

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет»

На правах рукописи

**БУРКОВ ДМИТРИЙ GERMAHOVИЧ**

**COBEPШEHCTBOBAHИE OРГAHИЗАЦИИ ДBИЖEHИЯ ПPH  
OБCЛУЖИВАHИИ ЦЕНТPOB КУЛЬТУРHO-БЫТОВОГО HАЗНАЧEHИЯ  
C УЧЕТОМ ПPOГHOЗИPOBAHИЯ ТPAHСПOPТНОГО CПPOСА**

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.22.10. – Эксплуатация автомобильного транспорта

**Научный руководитель:**  
кандидат технических наук,  
доцент Зедгенизов А.В.

Санкт-Петербург - 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА .....	12
1.1. Отечественные методы оценки транспортного спроса.....	16
1.2. Методы оценки транспортного спроса в мировой практике.....	19
1.3. Особенности оценки транспортного спроса по целевым передвижениям ...	23
1.4. Выводы по главе и задачи исследования.....	30
ГЛАВА 2 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА ГЕНЕРИРУЕМОГО ОБЪЕКТАМИ КУЛЬТУРНО-БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	32
2.1. Классификация объектов культурно-бытового назначения.....	32
2.2. Объекты культурно-бытового тяготения в структуре транспортных расчетных районов города. Гравитационная модель .....	33
2.2.1. Агрегированные модели оценки транспортного спроса.....	36
2.2.2. Не агрегированные модели оценки транспортного спроса .....	37
2.3. Оценка транспортного спроса в 4-шаговой модели.....	41
2.4. Математическое описание количественных характеристик функционирования центров тяготения культурно-бытового назначения .....	45
2.4.1. Удельная генерация передвижений .....	45
2.4.2. Коэффициенты суточной неравномерности .....	46
2.4.3. Продолжительность парковки .....	47
2.4.4. Доля посетителей на ИТ.....	47
2.5. Общее представление оценки транспортного спроса .....	49
2.6. Модель оценки транспортного спроса.....	49
2.7. Выводы по главе.....	52
ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБРАБОТКИ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ.....	53
3.1. Методика проведения натурных обследований.....	54
3.2. Обработка экспериментальных данных .....	59

3.3. Группировка экспериментальных данных для регрессионного анализа .....	65
3.3.1. Особенности проведения регрессионного анализа .....	66
3.4. Выводы по главе.....	69
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ .....	70
4.1. Распределение ЦТКБН по транспортным расчётным районам города.....	70
4.2. Оценка регрессионной зависимости по типам объектов .....	75
4.2.1. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «Кинотеатры» ..	75
4.2.2. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «ФОКи» .....	78
4.2.3. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «Почта, телеграф» .....	81
4.2.4. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «Банки, терминалы оплаты» .....	84
4.2.5. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «Продуктовые магазины» .....	87
4.2.6. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «Многофункциональные торговые центры».....	91
4.3. Прочие объекты культурно-бытового тяготения.....	94
4.3.1. Основные характеристики функционирования группы объектов «Торговля, общепит, сфера услуг» .....	94
4.3.1.1. «Мебель» (код 23).....	95
4.3.1.2. «Одежда» (код 24).....	97
4.3.1.3. «Строительные товары» (код 26) .....	99
4.3.1.4. «Аптеки» (код 211) .....	102
4.3.1.5. «Цветы» (код 213).....	104
4.3.1.6. «Алкомаркеты» (код 217).....	106
4.3.1.7. «Рестораны, кафе, бары» (код 220) .....	107
4.3.1.8. «Автозаправочные станции» (код 222).....	108
4.3.1.9. «Автомойки» (код 223).....	109
4.3.1.10. «Станции технического обслуживания автомобилей» (код 224) .....	110
4.3.1.11. «Парикмахерские, салоны красоты» (код 227).....	111
4.3.1.12. «Религиозные учреждения» (код 231) .....	112
4.3.1.13. «Гаражные кооперативы» (код 233) .....	114

4.3.2. Основные характеристики функционирования группы объектов «Здравоохранение, спорт, культура, досуг».....	115
4.3.2.1. «Поликлиники» (код 39) .....	117
4.3.2.2. «Бани, Сауны» (код 322) .....	120
4.3.2.3. «Туристические базы» (код 328) .....	121
4.3.3. Основные характеристики функционирования группы объектов «Офисы».....	122
4.3.3.1. «Нотариусы» (код 44).....	123
4.3.3.2. «Туристические агентства» (код 430).....	125
4.4. Статистическая оценка основных количественных характеристик .....	126
4.5. Статистическая оценка среднего наполнения автомобилей .....	128
4.6. Статистическая оценка коэффициентов суточной неравномерности .....	130
4.7. Методика организации дорожного движения к центрам тяготения культурно-бытового назначения .....	135
4.8. Пример использования методики.....	138
4.9. Производственная проверка и экономическое обоснование методики .....	143
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ .....	148
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	150
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ .....	151
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	163
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	165
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	168
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	169
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	172

## ВВЕДЕНИЕ

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Интенсивное развитие городов РФ, связанное с ростом численности городского населения уровня автомобилизации и совершенствованием планировочных решений требует новых подходов к организации транспортного обслуживания посетителей центров тяготения. Появление в последние десятилетия крупных торговых, развлекательных и досуговых центров, деловых зон и транспортных терминалов, создало совершенно новый класс центров тяготения с отличными от традиционных режимами транспортного обслуживания. Подавляющее большинство таких центров тяготения располагается в крупных городах, в которых на сегодняшний день проживает 45-50 % жителей РФ.

Существующие подходы к организации транспортного обслуживания в современных условиях должны учитывать особенности функционирования центров тяготения на основе оценки транспортного спроса, процесс изучения которых связан со значительной трудоемкостью, при этом их актуальность, учитывая современные темпы развития городов, не превышает пяти лет. Использование существующих методик становится достаточно затруднительным в отношении новых типов центров тяготения, особенно центров тяготения культурно-бытового назначения (ЦТКБН). Кроме того, оценка транспортного спроса на основе существующих методик имеет высокую погрешность вследствие изменения принципов поведения и уклада жизни городского населения.

В последние десятилетия активно используется инструментарий для автоматизированного проектирования транспортных систем городов в целом, а также прогнозирования интенсивности транспортных потоков, в том числе и при выполнении проектов организации дорожного движения (ПОД), транспортных разделов генеральных планов городов, комплексных схем организации движения (КСОД). Применение этого инструментария сдерживается отсутствием

обоснованных результатов научных исследований, отражающих закономерности функционирования ЦТКБН полученных непосредственно в Российских условиях. В связи с этим, особую актуальность приобретает необходимость научных исследований, направленных на разработку эффективной организации дорожного движения, основанной на оценки транспортного спроса к ЦТКБН.

Разработанная в диссертационной работе методика оценки транспортного спроса к ЦТКБН, направленная на прогнозирование интенсивности движения транспортных потоков позволит проектным организациям на стадии разработки проектов детальной планировки оценить влияние рассматриваемого ЦТКБН на транспортную сеть, а также с более высокой точностью рассчитать требуемое число парковочных мест и пропускную способность пересечений, запрашивающих эти ЦТКБН, что, несомненно, повысит эффективность организации дорожного движения и транспортного обслуживания в целом.

**Степень разработанности темы исследования.** Значительный вклад в развитие теоретических основ, методов и средств оценки транспортного спроса к объектам городской территории в целом, внесли: И.С. Ефремов, Е.М. Лобанов, Г.В. Шелейховский, В.В. Сильянов, В.В. Зырянов, Горев А.Э., Швецов В.И., Меркулов Е.А., Фишельсон М.С., Михайлов А.Ю., Ларин О.Н., Черепанов В.А., Зедгенизов А.В., Meurs H., Monzon J., Ortuzar J., Yao L. и многие другие. Вместе с тем, анализ публикаций работ вышеупомянутых авторов показывает, что, несмотря на достижения исследователей, процесс формирования и изменения транспортного спроса к ЦТКБН остается малоизученным.

#### **Цель и задачи исследования.**

*Цель исследования* – заключается в повышении эффективности организации дорожного движения за счет разработки методики прогнозирования транспортного спроса к ЦТКБН.

#### *Задачи исследования:*

1. Провести экспериментальные исследования ЦТКБН с целью установления основных количественных характеристик их функционирования: средней продолжительности парковки, доли посетителей, прибывающих к

объекту на ИТ, коэффициентов суточной неравномерности прибытия (убытия) посетителей, удельной генерации передвижений.

2. Получить регрессионные уравнения, позволяющие оценить число передвижений к ЦТКБН в зависимости от параметров их расположения на городской территории: площадь ЦТКБН, удаленность от магистральной улицы и удаленность от центра города, число филиалов, число конкурентов в радиусе пешеходной доступности, среднее время передвижения к остановочному пункту, площадь прилегающей парковки, среднее время подхода к остановочному пункту.

3. Разработать математическую модель прогнозирования интенсивности индивидуального транспорта (ИТ), основанную на характеристиках, формирующих транспортный спрос и параметрах расположения ЦТКБН.

4. Разработать методику, позволяющую выполнять организацию дорожного движения к ЦТКБН на основе полученных регрессионных уравнений, общедоступных исходных данных, процесс сбора которых будет характеризоваться меньшей трудоемкостью по сравнению с существующими методиками.

5. Дать технико-экономическую оценку и выполнить производственную проверку проведенных исследований.

*Объектом исследования* является процесс формирования транспортного спроса к ЦТКБН.

*Предметом исследования* являются закономерности, характеризующие формирование транспортного спроса к ЦТКБН.

**Научная новизна** исследования заключается в следующем:

1. Выявленные количественные характеристики ЦТКБН: средняя продолжительность парковки, доля посетителей, прибывающих к объекту на ИТ, коэффициенты суточной неравномерности прибытия (убытия) посетителей и удельная генерация передвижений, отражающие функционирование рассматриваемых объектов.

2. Регрессионные уравнения, отличающиеся от существующих уравнений, тем, что влияющие на транспортный спрос параметры не ограничиваются

площадью центров тяготения, а включают так же: его удаленность от магистральной улицы и удаленность от центра города, число филиалов, число конкурентов в радиусе пешеходной доступности, среднее время передвижения к остановочному пункту, площадь прилегающей парковки, среднее время подхода к остановочному пункту.

3. Математическая модель прогнозирования интенсивности движения транспортных средств к ЦТКБН, отличающаяся от существующих моделей уточнением прогноза спроса на основе количественных характеристик рассматриваемых объектов и параметров их расположения на городской территории.

4. Разработанная методика организации дорожного движения, в отличие от существующих методик основывается на оценке транспортного спроса, в которой применяется математическая модель прогнозирования интенсивности транспортных средств к ЦТКБН.

**Теоретическая значимость исследования.** Разработанная методика позволяет произвести организацию дорожного движения к ЦТКБН на основе параметров их расположения на городской территории. Выявленные закономерности позволяют значительно расширить знания о процессе генерации передвижений, выполнять анализ погрешностей, возникающих при оценке транспортного спроса к ЦТКБН.

**Практическая значимость исследования.** Разработанные в диссертационном исследовании научные положения позволяют более эффективно организовать дорожное движение при транспортном обслуживании ЦТКБН. Разработанная методика оценки транспортного спроса к ЦТКБН, основанная на характеристиках функционирования ЦТКБН позволяет: транспортным инженерам – определить объемы передвижений к ЦТКБН, позволяющие повысить качество транспортного обслуживания на ИТ; организациям, осуществляющим маршрутные пассажирские перевозки – прогнозировать пассажиропоток к таким ЦТКБН.

**Методологическая основа исследования.** Теория транспортного и городского планирования, статистические методы проведения экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования, процессов генерации передвижений к ЦТКБН осуществлялись путем натурных замеров. В аналитических исследованиях использованы численные методы математического анализа и планирования эксперимента, а также основы системного анализа. Обработка данных экспериментов осуществлялась на основе методов теории вероятности и математической статистики с помощью специализированных программных продуктов.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Математическая модель оценки транспортного спроса, учитывающая параметры расположения ЦТКБН на городской территории и их количественные характеристики функционирования позволяет спрогнозировать интенсивность ИТ, что позволяет существенно снизить трудоемкость рассматриваемого процесса.

2. Количественные характеристики, обуславливающие функционирование ЦТКБН, при использовании в расчетах, позволяют повысить качество транспортного обслуживания посетителей, прибывающих на ИТ за счет выявления потребного числа мест для парковки и разработки эффективных схем организации дорожного движения.

3. Разработанная методика организации дорожного движения на основе оценки транспортного спроса, позволяет рассчитать суточный объем передвижений к ЦТКБН, дает возможность значительно снизить трудоёмкость организации дорожного движения.

