_20_15 "20:00" ,  
speed_20_15_20_30 "20:15",',  
'speed_20_30_20_45 "20:30", speed_20_45_21_00 "20:45" , speed_21_00_21_15 "21:00" ,  
speed_21_15_21_30 "21:15" ,',  
'speed_21_30_21_45 "21:30", speed_21_45_22_00 "21:45" , speed_22_00_22_15 "22:00" ,  
speed_22_15_22_30 "22:15",',  
'speed_22_30_22_45 "22:30", speed_22_45_23_00 "22:45" , speed_23_00_23_15 "23:00" ,  
speed_23_15_23_30 "23:15" ,',  
'speed_23_30_23_45 "23:30", speed_23_45_0_00 "23:45" , speed_0_00_0_15 "00:00" ,  
speed_0_15_0_30 "00:15" ,',
```

```
'speed_0_30_0_45 "00:30", speed_0_45_1_00 "00:45"',
'FROM TABLE(POLINA.ELENA.GetAllPassangerForStopNWeekend())', p_sheet=>1 );',
<.....>
```

Расчеты – Пассажиروобороты метрополитена

```
<.....>
' as_xlsx.query2sheet( 'SELECT ROUTENUMBER, EndStopName, STARTSTOPNAME, DAYTYPE,
  DIRECTIONTYPE, SPEED_5_30_5_45, SPEED_5_45_6_00, SPEED_6_00_6_15, SPEED_6_15_6_30,
  SPEED_6_30_6_45 , SPEED_6_45_7_00 , SPEED_7_00_7_15 , SPEED_7_15_7_30 ,
  SPEED_7_30_7_4'
||'5, SPEED_7_45_8_00 , SPEED_8_00_8_15 , SPEED_8_15_8_30 , SPEED_8_30_8_45 ,
  SPEED_8_45_9_00 , SPEED_9_00_9_15 , SPEED_9_15_9_30 , SPEED_9_30_9_45 ,
  SPEED_9_45_10_00 , SPEED_10_00_10_15 , SPEED_10_15_10_30 , SPEED_10_30_10_45 ,
  SPEED_10_45_11_00 , SPEE'
||'D_11_00_11_15 , SPEED_11_15_11_30 , SPEED_11_30_11_45 , SPEED_11_45_12_00 ,
  SPEED_12_00_12_15 , SPEED_12_15_12_30 , SPEED_12_30_12_45 , SPEED_12_45_13_00 ,
  SPEED_13_00_13_15 , SPEED_13_15_13_30 , SPEED_13_30_13_45 , SPEED_13_45_14_00 ,
  SPEED_14_00_14'
||' _15 , SPEED_14_15_14_30 , SPEED_14_30_14_45 ,SPEED_14_45_15_00 ,SPEED_15_00_15_15 ,
  SPEED_15_15_15_30 , SPEED_15_30_15_45 , SPEED_15_45_16_00 , SPEED_16_00_16_15 ,
  SPEED_16_15_16_30 , SPEED_16_30_16_45 , SPEED_16_45_17_00 , SPEED_17_00_17_15 ,
  SPEED_'
||'17_15_17_30 , SPEED_17_30_17_45 , SPEED_17_45_18_00 , SPEED_18_00_18_15 ,
  SPEED_18_15_18_30 , SPEED_18_30_18_45 , SPEED_18_45_19_00 , SPEED_19_00_19_15 ,
  SPEED_19_15_19_30 , SPEED_19_30_19_45 , SPEED_19_45_20_00 , SPEED_20_00_20_15 ,
  SPEED_20_15_20_3'
||'0 , SPEED_20_30_20_45 , SPEED_20_45_21_00 , SPEED_21_00_21_15 , SPEED_21_15_21_30 ,
  SPEED_21_30_21_45 , SPEED_21_45_22_00 , SPEED_22_00_22_15 , SPEED_22_15_22_30 ,
  SPEED_22_30_22_45 , SPEED_22_45_23_00 , SPEED_23_00_23_15 , SPEED_23_15_23_30 ,
  SPEED_'
||'23_30_23_45 , SPEED_23_45_0_00, SPEED_0_00_0_15 , SPEED_0_15_0_30 , SPEED_0_30_0_45 ,
  SPEED_0_45_1_00 FROM TABLE(POLINA.MAIN.GetPassengerMetro(1, ''''будний'''))',
  p_sheet=>1 );',
<.....>
```

Расчеты – Пассажируобороты по маршрутам