**Область исследования** соответствует паспорту научной специальности ВАК 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, а именно: п.б. Организация безопасности перевозок и движения, обоснование и разработка требований и рекомендаций по методам подбора, подготовки, контроля состояния и режимам труда и отдыха водителей.

**Обоснованность и достоверность полученных результатов** обеспечена:

- репрезентативностью выборок экспериментально полученных данных, применением методов статистической обработки и математической статистики;
- корректным применением регрессионного анализа, который позволяют обеспечить сходимость полученных результатов;
- отсутствием противоречий полученных результатов и выводов с результатами ранее выполненных научных исследований.

#### **Практическая ценность и реализация результатов исследования.**

Методика оценки транспортного спроса к ЦТКБН, может быть внедрена на предприятиях, занимающихся проектами организации дорожного движения (ПОД), комплексными схемами организации движения (КСОД), комплексными транспортными схемами (КТС), транспортными разделами генеральных планов городов, а также в вузах при подготовке бакалавров по специальности 23.03.01 «Технология транспортных процессов». Внедрение методики позволяет снизить трудоемкость и себестоимость оценки транспортного спроса по сравнению с существующими методиками.

Разработанная методика, организации дорожного движения на основе оценки транспортного спроса к ЦТКБН прошла производственную проверку и рекомендована ООО «СМЭП Дельта» при выполнении проектов ПОД и КСОД: торгово-развлекательный комплекс «Комсомолл» (г. Иркутск, ул. Верхняя набережная, 10); ремонт Ново-Ленинской объездной дороги с развязками на участке от ул. Сурнова до ул. Рабочего Штаба в г. Иркутске: установка светофорного объекта (р-н строительного рынка «Покровский»). Применение методики позволило в значительной степени снизить трудоемкость прогнозирования интенсивности и повысить эффективность организации дорожного движения.

**Апробация работы.** Материалы исследований обсуждались и получили одобрение на II, III, IV и V Всероссийской научно-практической конференции «Авиамашиностроение и транспорт Сибири» (Иркутск, 11-13 апреля 2012 г., 11-12 апреля 2013 г., 10-11 апреля 2014 г. и 16-18 апреля 2015г.); VIII Международная научно-практическая конференция «Наука: теория и практика –

2012» (Пшемьсль, Польша 7-15 августа 2012 г.); VIII Международная научно-практическая конференция «Научное пространство Европы – 2012» (Пшемьсль, Польша 7-15 апреля 2012 г.); VIII Международная научно-практическая конференция «Информация о научном прогрессе – 2012» (София, Болгария 17-25 августа 2012 г.); VIII Международная научно-практическая конференция «Новости прикладной науки – 2012» (Прага, Чехия 27 июля - 5 августа 2012 г.); конференции «Вопросы транспорта и смежных отраслей» Брянского филиала МИИТ, 1-2 июня 2016 года; 12-ой Международной конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах» (28-30 сентября 2016 г. Санкт-Петербург); 99-я Международная научно-техническая конференция «Безопасность колесных транспортных средств в условиях эксплуатации» (20-22 апреля 2017 года).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 27 работ, общим объемом 9,7 условных печатных листов, в т.ч. 11 публикаций в изданиях перечня ВАК РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, основных выводов, списка использованных источников, включающего 130 наименований, в том числе 26 на иностранном языке и приложений. Работа изложена на 175 страницах машинописного текста и включает 17 таблиц, 70 рисунков и 5 приложений с материалами результатов исследований.

## ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА

Территория большинства городов планировалась по обоснованному пути согласованного размещения жилых, промышленных и рекреационных зон. По мере своего развития город перестает ограничиваться данными зонами – появляются новые типы использования территории и объекты тяготения, которые обеспечивают удовлетворение потребностей в области приложения труда, отдыха и прочих нужд населения. Отечественными исследователями установлена тенденция развития городов, заключающаяся в том, что за последние годы в силу набирающего обороты процесса субурбанизации, актуализировалась потребность городского населения в ЦТКБН, располагаемых на достаточном удалении от центра города, либо на его периферии. [26, 29].

Транспортные артерии центров крупных и крупнейших городов в течение рабочего дня, если не обездвиживаются, то находятся в состоянии близком к такому. Ввиду особенностей планировки, исторической застройки, дороговизны земли в центральной части города и других факторов, такой кардинальный способ как расширение улиц и изменение геометрии пересечений [85,88] оказывается мало реализуемым, либо невероятно затратным. Постоянный рост уровня автомобилизации, точечная застройка, перепрофилирование территории сводят к нулю усилия транспортных инженеров, пытающихся снизить загруженность центральной части города по средствам технических и автоматизированных средств управления движением, в этих случаях загруженность не исчезает, а переносится на другие участки [55].

Одним из действенных способов решения проблемы заторов в центральной части города, используемых в странах, столкнувшихся с данной проблемой, является вынесение центров массового тяготения из центральной части города в более свободные районы. В центре должны оставаться объекты исторической и культурной составляющей, в то время как торговые комплексы и офисы должны

размещаться на периферии. В этом случае, как следует из литературных источников [24, 94, 106, 119] город останется удобным для жизни.

Для предотвращения заторов, снижения дефицита парковочных мест и других подобных проблем, присущих улично-дорожной сети прилегающей к вновь сформированным или перепрофилированным объектам, необходим точный прогноз числа передвижений и их характера.

Как и все центры тяготения, объекты культурно-бытового, делового и трудового назначения нуждаются в транспортном обслуживании, которое должно в полной мере удовлетворять потребности посетителей данных объектов, а так же гармонично сочетаться с транспортной инфраструктурой города в целом.

Организация движения к центрам тяготения сопряжена с решением нескольких задач. Прежде всего, планировка подъездных и подходных путей, обеспечивающих пребывание расчетного числа посетителей с минимальной нагрузкой на городские магистрали. Вся сложность этого процесса, как отмечается в источниках по транспортному планированию [20, 24, 54, 114] прогнозирование транспортных систем городов заключается в том, что спрогнозировать нагрузку транспортного и пешеходного потоков на элемент дорожной сети, связывающий городскую магистраль и прилегающую улично-дорожную сеть (УДС) объекта, учитывая пиковые нагрузки и перспективную интенсивность, может быть довольно затруднительно. Реконструкция же, несоответствующего элемента, как правило, проблематична и требует значительных затрат.

Организация парковки для посетителей и персонала объекта связана с не меньшими трудностями. Ввиду высокой стоимости территории и, что не редко бывает, отсутствия достаточного места по причине плотной застройки, проблема паркирования стоит особенно остро. Сложность в планировании парковки заключается в отсутствии эффективного метода расчета парковочных мест [62, 65, 97, 112], к появившимся за последнее время типам ЦТКБН, учитывающего интенсивность, продолжительность паркирования и наполнение прибывающих транспортных средств.

Решение поставленных задач в конечном итоге сводится к качественному транспортному обслуживанию рассматриваемого объекта. Пренебрежение поставленными задачами приводит к известным последствиям. Регулярные заторы на подъездах к объекту и проблемы с паркированием транспортных средств наталкивают посетителя на мысль о поиске новой, более удобной альтернативы, в итоге объект теряет свою привлекательность. Удобные подъезды, наличие свободных мест на парковке и другие показатели качества транспортного обслуживания, способствуют росту транспортного спроса к объекту.

Оценка транспортного спроса является той частью городского планирования, к которой предъявляются наиболее строгие требования [6, 21]. Это выражается, прежде всего, в числе разработанных подходов оценки транспортного спроса во всем мире. Получение данных, необходимых для оценки транспортного спроса, является достаточно трудоемким, а потому и дорогостоящим процессом, причем, актуальность данных сохраняется довольно не продолжительное время. От качества исходных данных в большей мере зависит адекватность предложений и решений в процессе планирования. Анализ формирования процесса транспортного спроса отражен в трудах В.В. Сильянова [82], В.М. Власова [22], Ю.В. Трофименко [93], В.В. Зырянова [45, 46, 47], А.И. Солодкий [85], А.Э. Горева [27, 28], А.Ю. Михайлова [63, 64], И.С. Ефремова [36], Е.А. Меркулова [62], М.С. Фишельсона [94], В.И. Швецова [98], В.А. Черепанова [99], А.В. Зедгенизова [39 – 43], Н. Meurs [115], J. Monzon [116], J. Ortuzar [117], L. Yao [127], а также в ряде руководств по оценке генерации корреспонденций [110, 122 – 126]: Trip Generation Manual San Diego, Texas Trip Generation Manual и др.

Анализ трудов изложенных в специальной литературе показал, что оценка транспортного спроса проводится преимущественно на уровне транспортных расчётных районов (ТРР), редко углубляясь в более детальный уровень объектов тяготения. Нужно отметить, что в зарубежные руководства приводят методики оценки транспортного спроса на уровне объектов тяготения, однако получаемые регрессионные уравнения [122 – 126] оказываются неприемлемыми в связи с

неодинаковым образом жизни в тех или иных странах, а значит и в неодинаковом характере функционирования одних и тех же типов ЦТКБН. Например, совершенно различно функционируют дома престарелых в РФ и США, но в США и Японии характер функционирования данных объектов более схож. Существует множество других примеров, демонстрирующих такие различия.

Под оценкой транспортного спроса понимается сложный процесс анализа передвижений населения к объектам тяготения, размещенным в различных зонах городской территории. В основе оценки транспортного спроса лежат данные, характеризующие ТТР. К этим данным относят число постоянно проживающего в городе населения (в том числе разделяемого на трудоспособное население, детей, пенсионеров и др.), число мест приложения труда, уровень автомобилизации и др. Согласно отечественной литературе [25, 39], еще 20 лет назад подходы к оценке транспортного спроса, основанные на вышеуказанных показателях считались эффективными по нескольким причинам:

- люди не имели склонности к частому изменению места жительства, а проживание в загородных домах было возможным только в летнее время;

- улично-дорожная сеть большинства городов России была рассчитана в большей мере на общественный транспорт и уровень автомобилизации был соответственный – в 90-е годы в крупных городах России едва достигал 100 автомобилей на 1000 жителей (для сравнения по данным за 1995 год в городах Северной Америки и Западной Европы уровень автомобилизации составлял около 700 автомобилей на 1000 жителей).

На сегодняшний день оценку транспортного спроса к ЦТКБН следует проводить по мере появления предпосылок к изменению транспортного спроса (увеличение площади объекта тяготения, увеличение площади парковки, появление в радиусе пешеходной доступности потенциальных конкурентов и др.), как мера сохранения должного качества обслуживания посетителей ЦТКБН.

## 1.1. Отечественные методы оценки транспортного спроса

Отечественные подходы к оценке транспортного спроса направлены на поэтапное выявление перспективных показателей для конкретного центра тяготения, расчетного района, города в целом. Как отмечает М.С. Фишельсон, [86] данные, наиболее достоверно характеризующие транспортный спрос к объектам различного назначения, могут быть получены в результате проведения массовых обследований. По характеру объектов массовые обследования подразделяются на:

- обследования параметров города в целом;
- обследования транспортных расчетных районов;
- обследования объектов массового тяготения;
- обследования потребностей жителей города и приезжих в транспортном обслуживании;
- обследования организации работы городского пассажирского транспорта и условий его эксплуатации;
- обследования путей сообщения внутригородского, пригородного и междугородного характера.

Качество получаемых данных лежит в прямой пропорциональности с качеством проведения массового обследования. В зависимости от получаемых при проведении обследования данных, методы обследований классифицируются следующим образом:

- обследования, направленные на сбор отчетно-статистических данных, источником информации которых служат материалы государственной статистики, различные отчеты, формируемые по деятельности предприятий, либо подготавливаемые в проектных организациях;
- опросные обследования, проводимые посредством опроса респондентов (горожан, приезжих, водителей и пассажиров транспортных средств) с помощью опросных листов (рис. 1.1). Вопросы направлены на выявление деятельности респондента, количества передвижений и определяющих их мотивов (откуда,



- подвижность населения различных возрастных и социальных групп с распределением по целям;
- доли населения, использующие по своим целям общественный (ОТ) и индивидуальный транспорт (ИТ);
- межрайонные матрицы корреспонденций и затрат времени по различным целям;
- коэффициенты пересадочности для расчетных районов и города в целом;
- распределение поездок по трудовым, культурно-бытовым и деловым целям в течение суток.

На основе данных натурных обследований выявляются следующие характеристики:

- интенсивность движения по видам транспорта с характеристикой изменения в течение суток, с установлением максимальной и минимальной интенсивностей;
- состав движения по видам и типам транспортных средств;
- временные периоды возникновения пиковых нагрузок в расчетных районах города;
- коэффициенты неравномерностей движения в течение суток.

В зависимости от имеющихся данных, транспортный спрос к объектам тяготения, в отечественной практике, оценивается с помощью двух основных методов. Первый метод заключается в анализе закономерностей передвижений населения к объектам тяготения, основанный на исследованиях, включающих натурные обследования транспортных и пешеходных потоков и опросы по способу анкетирования. В основе второго метода оценки транспортного спроса лежат теоретические модели передвижений населения.

В первом методе после обработки исходных данных по средствам анализа, находят связи между передвижениями населения и обуславливающими факторами, далее проводят корректировку с учетом прогнозируемых изменений на перспективу. Исходными данными, пользующимися в расчетах первого метода, служат данные по: уровню автомобилизации города, доле населения

использующей ИТ, плотности городских улиц, числу объектов транспортного тяготения по заданному типу, интенсивностью движения по видам транспорта и его состав и др.

Второй метод полностью полагается на теоретическую модель, без учета исторически сформированного спроса. Данные используемые при моделировании следующие: коэффициенты неравномерностей движения в течение суток, коэффициенты пересадочности, тарифы городского пассажирского транспорта (ГПТ), средняя дальность поездки, социально-демографический состав и другие факторы. Данные для обоих методов формируются в виде основных характеристик транспортных расчетных районов, на которые разбивается город.

Сравнивая методы можно отметить значительную трудоемкость первого метода, но при этом получаемые данные достоверны и актуальны. Первый метод в большей мере подходит для оценки текущего спроса и его дальнейшего регулирования, для прогнозирования на долгосрочную перспективу использовать данный метод нежелательно, в связи с недостаточным числом данных. Второй метод, посредством анализа явлений в теоретических моделях, позволяет делать прогнозы на отдаленную перспективу. Недостатком второго метода служит тот факт, что модели учитывают ограниченное количество факторов (факторы оказывающие влияние на рост транспортного спроса и факторы снижающие его). Основной недостаток отечественных методов использующих теоретические модели, по мнению исследователей [27, 98, 121, 122], заключается в отсутствии многофакторных моделей, позволяющих надежно прогнозировать транспортный спрос города в целом на историческую перспективу.

## 1.2. Методы оценки транспортного спроса в мировой практике

В мировой практике потребность человека в передвижении определяется по средствам следующих основных факторов:

- социальной структурой и уровнем развития общества;
- характером расселения по городской и пригородной территории;

- уровнем качества жизни населением;
- концентрацией мест жилья и приложения труда, объектов культурно-бытового и делового назначения.

Методы сбора исходных данных далеко продвинулись от трудоемких натуральных обследований в сторону использования новых технологий, таких как системы глобального позиционирования (GPS/Глонасс) с интегрированными географическими информационными системами (ГИС). Все чаще модели, используемые для оценки транспортного спроса, включают в себя подмодели имитирующие трафик (программные продукты VISSIM, Aimsun и т.п.).

В настоящее время набирает популярность оперативный метод оценки транспортного спроса, используемый США и странами Западной Европы, основанный на GPS и GSM данных. В отличие от используемых ранее методов сбора исходных данных для оценки транспортного спроса, современные методы фактически исключают роль человеческого фактора, что положительно сказывается на качестве данных. Конкретно, данные получаемые с помощью мобильных телефонов и GPS-навигаторов позволяют отследить суточные передвижения с четким установлением исходного пункта отправления, промежуточных пунктов и итогового пункта прибытия. Зарубежные исследователи [105, 108, 111] полагают, что в результате использования таких данных, матрицы корреспонденций для расчетных транспортных районов города рассчитываются наиболее точно, вместе с тем трудоемкость сбора данных значительно снижается.

Для фиксирования исходных данных используются различные источники, большинство из которых работают в реальном времени. Ниже представлены данные получаемые от основных источников:

- данные GPS навигаторов;
- данные мобильных устройств;
- данные с дорожных датчиков;
- архивные данные дорожного движения (интенсивность, продолжительность парковки ТС);

- данные о дорожных происшествиях;
- парковочные данные;
- данные с транспортных средств и др.

На следующем этапе терабайты полученных данных обрабатываются на множестве серверов и отправляются в центры по управлению движением для расчетного района (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Центр управления, использующий данные полученные с источников в режиме реального времени для мониторинга дорожно-транспортного движения в Нью-Джерси и Нью-Йорке

Полученные данные позволяют вести работу в таких направлениях как:

- планирование движения между пунктами отправления и прибытия;
- демографическое воздействие на начальные и конечные пункты;
- планирование инфраструктуры на начальных и конечных пунктах;
- проведение городских мероприятий в режиме реального времени.

Для каждого из направлений, по которым ведется работа, важно составить актуальные матрицы корреспонденций, из которых формируется общая матрица корреспонденций ТТР. Для четвертого направления в целях обеспечения безопасности крайне важно проводить мониторинг плотности населения и

характер его поведения в режимах приближенных к реальному времени. Такой мониторинг становится возможным только с использованием GPS-данных. Выделяют три основных способа передвижения – пешком, на ОТ, на автомобиле. Для разных способов передвижения необходимо вычисление дифференцированных матриц корреспонденций. Распределение всех этих матриц по сети должно осуществляться в едином алгоритме, поскольку каждый из способов дает свой вклад в загрузку элементов улично-дорожной сети.

В мировой практике классическим подходом к оценке транспортного спроса служит четырехшаговая модель, которой посвящен следующий подраздел главы. В текущем подразделе внимание уделяется альтернативным подходам [128] к оценке транспортного спроса, многие из которых являются вариацией или модернизацией классической модели. Один из методов оценки транспортного спроса предполагает решение пяти последовательных задач:

1. Выбор расчетного района или объекта тяготения в частности, который требует прогнозирования будущего спроса на поездки.
2. Выявление числа поездок генерируемых данным районом или объектом. (Trip Generation Analysis).
3. Формирование матриц корреспонденций, для которых пунктом прибытия (отправления) служит рассматриваемый район или объект. (Trip Distribution Analysis).
4. Распределение установленного числа поездок среди доступных видов транспорта (ИТ, ОТ, не моторизированный транспорт), (Modal Choice Analysis).
5. Выявление конкретных маршрутов для каждого вида транспорта (Trip Assignment Analysis).

Предполагается, что после последовательного решения данных задач, транспортный инженер будет иметь четкое представление о прогнозируемом спросе к существующим или проектируемым объектам тяготения.

Ещё один возможный метод заключается в мониторинге различных вариантов платных дорог, в том числе платных полос движения. Исходными данными для этого метода служат данные получаемые с камер видеонаблюдения

и датчиков, находящихся в непосредственной близости от пунктов оплаты, кроме того существует возможность получения данных из системы терминала оплаты. Данный метод, как отмечено в источниках [112, 118], в большей степени пригоден для оценки спроса в междугородном и пригородном сообщении. Эффективность использования данного метода достаточно низкая, поскольку вместе с платными дорогами существуют альтернативные бесплатные дороги, которыми пользуется значительная часть населения. Метод использования данных электронной системы продажи билетов отражает картину спроса населения на ОТ в целом, а также позволяет выявить долю тяготения посетителей на ОТ к транспортным расчетным районам различного типа, в том числе расположенных в пригороде.

Основной принцип оценки транспортного спроса заключается в интегрированном подходе, т.е. необходимо получить как можно больше данных характеризующих каждый из транспортных расчетных районов или объектов тяготения, данные должны быть актуальными, что достигается по средствам повторных натурных обследований или мониторингом в режиме реального времени. Формирование матриц корреспонденций и последующее моделирование передвижений – процесс, в большей мере, отлаженный, поэтому важнейшей задачей является сбор достоверных данных о текущей ситуации на улично-дорожной сети города.

### 1.3. Особенности оценки транспортного спроса по целевым передвижениям

В основе оценки транспортного спроса к объектам тяготения лежат потребности населения в передвижении. Для выявления совокупного объема передвижений к различным объектам транспортного спроса все население принято делить на структурные группы. По мере развития государства и совершенствования методов оценки транспортного спроса, формирование структурных групп претерпевало различные, порой кардинальные изменения. Так, например, в источнике 1970 г. [62] население делится на три группы:

- служащие и рабочие градообразующих и градообслуживающих предприятий;
- студенты вузов и учащиеся колледжей, техникумов и профессиональных училищ;
- несамодеятельное население (дети школьного и дошкольного возраста, пенсионеры и престарелые жители).

В источнике 1980 г. [36] автором предлагалось следующее деление на группы:

1. Трудящиеся предприятий градообразующего значения. К указанным предприятиям относят фабрики и заводы, занимающиеся добывающей и перерабатывающей промышленностью, крупные транспортные терминалы, такие как морские порты и др.
2. Трудящиеся предприятий обслуживающего значения. К данным предприятиям можно отнести: торговые центры, культурно-развлекательные центры, учреждения жилищно-коммунального хозяйства и др.
3. Студенты вузов и учащиеся колледжей, техникумов и профессиональных училищ.
4. Несамодеятельное население, в которое входят дети дошкольного и школьного возраста, пенсионеры и домохозяйки.

С учетом современных реалий и имеющегося опыта, актуальной является следующая концепция формирования структурных групп населения при транспортных расчетах:

- первая группа – рабочие и служащие предприятий и учреждений;
- вторая группа – студенты высших учебных заведений и учащиеся колледжей, техникумов и профессиональных училищ, дети школьного возраста и работающие пенсионеры;
- третья группа – несамодеятельное население (дети дошкольного возраста, не работающие пенсионеры, домохозяйки и престарелые жители).

В зависимости от трудовой деятельности, желания отдохнуть или сделать покупки, население, относящиеся к каждой из структурных групп, совершает

определенное количество передвижений. По целевому признаку передвижения совершаемые населением принято делить исследователями [63, 70, 102] на три основные группы:

1. Трудовые корреспонденции – передвижения населения от мест жительства к местам приложения труда и передвижение школьников, учащихся колледжей, студентов ВУЗов к местам учебы и обратно.
2. Культурно-бытовые корреспонденции – передвижения населения как самостоятельных, так и несамостоятельных социальных групп к ЦТКБН.
3. Деловые корреспонденции – передвижения рабочих и учащихся в течение рабочего дня по производственным нуждам предприятий.

Некоторые исследователи [59 – 61, 72] выделяют четвертую группу – прочие корреспонденции, к которым относятся передвижения населения всех социальных групп к объектам тяготения в различные часы суток.

Трудовые передвижения являются основными городскими передвижениями, поскольку в них регулярно принимает участие население, составляющее две первые структурные группы. В часы пик, на которые рассчитывают максимальную пропускную и провозную способность транспортной системы, трудовые передвижения составляют обычно не менее 70% ее загрузки [36]. Как следует из источников [81, 91, 103, 119], трудовые передвижения носят наиболее определенный, регулярный характер, обусловленный жесткими связями занятого населения с местами приложения труда, подсчитать их значительно легче, чем передвижения по другим целям. Для подсчета необходимо знать количество рабочих дней в году для трудовых кадров, а для студентов и школьников – число дней, по которым проводятся занятия.

Подвижность по трудовым целям рабочих, служащих и учащихся рассчитывается по следующей формуле (1.1) [36]:

$$p_T = 2 \cdot (365 - A_1 - A_2 - A_3 - A_4), \quad (1.1)$$

где первый множитель предназначен для учета двух направлений передвижений – на работу или учебу и с работы или учебы, 365 – число календарных дней в году,  $A_1$  – число выходных дней в году,  $A_2$  – число

праздничных дней в году,  $A_3$  – дни отпуска,  $A_4$  – среднее по статистике число болезней. Принимая средние значения для рабочего при пятидневной рабочей неделе, получаем 460 передвижений в год.

В передвижениях культурно-бытового назначения участвуют все социальные группы городского населения. Культурно-бытовые передвижения составляют более 50% из общего объема городской транспортной работы, однако, даже при такой значительной доли практически не поддаются подсчетам с требуемой точностью. В отличие от трудовых передвижения, количество которых в расчете на одного трудящегося остается в городах неизменным, культурно-бытовые передвижения зависят, главным образом, от наличия свободного времени, климатических условий, а также трудности сообщения и определяющих факторов (планировочной структуры городов, уровня транспортного обслуживания, топографических особенностей, социального состава населения и др.) [51, 67]. Следовательно, передвижения по культурно-бытовым целям могут носить регулярный (гаражные кооперативы, столовые, продуктовые магазины), периодический (кинотеатры, рестораны, автомойки), а так же эпизодический (театры, зоопарки, поликлиники) характер. В бытовом понимании такое разделение по характеру передвижений условно существует, но на практике, по средствам обработки массивов данных характер передвижений оказался статистически неопределим. (См. Приложение А). Выявление и подсчет культурно-бытовых передвижения проводится на основе массовых анкетных обследований или принимается по результатам таких исследований в городах имеющих аналогичное число и структуру ЦТКБН [3, 99, 127].