```
'for i in (SELECT * FROM TABLE(POLINA.COMMON.GetRefRoutes())) loop',
<.....>
' as_xlsx.query2sheet( 'SELECT * FROM
  TABLE(POLINA.ELENA.GetPassengerByRouteId('' ||i.ID_ROUTE||'',1,1, ''''будний'''))',
  p_sheet => 1 );',
<.....>
```

Расчеты – Устойчивые корреспонденции

```
'for i in (SELECT DDATE FROM TABLE(POLINA.COMMON.getRefDay_Types())) loop',
<.....>
' as_xlsx.query2sheet( 'select start_stop_id start_group_id, end_stop_id end_group_id,
  start_stop_name start_group_name, end_stop_name end_group_name,',
' hour_5, hour_6, hour_7, hour_8, hour_9, hour_10, hour_11, hour_12, hour_13, hour_14,
  hour_15, hour_16, hour_17, hour_18, hour_19, hour_20, hour_21, hour_22, hour_23,
  hour_0',
' from
  table(POLINA.elena.GetCorrespondenceMatrix4Group(to_date(''''' ||TO_CHAR(i.ddate,'''dd.
  mm.yyyy''') || ''''',
''''dd.mm.yyyy'''))',
' order by (hour_5 + hour_6 + hour_7 + hour_8 + hour_9 + hour_10 + hour_11 + hour_12 +
  hour_13 + hour_14 + hour_15 + hour_16 + hour_17 + hour_18 + hour_19 + hour_20 +
  hour_21) desc'' );',
<.....>
```

Расчеты – Пассажиропотоки для групп остановок – будни

```
<.....>
' as_xlsx.query2sheet( 'SELECT * FROM
    TABLE(POLINA.ELENA.GetPasengerFlowForGroup(''выходной''))', p_sheet=>1 );',
<.....>
```

Расчеты – Пассажиропотоки для групп остановок – выходные

```
<.....>
' as_xlsx.query2sheet( 'SELECT * FROM
    TABLE(POLINA.ELENA.GetPasengerFlowForGroup(''будний''))', p_sheet=>1 );',
<.....>
```

Расчеты – Меж остановочные матрицы корреспонденций

```
'for i in (SELECT DDATE FROM TABLE(POLINA.COMMON.getRefDay_Types()) order by ddate) loop',
<.....>
' as_xlsx.query2sheet( 'select * from
    table(polina.elena.GetCorrespondenceMatrix(NULL,NULL,
        5,23,to_date('' || TO_CHAR(i.ddate, 'dd.mm.yy') || ''', ''dd.mm.yy''))',
    p_sheet=>1 );',
<.....>
```

Расчеты – Матрицы корреспонденций для транспортных районов

```
'for i in (SELECT DDATE FROM TABLE(POLINA.COMMON.getRefDay_Types())) loop',
<.....>
' as_xlsx.query2sheet( 'select * from
    table(POLINA.elena.GetCorrMatrixForTRRegion(to_date('' || TO_CHAR(i.ddate, 'dd.mm.yy
        ') || ''', ''dd.mm.yy''))', p_sheet=>1 );',
<.....>
```

Результаты расчетов - Средние скорости

```
<.....>
' as_xlsx.query2sheet( 'SELECT * FROM
    TABLE(POLINA.MAIN.GetSpeedByRoute('' || :P3_ROUTE || ''', '' || :P3_TRANSPORT || ''', '' ||
        :P3_DIRECTION || ''', '' || :P3_DAYTYPE || '''))' );',
<.....>
```

Результаты расчетов - Среднее время

```
<.....>
' as_xlsx.query2sheet( 'SELECT * FROM
    TABLE(POLINA.MAIN.GetAVGTimeByRoute('' || :P4_ROUTE || ''', '' || :P4_TRANSPORT || ''', '' ||
        :P4_DIRECTION || ''', '' || :P4_DAYTYPE || '''))' );',
<.....>
```

Результаты расчетов - Поездки по карте

```
<.....>
' as_xlsx.query2sheet( 'SELECT * FROM
    TABLE(POLINA.MAIN.GetTripList('' || :P14_CARDNUM || '''))' );',
<.....>
```

Результаты расчетов - Корреспонденции по карте