Деловые передвижения, в еще меньшей степени подвержены точному подсчету, чем культурно-бытовые. Фактически, при оценке деловых передвижения участвуют те же самодеятельные группы городского населения. Передвижения по деловым целям в отличие от передвижений к ЦТКБН, в значительно меньшей степени зависят от климатических условий, трудности сообщения и наличия свободного времени [101]. Характер передвижений по деловым целям, чаще всего периодический. В расчетах деловых передвижения с

большой осторожностью следует полагаться на данные результатов исследований аналогичных городов. Деловые передвижения совершаются рабочими, служащими и учащимися во время рабочего дня, данные передвижения обусловлены решением служебных задач (деловые встречи, посещение различных учреждений по рабочим вопросам). Для учащихся деловыми передвижениями считаются выезды на конференции, предметные олимпиады в другие учебные заведения и проч. Вычислить долю деловых передвижений от общего объема транспортной работы особенно сложно, поскольку многие объекты тяготения в равной степени могут использоваться как по деловому, так и по бытовому назначению [12]. Нужно отметить, что с развитием средств связи, с увеличением скорости передачи информации, потребность в деловых передвижениях может значительно сократиться.

Особенность распределения передвижений различного назначения в течение дня наглядно демонстрируются рисунком 1.3.

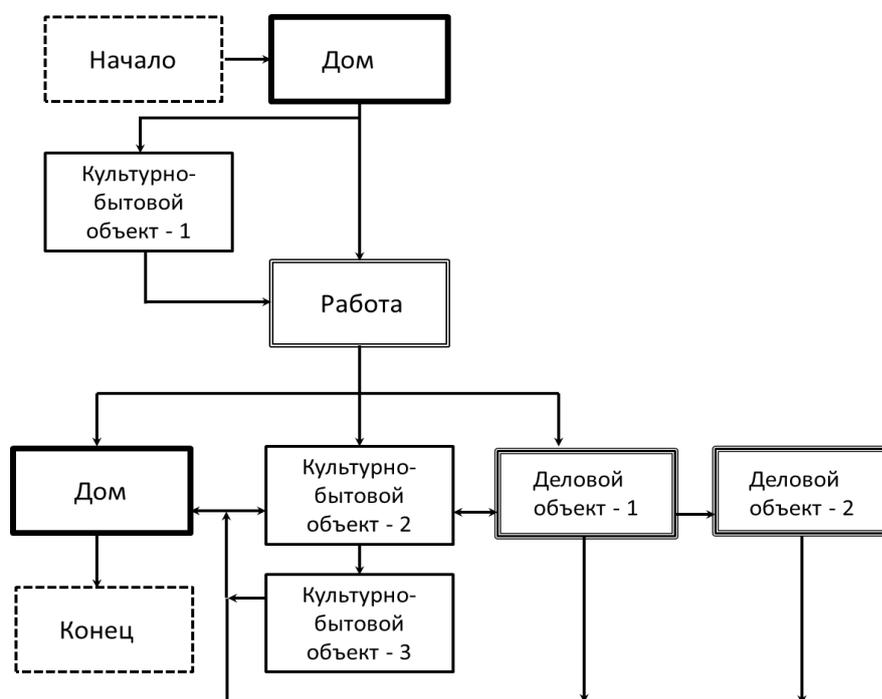


Рисунок 1.3 – Схема возможных передвижений к объектам тяготения

Трудоемкость подсчета передвижений к культурно-бытовым и деловым объектам тяготения на районном уровне города обуславливается сложностью выявления отправного пункта поездки к целевому объекту, а также неясностью дальнейшего передвижения.

Получение достоверных данных по распределению передвижений населения невозможно без натуральных обследований. При оценке передвижений населения применяются следующие методы получения информации: массовые натурные обследования, анкетное обследование и др.

Одним из наиболее эффективных отраженных в литературе [74 – 78] методов для решения поставленной проблемы, считается анкетирование, которое в свою очередь разделяется на несколько подметодов, используемых в транспортном планировании.

Метод адресов в большей мере охватывает первую и вторую структурные группы населения, опрос проводится на местах работы и учебы самодеятельного населения, чья подвижность наиболее устойчива. Главной целью ставится выявление числа передвижений населения. Объем выборки должен быть не меньше 5%. Метод удобен относительной простотой проведения, вследствие значительного числа и высокой доступности респондентов. Но передвижения несамодеятельного населения установить этим методом представляется мало возможным.

Метод дневникового анкетирования проводится по месту жительства. Опрос подразумевает участие всего населения с той же целью, что и в методе адресов. Допустимый объем выборки – не менее 1% от городского населения. Ценность этого метода заключается в возможном установлении наиболее полной ситуации по транспортной подвижности в городе. Основным недостатком метода заключается в значительной трудоемкости проведения опроса.

Важную роль при сборе информации с помощью анкет играют формулировки вопросов, обращенных к респондентам. Они должны быть максимально точными, корректными и однозначными. Необходимо также установить последовательность вопросов. Анкеты обычно состоят из двух частей: вводной и содержательной. В вводной части заключаются вопросы общего характера, с помощью которых респонденты располагаются к серьезному заполнению анкеты, вторая часть содержит вопросы по существу исследуемой

проблемы (цели передвижений в течение дня, использование ИТ или без ИТ и др.). Важно, чтобы вопросы подразумевали немногословный и лаконичный ответ.

Помимо установления распределения передвижений населения и затрат времени, анкетные обследования позволяют выявить объемы передвижений между транспортными районами города. В итоге, полученные данные позволяют рассчитать количественную подвижность городского населения, и с максимальной высокой точностью разделить передвижения по целям, что повышает точность транспортного планирования города в целом.

Несмотря на высокую трудоемкость, в 80-х годах прошлого века исследователям удалось установить территориальное распределение передвижений по трудовым и культурно-бытовым целям для города Москва (таблица 1.1.).

Таблица 1.1. – Распределение передвижений населения [36]

Зоны города, в которые совершаются передвижения из жилого района	Цели передвижения			
	Центральный жилой район		Периферийные жилые районы	
	трудовые	культурно-бытовые	трудовые	культурно-бытовые
Жилые микрорайоны	8,7	47,5	26,5	59,5
Жилые районы	25,4	16,3	25,1	13,6
Центральная зона города	22,9	7,1	20,2	4,6
Прочие зоны	43	29,1	32,2	22,3
Итого	100	100	100	100

Согласно полученным данным, передвижения по культурно-бытовым целям чаще всего замыкаются на жилых микрорайонах, в то время как передвижения по трудовым целям замыкаются на прочих зонах города, отличных от центральной и жилых зон.

В настоящий момент, предоставленные данные потеряли свою актуальность и нуждаются в пересмотре с учетом многих факторов, таких как, появление новых видов объектов тяготения и др. Отдельно следует отметить изменение в структуре

основных типов использования территории. Например, при возросшем количестве ЦТКБН, однородность транспортного спроса к ним значительно снижается, а трудоемкость существующих методов оказывается не оправдано высокой. На настоящий момент ЦТКБН, делятся на несколько больших групп (зоны отдыха и развлечений, розничная торговля, службы сервиса и др.) в свою очередь имеющих подгруппы. Меньшее разделение так же актуально для объектов, к которым осуществляются трудовые и деловые передвижения.

#### 1.4. Выводы по главе и задачи исследования

На основании выполненного обзора литературы можно сделать следующие выводы:

1. Появление новых ЦТКБН в значительной мере усложнило процесс оценки транспортного спроса.

2. Существующие методы оценки требуют большого количества исходных данных, сбор которых связан со значительной трудоемкостью, причем получаемые данные нуждаются в регулярных обновлениях.

3. Анализ существующей практики транспортного планирования показывает, что с появлением новых типов объектов тяготения культурно-бытовой назначения, используемые методы оценки транспортного спроса нуждаются в совершенствовании.

На основании изложенного были сформулированы следующие **задачи исследования**:

1. Провести экспериментальные исследования ЦТКБН с целью установления основных количественных характеристик их функционирования: средней продолжительности парковки, доли посетителей, прибывающих к объекту на ИТ, коэффициентов суточной неравномерности прибытия (убытия) посетителей, удельной генерации передвижений.

2. Получить регрессионные уравнения, позволяющие оценить число передвижений к ЦТКБН в зависимости от параметров их расположения на

городской территории: площадь ЦТКБН, удаленность от магистральной улицы и удаленность от центра города, число филиалов, число конкурентов в радиусе пешеходной доступности, среднее время передвижения к остановочному пункту, площадь прилегающей парковки, среднее время подхода к остановочному пункту.

3. Разработать математическую модель прогнозирования интенсивности индивидуального транспорта (ИТ), основанную на характеристиках, формирующих транспортный спрос и параметрах расположения ЦТКБН.

4. Разработать методику, позволяющую выполнять организацию дорожного движения к ЦТКБН на основе полученных регрессионных уравнений, общедоступных исходных данных, процесс сбора которых будет характеризоваться меньшей трудоемкостью по сравнению с существующими методиками.

5. Дать технико-экономическую оценку и выполнить производственную проверку проведенных исследований.

## **ГЛАВА 2 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА ГЕНЕРИРУЕМОГО ОБЪЕКТАМИ КУЛЬТУРНО-БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Сфера ЦТКБН обширна и включает в себя множество предприятий, которые являются естественной и необходимой составляющей городской территории. ЦТКБН могут кардинально отличаться по площади помещений и режиму функционирования. Для некоторых объектов характерна сезонность, другие ориентированы на работу только в будние или только в выходные дни. Число факторов, влияющих на транспортный спрос к ЦТКБН, достаточно велико – при планировании поездки учитывается многое, от погоды до настроения. Однако, есть предположение, что значимость этих факторов не одинаковая. Для учета факторов влияющих на транспортный спрос объекты необходимо структурировать.

### 2.1. Классификация объектов культурно-бытового назначения

Все множество объектов тяготения городской территории было сведено в классификацию, которая представлена городскими базовыми функциями в источнике [73] (табл. 2.1).

Совершенно очевидно, что под городскими базовыми функциями подразумеваются объекты тяготения городской территории. Классификация предложенная А.П. Ромм сформирована из 6 основных укрупненных базовых функций (групп объектов) по ключевым сферам функционирования городских центров тяготения. В свою очередь, данные шесть групп включают, в совокупности 45 подфункций характеризующих, конкретные типы объектов, например, гостиницы, рынки, поликлиники и т.д. Под ЦТКБН в классификации отводится три группы объектов: «Торговля, общепит, сфера услуг», «Образование, здравоохранение, спорт, культура, досуг», «Офисы» – которые в совокупности содержат 22 типа объекта тяготения. Для полного и корректного

описания ЦТКБН, было решено расширить существующую классификацию, по средствам включения в нее существующих ЦТКБН (приложение А).

Таблица 2.1 – Классификация городских базовых функций [73]

1 ДАЧИ, САДЫ, ОГОРОДЫ	12 МАГАЗИНЫ, КАФЕ, РЕСТ.	22 УЧР. ЗДРАВООХРАН.	33 Р Е З Е Р В	44 ВЗРЫВО- И ПОЖАРООПАСНЫЕ ПРЕДПР.
2. ЖИЛЬЕ КОТТЕДЖНОЕ	13 КИОСКИ, ПАВИЛЬОНЫ	23 ДОМА ОТДЫХА, П-ЛАГЕРЯ	34 МАШИНОСТРОЕНИЕ И МЕТАЛЛОБР.	45 ПАСС. ТРАНСПОРТ, КОММУН. АТП
3 ЖИЛЬЕ 1	14 Р Е З Е Р В	24 РЕКРЕАЦИЯ	35 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ	46 ЧАСТНЫЕ И МУНИЦ. А-СТОЯНКИ
4. ЖИЛЬЕ 2-3	15 ГОСТИНИЦЫ	25 СПОРТ. КОМПЛЕКСЫ	36 ХИМИЯ	47 КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО
5 ЖИЛЬЕ 4-5	16 БЫТ. ОБСЛУЖИВАНИЕ	26 ДОСУГ. ЦЕНТРЫ: ДК, КЛУБЫ	37 МЕТАЛЛУРГИЯ	48 КЛАДБИЩА
6 ЖИЛЬЕ 6-9	17 ПКМО	27 Р Е З Е Р В	38 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА (ТЭЦ, ГРЭС)	49 ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ
7 ЖИЛЬЕ 10-12	18 АЗС	28 КОММЕРЧ. ФИРМЫ КРУПНЫЕ	39 СТРОЙМАТ., ДЕРЕВООБРАБАТЫВ.	50 Р Е З Е Р В
8 ЖИЛЬЕ ЦЕНТРА	19 АВТОСЕРВИС	29 КОММ. ФИРМЫ МАЛ. И СРЕДН.	40 ЛЕГКАЯ, ПИЩЕВАЯ, МЕСТНАЯ	51 АКТИВНЫЙ НУЛЬ
9 Р Е З Е Р В	20 ВУЗЫ, ТЕХНИКУМЫ	30 НИИ, КБ, ПРОЕКТНЫЕ ОРГ.	41 ЭКОЛОГ. ГРЯЗНЫЕ ГОР. ПР-ВА	
10 РЫНКИ	21 ШКОЛЫ ОБЩЕОБРАЗ.	31 АДМ.-УПР. И ОБЩЕСТВ. ОРГ.	42 ЭКОЛОГИЧЕСКИ ГРЯЗНЫЕ С.Х. ПР-ВА	
11 ТОРГ. ЦЕНТРЫ		32 УЧР. СВЯЗИ, ТВ, РАДИО, ИЗД-ВА	43 СКЛАДСКИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ	

Специфика функционирования объектов для каждой из трех укрупненных групп может различаться кардинально, в меньшей степени могут присутствовать различия в функционировании объектов внутри укрупненной группы, следовательно, фактор, имеющий высокое значение для одной группы или типа объектов, может практически не влиять на объекты другого типа.

В сложившихся условиях, по мнению зарубежных исследователей [123, 124], наиболее эффективным способом изучения факторов влияющих на транспортный спрос к ЦТКБН, является построение и анализ зависимостей предположительно значимых (территориальных) факторов от основных количественных характеристик объектов тяготения.

## 2.2. Объекты культурно-бытового тяготения в структуре транспортных расчетных районов города. Гравитационная модель

Развитие городов сопровождается разделением территории на зоны. Обычно выделяют: жилые, общественно-деловые, торговые, промышленные, складские зоны, а также зоны отдыха и внешнего транспорта. Помимо основных

зон, в зависимости от специфики города имеют место дополнительные зоны (студгородки, академгородки, олимпийские деревни и др.). Как показывает градостроительная практика [35, 55, 59], разделение города на зоны по однородной функциональности выполняется крайне редко, поскольку возросшие неравномерные нагрузки на участки транспортной сети города приведут к значительным заторам, а, следовательно, и временным задержкам. Наибольшая доля объектов тяготения "разбавляющих" однородность зон, приходится на ЦТКБН – на территории жилой зоны может расположиться многофункциональный торговый или деловой центр, в деловой или торговой зоне – спортивно-развлекательный комплекс и т.п. Тип использования территории в градостроительстве определяется по преобладающей функции зоны. С точки зрения транспортного планирования, тип использования территории устанавливается не по преобладающей функции наибольшей зоны, а более детально, с учетом всех объектов тяготения расположенных на рассматриваемой территории. Для эффективного учета влияния объектов тяготения на УДС, территория города разбивается на транспортные расчетные районы. Типичный расчетный район имеет границы, чаще всего ими служат особенности естественного или искусственного рельефа местности (река, зеленые насаждения, железная дорога, магистраль и т.д.). В центральной части города районирование ведется детальней [71, 106]. В качестве примера разбивки города на транспортные расчетные районы можно рассмотреть Иркутск (рис. 2.1) [42].

Как следует из приведенных источников [73, 83, 84, 96] сочетание разных по назначению объектов тяготения приводит к усложнению обслуживания ТРР, с другой стороны, удовлетворение потребностей в посещении различных объектов в пределах ТРР снижает транспортную подвижность населения, следовательно, и нагрузку на улично-дорожную сеть.

Транспортный спрос на совершаемые населением передвижения, большинством исследователей принято описывать матрицами межрайонных корреспонденций. Для построения требуемых матриц город разбивается на транспортные расчётные районы.

Для комплексного прогноза загрузки транспортной сети необходим расчет матриц корреспонденций между ТРР города, соответствующих передвижениям разного типа (пешеходным, автомобильным и совершаемым в системе общественного транспорта), с разными целями и в разное время суток. Для учета суточной неравномерности расчеты производятся отдельно для каждого времени суток (например, утреннего и вечернего часа «пик» и на средний дневной час).



Рисунок 2.1 – Разбивка территории г. Иркутска на ТРР

Расчет матриц корреспонденций проводится по гравитационной модели [98] с использованием различных кривых тяготения для передвижений с различными целями.

Обозначим:  $R$  – множество расчетных районов,  $F_{ij}^{kl}$  – корреспонденция из района  $i$  в район  $j$  от объекта целевой группы  $k$  к объекту целевой группы  $l$ . Согласно гравитационной модели корреспонденция равна:

$$F_{ij}^{kl} = A_i O_i^{kl} B_j D_j^{kl} \exp(-\lambda^{kl} C_{ij}^{kl}), \quad i, j \in R, \quad (2.1)$$

где коэффициенты балансировки  $A_i, B_j$  определяются из условий

$$\sum_j F_{ij}^{kl} = O_i^{kl}, \quad (2.2)$$

$$\sum_i F_{ij}^{kl} = D_j^{kl} \quad (2.3)$$

Величина  $C_{ij}^{kl}$  является «транспортной дальностью» между районами  $i, j$ . В качестве характеристики транспортной дальности можно использовать цену оптимального пути между районами. Зависимость транспортной дальности от целевых групп  $k, l$  обусловлена тем, что для разных типов передвижений может использоваться цена пути в данное время, усредненная цена в течение суток или усредненная цена «туда» и «обратно».

### 2.2.1. Агрегированные модели оценки транспортного спроса

Наиболее приемлемыми к условиям современных городов следует считать вероятностные модели оценки транспортного спроса, то есть модели, в которых передвижения, осуществляемые к объектам тяготения, являются величинами, подчиняющимися закономерностям статистики и динамические модели, в которых перспективные показатели определяются на основании роста или падения существующих. [36] Наиболее общий вид вероятностной модели (формула 2.4) представляет собой сумму произведений факторов корреспондирующих районов и соответствующих коэффициентов влияния [36].

$$A_{ij} = A_0 + A_1 \cdot x_1 + A_2 \cdot x_2 + A_3 \cdot x_3 + \dots + A_n \cdot x_n \quad (2.4)$$

где,  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  – факторы корреспондирующих районов (населенность, площадь, демографический состав населения и др.;  $A_0, A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  – эмпирические коэффициенты соответствующие факторам. Данная модель применима для общего, краткосрочного (по современным меркам) прогноза перевозок в расчетном районе, поскольку отражает существующие причинно-следственные связи, в то время как для расчета отдельных составляющих района

– объектов массового тяготения, требуется модель, которая позволила бы более точно спрогнозировать количественный и качественный состав посетителей объектов. Например, так выглядит модель, представленная в [117]:

$$Y_i = \theta_0 + \theta_1 \cdot x_{1i} + \theta_2 \cdot x_{2i} + \theta_3 \cdot x_{3i} + \dots + \theta_k \cdot x_{ki} + E_i, \quad (2.5)$$

где,  $\theta_k$  – коэффициенты регрессии;  $x_{ki}$  – переменная  $k$  для расчетного транспортного района  $i$ ;  $E_i$  – стандартная ошибка.

Используя эту модель можно оценить суммарное число корреспонденций (ёмкость ТРР по прибытию / отправлению) для каждого ТРР, основываясь, например, на факторах удаленности ТРР от центра города, площади ТРР и др. Однако некоторые транспортные районы не имеют резидентов (промышленные, торговые зоны), следовательно, они должны быть исключены из анализа, поскольку могут исказить расчеты.

В источнике [117] предлагается использовать вместо суммарного числа поездок удельное число поездок, приходящихся на один объект тяготения. Это поможет избежать влияния размера ТРР (остаточный член регрессии не будет зависеть от размеров транспортного района). Таким образом, начальная оценка общего числа корреспонденций каждого из рассматриваемых ТРР может быть преобразована в среднее число поездок, приходящихся на объект тяготения, процесс калибровки будет осуществляться со средними значениями факторов влияющих на ёмкость ТРР.

### 2.2.2. Не агрегированные модели оценки транспортного спроса

Не агрегированный подход оценки ёмкости расчетного транспортного района в отличие от агрегированного используется для подсчета числа передвижений, приходящихся на одно домохозяйство или в отдельности на каждого человека. При использовании не агрегированного подхода удельная генерация или число передвижений, приходящихся на одно домохозяйство или человека, может быть рассчитано с помощью регрессионного анализа с

использованием социально-экономических или демографических факторов и поэтому имеет достаточно широкое применение в транспортном планировании.

На начальном этапе расчета, необходимо упорядочить качественные и количественные факторы, влияющие на число передвижений. Например, департамент транспорта г. Лос-Анджелеса в 1995 г. разработал собственную модель генерации корреспонденций [117]. Основными факторами, влияющими на генерацию передвижений, являлись тип зданий, в которых расположены объекты тяготения (одиночное, многоэтажное) и уровень автомобилизации по трехуровневой шкале. Также оценивалась привлекательность территории, число постоянно проживающего населения и число мест приложения труда:

$$A = C_0 + C_1(P) + C_2(E) + C_3(PE), \quad (2.6)$$

где  $A$  – привлекательность территории;  $C_i$  – коэффициенты регрессии,  $P$  – число постоянно проживающего населения в транспортном районе;  $E$  – число мест приложения труда;  $PE$  – число торговых мест (работников торговли).

В рассматриваемой модели использовалось 5 типов передвижений: дом-работа, дом-разное, дом-покупки, разное-разное, разное-работа. Другие типы передвижений не приводились. Согласно модели, предполагается расчет всех 5 типов передвижений для каждого ТРР отдельно. В отличие от агрегированного подхода, учитывающего емкость транспортного района по прибытию и отправлению, не агрегированный подход требует более детальных данных социально-экономического и демографического характера, относящимся к отдельным резидентам или домохозяйствам. Следовательно, можно утверждать, что такой подход позволит произвести оценку транспортного спроса ТРР по конкретным сегментам рынка. Одновременно с этим, более реалистичные и подробные данные о транспортном поведении населения могут быть использованы при моделировании элементов транспортной инфраструктуры. Исследование транспортного спроса показывает, что, несмотря на изменчивость статистической информации о домохозяйствах или отдельных резидентов распределение по целям поездок в одном городе в течение нескольких лет можно считать постоянным. Генерация корреспонденций может быть рассмотрена на

основе привлекательности каждого ТРР. К числу факторов, описывающих привлекательность, могут быть отнесены: расстояние от центроида транспортного района до общегородского центра, площадь территории определенного типа, условия движения. Математически модель предложенная исследователями [117] привлекательности транспортного района может быть записана как

$$A_i = f(S_{0i}, R_i D_i), \quad (2.7)$$

где,  $A_i$  – привлекательность транспортного района;  $S$  – расстояние от рассматриваемого транспортного района до общегородского центра;  $R$  – условия движения;  $D$  – площадь территории определенного типа.

На практике, расстояние от центра измеряется по существующей УДС. Факторы условий движения принимаются на основе экспертных оценок, что приводит к высокой вероятности возникновения грубых ошибок. Поэтому определение привлекательности транспортного района по выражению (2.8) представляет собой сложную научно-практическую задачу, требующую весьма большого объема исходных данных. В этой связи, авторы [126] предлагают использовать модель оценки привлекательности расчетных транспортных районов на основе взаимосвязи между факторами, влияющими на дорожное движение и факторами, учитывающими качество транспортного обслуживания. Таким образом, привлекательность расчетных транспортных районов представлена выражением

$$A_i = \ln \sum_{j=1}^M \exp\left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (V_{jn} - V_{in})\right), \quad (2.8)$$

где,  $A_i$  – привлекательность транспортного района;  $M$  – число возможных пунктов назначения;  $N$  – число групп;  $V_{jn}$  – фиксированная полезность для каждого  $n$  выбранного пункт назначения  $j$ ;  $V_{in}$  – фиксированная полезность для каждого  $n$  выбранного пункт назначения  $i$ .

$$V_{in} = \sum_{k=1}^K \theta_k X_{ink}, \quad (2.9)$$

где,  $K$  – число переменных;  $X_{ink}$  – значение переменной  $k$ , которая влияет на выбор пункта назначения  $i$ ;  $V_{in}$  – фиксированная полезность для каждого  $n$  выбранного, пункт назначения  $i$ ;  $\theta_k$  – соответствующий коэффициент переменной.

Таким образом, существующие модели генерации корреспонденций не удовлетворяют современным социально-техническим и градостроительным условиям и нуждаются в разработке нового подхода оценки емкости транспортного расчетного района, сочетающего в себе простоту и удобство агрегированных и высокую точность не агрегированных моделей.

Существует несколько качественно разных разновидностей динамических моделей [36]. Модель общего фактора роста (2.10) позволяет приблизительно рассчитать объем перевозок, исключительно для города в целом методом экстраполяции от показателей искомой величины в разные исторические моменты.

$$A_{ijП} = F \cdot A_{ijСУЩ} \quad (2.10)$$

где  $A_{ijП}$  и  $A_{ijСУЩ}$  – соответственно прогнозируемый и существующий объем перевозок;  $F$  – коэффициент роста.