```
<.....>
' as_xlsx.query2sheet( 'SELECT * FROM
    TABLE(POLINA.MAIN.GetCorrespondenceForCard('' || :P15_CARDNUM || '''))' );',
```


<.....>

Результаты расчетов - Матрицы корреспонденций

<.....>

```
as_xlsx.query2sheet( 'SELECT * FROM
  TABLE(POLINA.ELENA.GetCorrespondenceMatrix(''|A|'', ''|B|'', ''||:P17_START|'', ''||
  :P17_END|'', TO_DATE('''''''|:P17_DAYTYPE|'''''' , ''''DD.MM.YYYY'''''))'' );
```

<.....>

Результаты расчетов - Время корреспонденций

<.....>

```
as_xlsx.query2sheet( 'SELECT * FROM
  TABLE(POLINA.ELENA.GetCorrespondenceMatrix4Speed(''|A|'', ''|B|'', ''||:P26_START|'',
  ''||:P26_END|'', TO_DATE('''''''|:P26_DAYTYPE|'''''' , ''''DD.MM.YYYY'''''))'' );
```

<.....>

Результаты расчетов - Пассажирообороты по остановкам НГПТ

<.....>

```
as_xlsx.query2sheet( 'SELECT STARTSTOPNAME, ENDSTOPNAME, DAYTYPE, DIRECTIONTYPE,
  SPEED_5_30_5_45 , SPEED_5_45_6_00 , SPEED_6_00_6_15 , SPEED_6_15_6_30 ,
  SPEED_6_30_6_45 , SPEED_6_45_7_00 , SPEED_7_00_7_15 , SPEED_7_15_7_30 ,
  SPEED_7_30_7_45, SPEED_'
||'7_45_8_00 , SPEED_8_00_8_15 , SPEED_8_15_8_30 , SPEED_8_30_8_45 , SPEED_8_45_9_00 ,
  SPEED_9_00_9_15 , SPEED_9_15_9_30 , SPEED_9_30_9_45 , SPEED_9_45_10_00 ,
  SPEED_10_00_10_15 , SPEED_10_15_10_30 , SPEED_10_30_10_45 , SPEED_10_45_11_00 ,
  SPEED_11_00_1_'
||'1_15 , SPEED_11_15_11_30 , SPEED_11_30_11_45 , SPEED_11_45_12_00 , SPEED_12_00_12_15 ,
  SPEED_12_15_12_30 , SPEED_12_30_12_45 , SPEED_12_45_13_00 , SPEED_13_00_13_15 ,
  SPEED_13_15_13_30 , SPEED_13_30_13_45 , SPEED_13_45_14_00 , SPEED_14_00_14_15 , SPE'
||'ED_14_15_14_30 , SPEED_14_30_14_45 ,SPEED_14_45_15_00 ,SPEED_15_00_15_15 ,
  SPEED_15_15_15_30 , SPEED_15_30_15_45 , SPEED_15_45_16_00 , SPEED_16_00_16_15 ,
  SPEED_16_15_16_30 , SPEED_16_30_16_45 , SPEED_16_45_17_00 , SPEED_17_00_17_15 ,
  SPEED_17_15_17_'
||'30 , SPEED_17_30_17_45 , SPEED_17_45_18_00 , SPEED_18_00_18_15 , SPEED_18_15_18_30 ,
  SPEED_18_30_18_45 , SPEED_18_45_19_00 , SPEED_19_00_19_15 , SPEED_19_15_19_30 ,
  SPEED_19_30_19_45 , SPEED_19_45_20_00 , SPEED_20_00_20_15 , SPEED_20_15_20_30 , SPEED'
||'_20_30_20_45 , SPEED_20_45_21_00 , SPEED_21_00_21_15 , SPEED_21_15_21_30 ,
  SPEED_21_30_21_45 , SPEED_21_45_22_00 , SPEED_22_00_22_15 , SPEED_22_15_22_30 ,
  SPEED_22_30_22_45 , SPEED_22_45_23_00 , SPEED_23_00_23_15 , SPEED_23_15_23_30 ,
  SPEED_23_30_23_'
||'45 , SPEED_23_45_0_00, SPEED_0_00_0_15 , SPEED_0_15_0_30 , SPEED_0_30_0_45 ,
  SPEED_0_45_1_00 FROM
  TABLE(POLINA.ELENA.GetPassengerForStop(''|:P18_STOP|'', ''''''|:P18_DAYTYPE|''''''
  )'' );
```

<.....>

Результаты расчетов - Пассажирообороты по маршрутам

<.....>

```
as_xlsx.query2sheet( 'SELECT ROUTENUMBER, STARTSTOPNAME, ENDSTOPNAME, DAYTYPE,
  DIRECTIONTYPE, SPEED_6_30_6_45 , SPEED_6_45_7_00 , SPEED_7_00_7_15 , SPEED_7_15_7_30 ,
  SPEED_7_30_7_45, SPEED_7_45_8_00 , SPEED_8_00_8_15 , SPEED_8_15_8_30 , SPEED_8_30_'
||'8_45 , SPEED_8_45_9_00 , SPEED_9_00_9_15 , SPEED_9_15_9_30 , SPEED_9_30_9_45 ,
  SPEED_9_45_10_00 , SPEED_10_00_10_15 , SPEED_10_15_10_30 , SPEED_10_30_10_45 ,
  SPEED_10_45_11_00 , SPEED_11_00_11_15 , SPEED_11_15_11_30 , SPEED_11_30_11_45 ,
  SPEED_11_45_'
||'12_00 , SPEED_12_00_12_15 , SPEED_12_15_12_30 , SPEED_12_30_12_45 , SPEED_12_45_13_00 ,
  SPEED_13_00_13_15 , SPEED_13_15_13_30 , SPEED_13_30_13_45 , SPEED_13_45_14_00 ,
  SPEED_14_00_14_15 , SPEED_14_15_14_30 , SPEED_14_30_14_45 ,SPEED_14_45_15_00 ,SPEE'
||'D_15_00_15_15 , SPEED_15_15_15_30 , SPEED_15_30_15_45 , SPEED_15_45_16_00 ,
```

```

SPEED_16_00_16_15 , SPEED_16_15_16_30 , SPEED_16_30_16_45 , SPEED_16_45_17_00 ,
SPEED_17_00_17_15 , SPEED_17_15_17_30 , SPEED_17_30_17_45 , SPEED_17_45_18_00 ,
SPEED_18_00_18'
||'_15 , SPEED_18_15_18_30 , SPEED_18_30_18_45 , SPEED_18_45_19_00 , SPEED_19_00_19_15 ,
SPEED_19_15_19_30 , SPEED_19_30_19_45 , SPEED_19_45_20_00 , SPEED_20_00_20_15 ,
SPEED_20_15_20_30 , SPEED_20_30_20_45 , SPEED_20_45_21_00 , SPEED_21_00_21_15 , SPEE'
||'D_21_15_21_30 , SPEED_21_30_21_45 , SPEED_21_45_22_00 , SPEED_22_00_22_15 ,
SPEED_22_15_22_30 , SPEED_22_30_22_45 , SPEED_22_45_23_00 , SPEED_23_00_23_15 ,
SPEED_23_15_23_30 , SPEED_23_30_23_45 , SPEED_23_45_0_00, SPEED_0_00_0_15 ,
SPEED_0_15_0_30 , '
||'SPEED_0_30_0_45 , SPEED_0_45_1_00 FROM
TABLE(POLINA.ELENA.GetPassenger(''||:P20_ROUTE||''',''||:P20_TRANSPORT||''',''||
:P20_INOUT||''',''||:P20_DIRECTION||''',''||:P20_DAYTYPE||'''))'' );
<.....>

```

Загрузка на локальный компьютер

```

UTL_FILE.FGETATTR('EXPORT_DIR',fname,vexists,vfile_length,vblocksize);
if vexists then
DBMS_LOB.createtemporary (Lob_loc, TRUE, DBMS_LOB.SESSION);
bf := BFILENAME('EXPORT_DIR', fname);
DBMS_LOB.FILEOPEN(bf,dbms_lob.file_readonly);
DBMS_LOB.LOADFROMFILE(Lob_loc, bf, DBMS_LOB.GETLENGTH(bf));
DBMS_LOB.FILECLOSE(bf);
owa_util.mime_header( nvl(v_mime,'application/octet'), FALSE );
htp.p('Content-length: ' || v_length);
htp.p('Content-Disposition: attachment; filename="' || fname || '');
owa_util.http_header_close;
wpg_docload.download_file( Lob_loc );
end if;

```