Модели среднего арифметического (2.11) и среднего геометрического (2.12) фактора роста, позволяют оценить динамику перевозок между отдельными транспортными районами, при этом модель среднего геометрического фактора роста позволяет производить более точные прогнозы, чем модели общего и среднего арифметического фактора роста.

$$A_{ijП} = 0,5 \cdot (F_i + F_j) \cdot A_{ijСУЩ} \quad (2.11)$$

$$A_{ijП} = (F_j \cdot F_i / F) \cdot A_{ijСУЩ} \quad (2.12)$$

где,  $F_i$  и  $F_j$  – факторы роста перевозок по соответствующим расчетным районам.

В методе Фратара (2.13), который является развитием «парижского» метода (2.14) учитывается, что на рост перевозок к рассматриваемому району влияет темп роста остальных районов города.

$$A_{ijП} = F_j \cdot F_i \cdot A_{ijСУЩ} \quad (2.13)$$

$$A_{ijIII} = F_j \cdot F_i \cdot 0,5 \cdot (L_i + L_j) \cdot A_{ij\text{СВШ}}. \quad (2.14)$$

где,  $L_i$  и  $L_j$  – факторы, учитывающие влияние темпов роста остальных районов города. При своевременной «калибровке» расчетных данных метод Фратара позволяет повысить результаты прогнозирования по сравнению со средним геометрическим методом.

Ни одна из представленных моделей не обеспечивает оптимального решения проблемы расчета транспортной системы перевозок на уровне объектов тяготения, отсюда недостаточная точность в расчётах перевозок на уровне районов города. Такой вывод указывает на необходимость поиска других методов, а, следовательно, создание других моделей прогнозирования перевозок.

### 2.3. Оценка транспортного спроса в 4-шаговой модели

Модели передвижений используются для прогнозирования изменений транспортных систем городов в ответ на изменения в региональном развитии, включающем рост численности населения, экономические подъемы и др. Планирование транспортных систем включает в себя процесс принятия решений в сфере потенциальных улучшений проезжей части, инфраструктуры и сообщения.

Проблемами моделирования перевозок впервые обеспокоились Соединенные Штаты в 50-х годах прошлого века. Впервые 4-шаговая модель реализована на ЭВМ в 1950 в Детройте. С 1960-х годов штаты с высоким уровнем автомобилизации (порядка 200 автомобилей на 1000 жителей), для планирования транспортной системы своих городов используют 4-х шаговую модель [27, 28, 39, 102, 105, 107, 108, 113, 115, 116, 129]. В 4-х шаговой модели городское пространство разделяется на множество пространственно-смежных зон генерирующих передвижение транспортных и пешеходных потоков. Работа в модели начинается с разбиения городской территории на транспортные районы. Число и размеры транспортных районов устанавливаются исходя из размеров городской территории. Как правило, границами транспортных районов являются

городские магистрали либо особенности рельефа такие как русла рек и др. Затем следует трудоемкий процесс выявления показателей транспортного района, в которые входят:

- демографически-социальная структура района (пол, возраст, доля занятого населения, доля самодеятельного/несамодеятельного населения и др.);
- количество и площадь объектов трудового (образовательного), культурно-бытового значения;
- количество и площадь объектов жилья, число мест приложения труда.

Далее следует этап прогнозирования изменения вышеприведенных показателей на требуемую перспективу. На завершающем этапе осуществляется проверка адекватности спрогнозированных показателей. Структурно, общеизвестная 4-х шаговая модель, представленная на рисунке 2.2, отражает современное представление о транспортном планировании как зарубежных, так и отечественных ученых [28, 79, 120], концепция модели до сегодняшнего дня сохранилась практически неизменной.

Четырьмя этапами классической модели транспортного планирования городской системы являются:

Шаг №1. Оценка транспортного района по прибытию и отправлению (Trip Generation) – на данном этапе определяется происхождение, назначение и количество поездок в каждой зоне по соответствующим целям, в зависимости от типа использования территории, подвижности населения, доли занятого населения и других социально-экономических факторов, описанных исследователями [82, 104, 115, 116]. Оценить емкость транспортного района по прибытию и отправлению не представляется возможным без следующих данных:

- структура населения;
- число постоянно проживающего населения
- подвижность населения;
- количество мест приложения труда;
- количество объектов торговли, сервиса, развлечений и др.;
- пассажирообмен на остановочных пунктах расчетного района;

- количество и характер подъездов к расчетному району;
- данные по предельным нагрузкам, приходящимся на улично-дорожную сеть в утренние и вечерние часы «пик».

Данные о емкости транспортных районов собранных по всему городу служат для расчета матриц межрайонных корреспонденций.

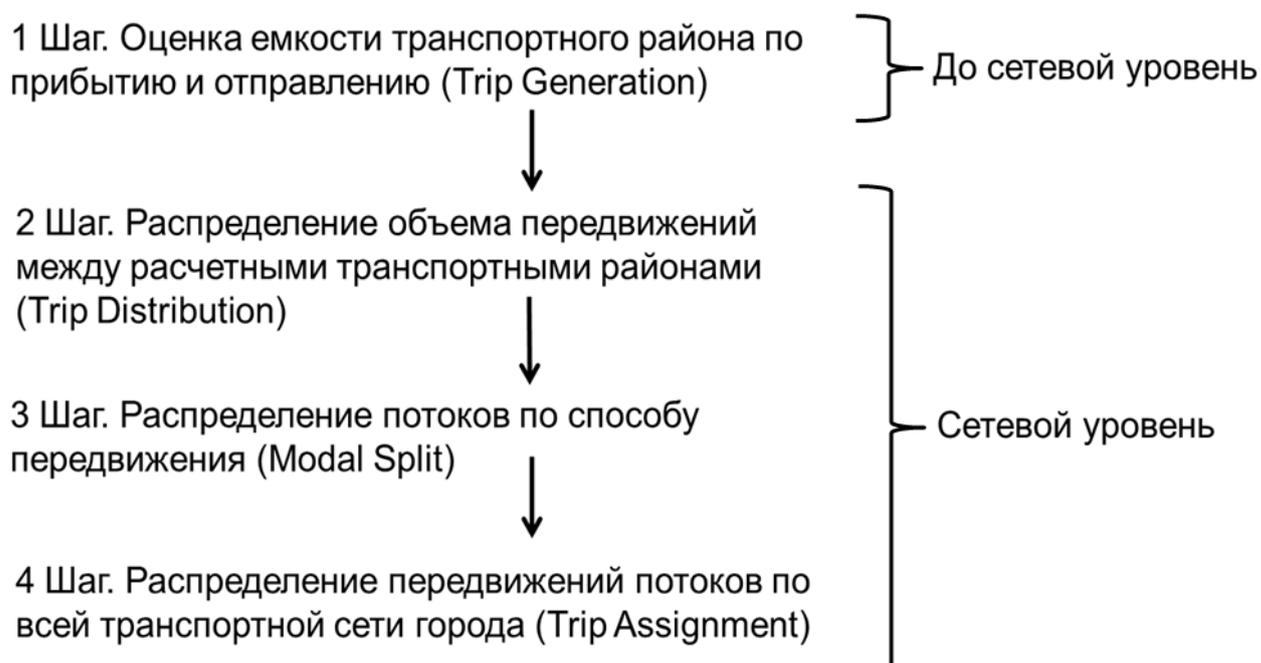


Рисунок 2.2 – Последовательность оценки транспортного спроса в 4-х шаговой модели

Шаг №2. Расчет матриц корреспонденций, выявляющих объем передвижений между расчетными районами города (Trip distribution). Для расчета данных матриц имеется множество моделей, учитывающих особенности передвижения в районах и другие факторы. Среди прочих моделей, таких как модель Детройта (не учитывающая изменения в пространственной доступности расчетного района) особняком стоит гравитационная модель. Основанная на факторе удаленности, гравитационная модель, считается наиболее универсальной и достаточно точной, при условии классификации поездок по цели и типу передвижения. Фактор удаленности транспортных районов друг от друга имеет прямую пропорциональность к величине передвижений. Чем ближе районы, тем больше передвижений будет осуществляться между ними. Как правило, под

мерой дальности принимается средневзвешенная цена межрайонного передвижения, которая учитывает время передвижения, тариф, коэффициент пересадочности, коэффициент непрямолинейности и др. [34].

Шаг №3. Распределение поездок по способу передвижений (Modal Split). Распределяются передвижения на ИТ, пешие передвижения и др. В последние годы многие крупные города задаются целью балансирования транспорта по видам [24], в частности на ОТ и немоторизированный транспорт (велосипеды) должно приходиться по 30% от общей доли соответственно. Такие действия отражают стремление к перераспределению перевозок в большей мере от ИТ в пользу ОТ, направленному на снижение загрузки УДС. Другое перераспределение направлено на уменьшение совокупной доли ИТ в угоду немоторизированному транспорту. Такая политика направлена как на снижение загрузки УДС, так и на улучшение экологии города, снижение топливной зависимости и др.

Шаг №4. Распределение передвижений по транспортной сети города (Trip assignment). На завершающем этапе формируются маршруты передвижений для транспортной сети города. Рассчитываются кратчайшие пути по критерию минимального времени. Распределяются доли потоков на ИТ и ОТ. Рассчитывается вид и количество подвижного состава ГПТ. Далее поездки по каждому каналу района суммируются, чтобы дать оценку его загруженности. Если канал расценивается как перегруженный, поездки перераспределяют, при этом кратчайший путь может измениться, поэтому процесс может повторяться несколько раз до момента равновесия транспортных потоков с УДС. Расчёты на данном этапе являются наиболее сложными в транспортном планировании. Четырёх шаговая модель может быть использована в следующих назначениях:

- для прогнозирования будущих условий перемещения транспортных и пешеходных потоков, а также количество и структуру объектов тяготения, которое, скорее всего, будет преобладать в какое-либо время в будущем;
- для получения результатов анализа издержек и косвенного экономического эффекта, оценки экологических и социальных последствий новых

объектов городской дорожной сети или новых предложений по планированию городской территории в целом;

- для дачи прогноза последствиям от политических решений в сфере городского хозяйства, таких как снижение или повышение налогов на бензин, увеличение тарифа городского ОТ и др.

Одним из наиболее эффективных способов повышения точности рассматриваемой модели заключается в регулярном обновлении данных обрабатываемых на первом этапе. В связи с высокими темпами развития городов, пригородов и связующих их магистралей пересмотр показателей, характеризующих транспортные расчетные районы, требуется производить не реже чем каждые пять лет.

#### 2.4. Математическое описание количественных характеристик функционирования центров тяготения культурно-бытового назначения

Фундаментальной задачей математического моделирования транспортного спроса, генерируемого ЦТКБН является установление устойчивых зависимостей числа передвижений от основных количественных характеристик функционирования объектов тяготения, к которым следует отнести: удельную генерацию передвижений, КСН, средняя продолжительность парковки на территории прилегающей к объекту тяготения, разделение посетителей, прибывающих к объекту на ИТ и без ИТ по долям, среднее наполнение ИТ, расчет данных характеристик приводится в формулах (2.15 – 2.25).

##### 2.4.1. Удельная генерация передвижений

Важнейшая количественная характеристика объекта массового тяготения является его удельная генерация передвижений, которая оценивается суточным объемом передвижений на единицу площади. Удельная генерация передвижений – число посетителей, тяготеющих к объектам определенного типа на единицу

площади, чел/м<sup>2</sup>. Удельная суточная генерация может быть определена из следующего выражения:

$$G = \frac{E}{S}, \quad (2.15)$$

где  $E$  – общее число передвижений, совершенных к объекту за рассматриваемый период (сутки), чел./сут.;  $S$  – площадь рассматриваемой территории, м<sup>2</sup>.

#### 2.4.2. Коэффициенты суточной неравномерности

Коэффициент суточной неравномерности – это отношение величины загрузки объекта за определенный час, к величине суточной загрузки этой территории. КСН отражают долю генерации передвижений, приходящуюся на рассматриваемый период суток, как правило, час.

$$k_{снi} = \frac{E_i}{E}, \quad (2.16)$$

где,  $E_i$  – число передвижений, совершенных к объекту за рассматриваемый час, чел./час.

Таким образом, можно вычислить число посетителей объекта за любой интересующий период суток. Итогом расчетов данного этапа является выявленное число посетителей рассматриваемого объекта за рассматриваемый час.

Выбор «интересующего» периода суток основывается на двух аспектах:

- суточный максимум рассматриваемой территории (объекта), приходится на час с максимальным значением  $k_{сн}$ ;
- общий «пиковый» период района города, в котором расположен рассматриваемый объект.

В первом случае, рассматривается влияние объекта на прилегающую УДС с точки зрения максимального прибытия и убытия его посетителей, не обязательно в период общего часа «пик», здесь скорее рассматривается пропускная способность прилегающей инфраструктуры (въезды и выезды с прилегающей парковки, пассажирообмен остановочных пунктов и др.). Во втором случае,

рассматривается влияние объекта на загрузку прилегающей УДС с точки зрения пропускной способности её «узких» мест.

### 2.4.3. Продолжительность парковки

Средняя продолжительность парковки – среднее время пребывания ИТ средств на парковке, предназначенной для посетителей рассматриваемого объекта мин. (час).

$$P_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i^{y\delta} - t_i^{np\delta})}{n_{cym}}, \quad (2.17)$$

где,  $P_{cp}$  – средняя продолжительность парковки транспортных средств за сутки, час.;  $t_{np\delta}$  – время прибытия транспортного средства на парковку, час.;  $t_{y\delta}$  – время убытия транспортного средства с парковки, час.;  $n_{cym}$  – число транспортных средств прибывших на парковку за сутки, авт.

### 2.4.4. Доля посетителей на ИТ

В практике транспортного планирования принято различать передвижения совершенные с использованием ИТ и без ИТ, в зависимости от маршрута и вида транспорта, тип подвижного состава может значительно варьироваться.

Для выявления такого распределения часто приходится усложнять исследования путём отдельного учета посетителей на ИТ и без ИТ. В зависимости от влияния факторов, особенно удаленности от центра города, выбор способа передвижения к объектам тяготения может меняться и в каждом конкретном случае требует отдельного исследования.

Таким образом, общее число прибывающих посетителей (передвижения по прибытию) на ИТ будет учтено:

$$E_{ИТ i}^{пр} = E_i^{пр} \cdot d_{итi}, \quad (2.18)$$

где,  $E_{ИТ i}^{пр}$  – интенсивность прибытия посетителей на ИТ для  $i$ -го часа, чел./час;  $E_i^{пр}$  – суммарная интенсивность посетителей прибывших для  $i$ -го часа, чел./час;  $d_{ИТ i}$  – доля посетителей прибывающих на ИТ для  $i$ -го часа.

аналогично и по отправлению:

$$E_{ИТ i}^{отп} = E_i^{отп} \cdot d_{ИТ i} \quad (2.19)$$

Общее число прибывающих посетителей (передвижения по прибытию) на без ИТ будет учтено:

$$E_{без ИТ i}^{пр} = E_i^{пр} - E_{ИТ i}^{пр} \quad (2.20)$$

аналогично и по отправлению:

$$E_{без ИТ i}^{отп} = E_i^{отп} - E_{ИТ i}^{отп} \quad (2.21)$$

Интенсивность транспортного потока в сечении на въезде к рассматриваемой территории в определенный час может быть определена на основе среднего коэффициента наполнения ИТ в рассматриваемый час, однако, при рассмотрении некоторых типов использования территории, коэффициент наполнения при въезде ИТ и выезде может варьироваться:

$$P_{ИТ i} = \frac{E_{ИТ i}}{n_i} \quad (2.22)$$

где,  $P_{ИТ i}$  – среднее наполнение ИТ за  $i$ -ый час, чел.;  $n_i$  – число транспортных средств прибывших за  $i$ -ый час, авт./час.

Одновременно с этим, коэффициент наполнения ИТ может варьироваться и по часам суток, поэтому при наличии данных лучше использовать коэффициент наполнения соответствующий рассматриваемому часу суток и направленности потока ИТ (въезд/выезд). В случае отсутствия детализации данных используется среднее значение. На основании полученной (спрогнозированной) интенсивности ИТ транспортный инженер может производить сопоставительные расчеты интенсивности ИТ и пропускной способности «узких» мест (въезда/выезда прилегающей территории, отнесенных левых поворотов, прилегающих пересечений).

## 2.5. Общее представление оценки транспортного спроса

С точки зрения оценки транспортного спроса объектов тяготения, многообразие факторов городской среды (к которым, среди прочих, относят территориальные характеристики объекта, характеристики инфраструктуры объекта и т.д.) таково, что одного только фактора площади недостаточно для оценки передвижений на приемлемом уровне. Учитывая современные условия городской среды, общий вид модели оценки транспортного спроса будет выглядеть следующим образом (2.23):

$$E = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2.23)$$

где,  $f$  – функция от рассматриваемых факторов;  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – факторы, влияющие на генерацию передвижений к объекту тяготения, конкретный вид функции будет детально установлен для каждого из типов объектов культурно-бытового назначения. Предварительно следует отметить, что функция оценки транспортного спроса будет иметь вид линейной зависимости.

## 2.6. Модель оценки транспортного спроса

Математическая модель отражает механизм, по средствам которого связаны и взаимодействуют между собой параметры концептуальной модели. Фактически, требуется оценить транспортный спрос (спрогнозировать объем посетителей) в том числе и на ИТ. Математическая модель имеет следующий вид:

$$N_{ИТ/час} = f(S, L_C, L_M) \cdot \frac{d_{ИТ}}{P_{ИТ}} \cdot k_{CH} \quad (2.24)$$

$$N_{GИТ/час} = f(S_p, \Delta t_p, P_d, N, C) \cdot S \cdot \frac{d_{ИТ}}{P_{ИТ}} \cdot k_{CH} \quad (2.25)$$

где,  $S$  – площадь объекта,  $m^2$ ;  $L_M$  – удаленность объекта тяготения от магистральной улицы, м;  $L_C$  – удаленность объекта тяготения от центра города, м.;  $S_p$  – площадь парковки,  $m^2$ ;  $\Delta t_p$  – среднее время передвижения, ч.;  $P_d$  – пешеходная доступность остановочного пункта, ч.;  $N$  – число филиалов, ед.;  $C$  – число конкурентов, ед.

$S$  – подразумевается площадь объекта тяготения, которую он занимает в здании (в том числе по этажам), либо на территории, без учета площади под парковку. Площадь измеряется посредством программных продуктов «электронных карт» с точностью измерений 95 % (2gis, GoogleEarth). Процесс и способ измерения отражены в главе III.

$L_M$  – удаленность объекта тяготения от магистральной улицы. Под магистральной улицей в данной работе понимается улица по которой осуществляется маршруты городского общественного транспорта. Измерение проводится от ближайшей к объекту магистральной улице по воздушной линии, посредством программных продуктов «электронных карт» с точностью измерений 95 %. В процессе определения расстояния рассматриваемый объект принимается как точка на карте города. При этом расстояние измеряется от объекта до ближайшей магистральной улицы (дороги), по кратчайшему расстоянию.

$L_C$  – удаленность объекта тяготения от центра города. Под центром города в данной работе понимается административный центр города (здание законодательного органа города перед главной площадью). Измерение проводится от центра города к объекту по воздушной линии, посредством программных продуктов «электронных карт» с точностью измерений 95 %.

$S_P$  – площадь парковки. Под площадью парковки понимается общая площадь парковок включая внеуличные, подземные, надземные, обслуживающие рассматриваемый объект. Во многих городах РФ существующие крупные МТЦ имеют парковки со значительным ограничением по времени для бесплатного паркирования (3 часа), такое ограничение, в случае обследований, следует рассматривать, как бесплатную парковку. Площадь измеряется посредством программных продуктов «электронных карт» с точностью измерений 95 %.

$\Delta t_P$  – среднее время передвижения. Среди классических методов оценки транспортного спроса одним из основных является метод транспортного зонирования городской территории. На основе которого определяется ряд параметров характеризующих в том числе и транспортную подвижность. При наличии достоверных исследований транспортной доступности, может

повыситься точность оценки транспортного спроса. По действующим нормативам транспортная доступность нормируется (СНИП). Под средним временем передвижения понимается среднее время, затраченное посетителями, из каждого ТРР города на общественном транспорте. Вычисляется по справочным данным.

$P_d$  – пешеходная доступность остановочного пункта. Под пешеходной доступностью понимается среднее время затрачиваемое посетителем на подход к объекту из жилых домов в зоне пешеходной доступности (500 м). Данный фактор имеет существенное значение именно для тех ЦТКБН, посещение которых производится преимущественно без ИТ. Удаленность от жилых домов измеряется с помощью программных продуктов «электронных карт» с точностью измерений 95 %. Средняя скорость посетителя берется из справочных данных.

$N$  – число филиалов. Под числом филиалов подразумевается, число учреждений, которые осуществляют деятельность под одним брэндом. Наличие большого числа филиалов повышает вероятность посещения данного центра тяготения, а также косвенно показывают высокую привлекательность брэнда для посетителей. Измеряется с помощью программных продуктов «электронных карт».

$C$  – число конкурентов. Под числом конкурентов понимается, число объектов в радиусе пешеходной доступности (500 м), такого же типа, что и рассматриваемый объект. Измеряется с помощью программных продуктов «электронных карт».

Расчет необходимого числа парковочных мест для рассматриваемого объекта производится по следующему выражению:

$$n_{\text{парк}} = \frac{E_{\text{max час}} \cdot d_{\text{ИТ}} \cdot P_{\text{ср}}}{P_{\text{ИТi}}}, \quad (2.26)$$

где  $n_{\text{парк}}$  – число парковочных мест, ед.;  $E_{\text{max час}}$  – число посетителей, прибывающих в час на который приходится коэффициент суточного максимума, чел./час.

## 2.7. Выводы по главе

1. Объекты культурно-бытового тяготения могут быть классифицированы на основе городских базовых функций предоставленных А.П. Ромм.
2. Матрицы корреспонденций вычисляются по гравитационной модели, исходными данными для которой должны служить емкости ТРР.
3. Для оценки емкости ТРР необходимо применять математические модели, позволяющие оценить транспортный спрос к отдельным ЦТКБН.
4. Большая часть существующих моделей оценки транспортного спроса опирается на такие данные, как число постоянно проживающего населения в транспортном районе; число мест приложения труда; число торговых мест (работников торговли), которые в современных условиях являются малодостоверными и, следовательно, не могут обеспечить высокой точности расчетов.
5. Предполагаемая модель оценки транспортного спроса к ЦТКБН имеет ряд преимуществ: доступность исходных данных (ГИС – технологии), высокая достоверность оценки транспортного спроса, высокая точность.

### ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБРАБОТКИ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Исследование транспортного спроса к центрам тяготения культурно-бытового назначения необходимо для установления основных количественных характеристик их функционирования. Выявление некоторых из них связано с особенно высокой трудоемкостью, но именно такие показатели имеют первостепенную значимость для исследования. Установление таких характеристик производится по средствам анализа исходных данных, которые в свою очередь собираются при проведении натурных обследований. Исследуя ЦТКБН, особое внимание [76, 110] уделяют следующим характеристикам: интенсивность въезда и выезда ИТ; структура потока и наполнение транспортных средств; объем и продолжительность паркирования; интенсивность пешеходного потока.

Под терминами, приведенными выше, следует понимать:

- исследование – процесс изучения, концептуализации и проверки теории, связанной с получением научных знаний;
- натурное обследование – процесс сбора исходных данных;
- интенсивность въезда и выезда – количество индивидуальных транспортных средств въехавших и выехавших в/из обозначенной территории за единицу времени (авт./час);
- структура потока – типы транспортных средств входящих в поток: грузовые, легковые автомобили, автобусы, мотоциклы и др.;
- наполнение транспортного средства – общее число человек, включая водителя, находящихся в салоне транспортного средства в момент замеров;
- объем паркирования – количество транспортных средств, припаркованных на обозначенной территории;
- продолжительность паркирования – время, с момента постановки автомобиля на парковку до момента выезда из неё;

- интенсивность пешеходного потока – количество посетителей рассматриваемого объекта, прибывающих к нему без использования индивидуальных транспортных средств.

### 3.1. Методика проведения натуральных обследований

Фундаментом научной работы объективно следует считать натурные обследования. По мнению ученых [23, 33, 56], даже незначительные, на первый взгляд ошибки, допущенные на этапе сбора данных, влекут за собой неминуемые погрешности способные существенно скорректировать результаты при дальнейшей обработке данных.

Для проведения натуральных обследований в области оценки транспортного спроса тщательнейшим образом необходимо подойти к выбору объекта исследования. Для получения наиболее корректных данных, при выборе объекта следует руководствоваться установленными критериями [76]:

- исследуемый объект должен находиться в эксплуатации не менее 2 лет;
- исследуемый объект должен быть освоен не меньше чем на 85%. Это условие чрезвычайно важно, поскольку исследователями было выявлено, что ЦТКБН, начинают функционировать в полную силу по прошествии, как минимум, двух лет эксплуатации, такой период времени справедлив также для объектов жилой застройки. Объекты, генерирующие потоки по трудовым и деловым целям начинают функционировать в полную силу значительно быстрее.
- не допускается проводить обследование объекта, имеющего временные и аварийные режимы работы;
- необходимо учитывать отсутствие транзитных потоков на прилегающей улично-дорожной сети объекта. Особенность, при которой въезд и выезд на территорию объекта ограничивается одним сечением, существенно облегчает задачу исследователя, в этом случае учетчику достаточно будет фиксировать въезжающий автомобиль, не выясняя припарковался ли автомобиль у исследуемого объекта, или проехал транзитом.

- не менее значимым условием выбора является монофункциональность объекта тяготения. На исследования мультифункциональных объектов затрачиваются колоссальные усилия, но в итоге адекватность отслеживания потоков остается на низком уровне.

После выбора объекта, соответствующего вышеуказанным критериям, формируется схема объекта и прилегающей к нему улично-дорожной сети. Основой для построения схемы служат, как правило, электронные карты со встроенными справочниками городов, такие как Google Earth, 2GIS, Google Maps и др. Представленные сервисы благодаря своей доступности и удобству пользования получили широкое распространение в мире. Для составления наиболее адекватной схемы необходимо задействование нескольких программных продуктов. В частности, российский программный продукт 2GIS позволяет определять этажность и площадь здания, а так же количество расположенных в нем организаций (рис. 3.1). Сложности могут возникать в тех случаях установления площади, когда объект занимает лишь часть здания, в этом случае приходится оценивать площадь визуально (как правило, первые этажи зданий, часто занимаемые нужными объектами, имеют габариты квартир, поэтому с вычислением площади проблем не возникает).

На картах Google Earth, благодаря достаточно высокому разрешению, появляется возможность наиболее аккуратно установить границы объекта и прилегающей к нему улично-дорожной сети, вплоть до определения количества парковочных мест по разметке. Заложенный в программу инструмент измерения длины дает возможность с высокой точностью измерить расстояние от объекта до остановочного пункта, что в дальнейшем, позволит рассчитать доступность остановочного пункта. Одним из недостатков этих сервисов является то, что они не отображают существующую обстановку в режиме реального времени, поэтому перед проведением исследования, приходится проводить контрольный осмотр объекта визуально.

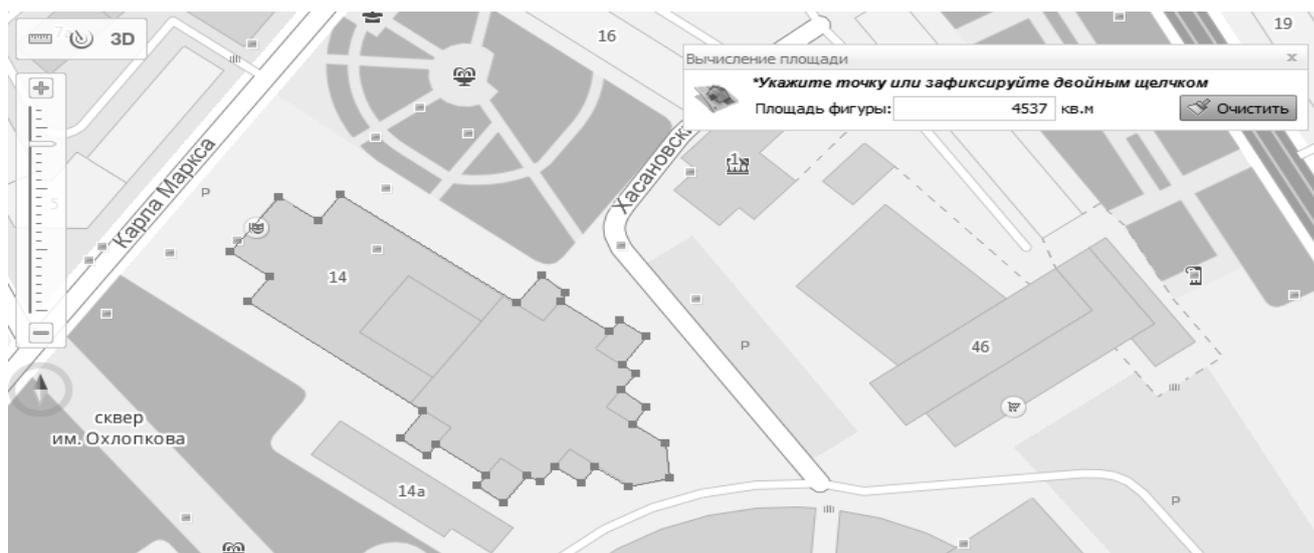


Рисунок 3.1 – Сбор информации о площади рассматриваемой территории

Представленная схема помимо наглядности, позволяет выявить оптимальные посты учета. Для фиксирования транспортных потоков, необходимы посты, с которых будет отчетливо видно, в первую очередь, регистрационный номер въезжающего/выезжающего автомобиля и наполнение салона, а также входящие и выходящие посетители объекта. Ввиду большого количества объектов исследования и ограниченного числа средств учета, необходимо, чтобы с одного поста имелась возможность фиксировать транспортные и пешеходные потоки.

С особым вниманием следует отнестись к выбору дня проведения обследования. Характерная черта тяготения к ЦТКБН такова, что в отличие от объектов, генерирующих потоки по трудовым и деловым назначениям, пики посещения рассматриваемых объектов могут быть значительно разнесены в течение дня или недели.

Необходимо учитывать погодные условия, прогнозируемые на выбранный день обследования. В соответствии со спецификой объекта, для выявления адекватных данных такие показатели как температура, скорость ветра должны быть в умеренных пределах для данного времени года, необходимо избегать дней с выпадением осадков.

Проведение учета возможно по двум способам с помощью учетчиков и с помощью видеоаппаратуры. На процесс сбора данных обоими способами в

натурном обследовании ЦТКБН тратится не менее 15 часов. В очень редких случаях одному учетчику удастся выдержать 15 часов наблюдения, без снижения качества учета данных. Было установлено, что учетчик может работать достаточно внимательно около трех часов без отдыха, согласно такому утверждению составляется график работы поста, для которого общее время сбора данных (для примера возьмем 15 часов) делится на 5 интервалов по три часа. Следовательно, на рассматриваемый пост требуется 5 учетчиков. Процесс сбора данных должен проходить непрерывно, по этому учетчикам с большой ответственностью следует подходить к процессу пересменки. Специфика процесса такова, что при отсутствии учета транспортных либо пешеходных потоков более 10 минут исследование можно считать не объективным. Поэтому, чтобы максимально снизить вероятность срывов, сменяющие учетчики должны подходить к посту за 10 минут до пересменки. Каждому учетчику выдается план проведения исследования (рис. 3.2).

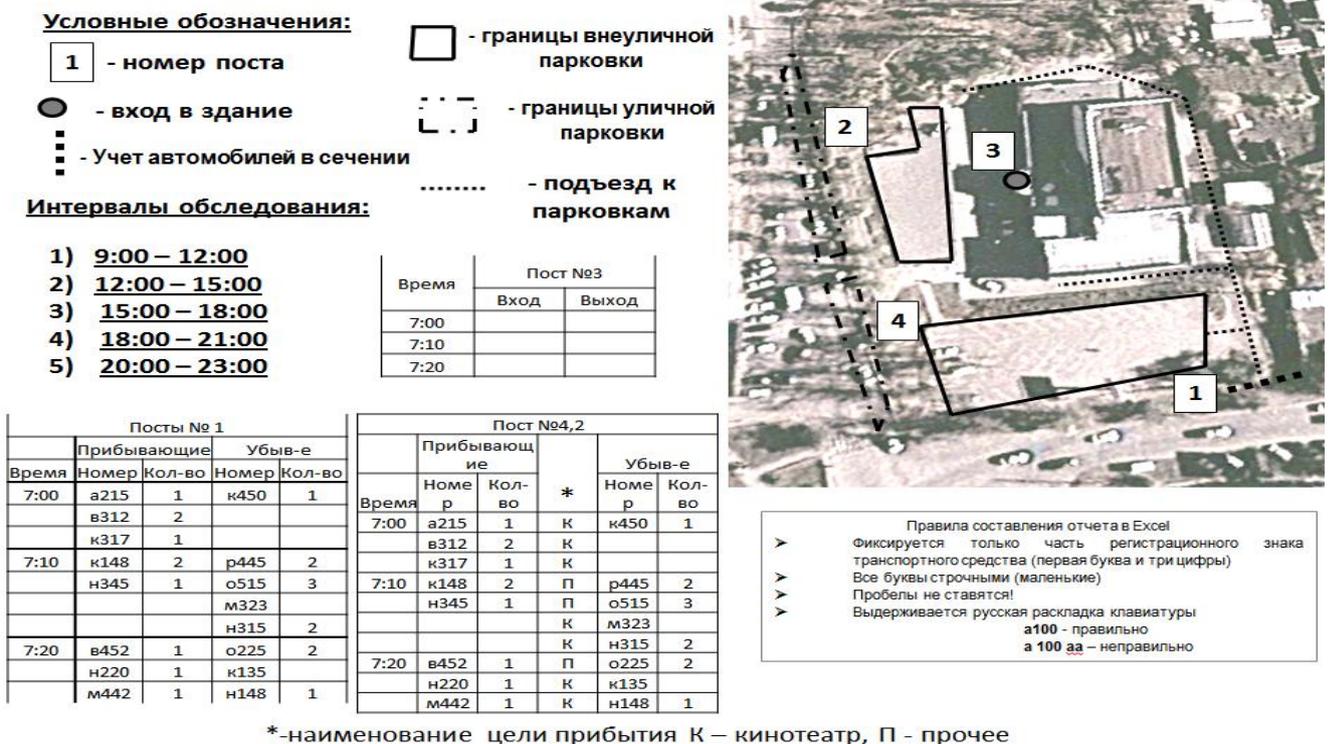


Рисунок 3.2 – План проведения исследования культурно-развлекательного центра «Звездный» г. Иркутска

В плане содержится схема с нанесенными условными обозначениями сечений въезда и выезда в/из обозначенной территории и входа/выхода

посетителей объекта, границы парковок, а также установленные места постов учетчиков. К схеме прилагается пример заполнения данных для транспортных (таблица 3.1.) и пешеходных (таблица 3.2.) потоков. Пример учета транспортных потоков имеет вид таблицы, в первом столбце фиксируется время замеров, для удобства дальнейшей обработки данных замеры принято фиксировать в десятиминутном интервале. В следующем столбце фиксируется часть номера въезжающего транспортного средства, фиксировать номера целиком нет необходимости, для статистической обработки достаточно указать первую букву, написанную строчно и три последующие цифры. В последующем столбце фиксируется наполнение транспортного средства. Особенность учета наполнения транспортных средств, в которых невозможно установить наполнение салона (тонировка, шторки и т.д.) сводится к пропуску данных, чтобы исключить погрешности в дальнейших статистических расчетах. Далее располагаются столбцы, в которых фиксируется часть номера выезжающего автомобиля и его наполнение.

Таблица 3.1 – Образец заполнения формы для учета транспортных средств в сечении дороги

Пост № 1,2				
Время	Прибывающие		Убывающие	
	Номер	Кол-во	Номер	Кол-во
09:00	а215	1	к450	1
	в312	2		
	к317	1		
09:10	к148	2	р445	2
	н345	1	о515	3
			м323	
09:20			н315	2
	в452	1	о225	2
	н220	1	к135	
	м442	1	н148	1

Таблица для учета пешеходных потоков ограничивается тремя столбцами, в которых отмеряется временной интервал, а также входящие и выходящие посетители.

Таблица 3.2 – Образец заполнения формы для учета посетителей

Пост № 3,4		
Время	Входящие	Выходящие
09:00	7	2
09:10	9	3
09:20	12	8
09:30	15	5

Накануне дня обследования проводится инструктаж учетчиков, во время которого обговариваются следующие вопросы:

- цель обследования;
- задачи учетчиков;
- способ заполнения форм учета;
- организационные вопросы (наличие средств фиксации данных учета, уточнение пересменки, порядок сдачи данных и т.п.);
- инструктаж по технике безопасности.

На протяжении всего периода проведения обследования, наличие учетчиков на постах, процесс непрерывности учета транспортных и пешеходных потоков, правильность заполнения форм контролируется ответственными лицами, за которыми закрепляется определенное число объектов.

Для натурного обследования, в котором средством учета является видеоаппаратура, процесс исключает возникновение возможных ошибок учета вызванных человеческим фактором, но использование такой аппаратуры значительно затратнее, по отношению к использованию человеческих ресурсов. По окончании натурного обследования данные всех постов сшиваются в единую таблицу по средствам программного продукта Microsoft Excel.

### 3.2. Обработка экспериментальных данных

После внесения данных проведенных обследований в Microsoft Excel, дальнейшая обработка с целью получения основных характеристик объектов производится с помощью приложения Microsoft Excel «Шаблон генерации» и программы «Parkovka» (автор Левашев А.Г.).

Приложение «Шаблон генерации» состоит из шести вкладок: «Исходная», «Транспорт», «Пешеходы», «Коэффициенты суточного максимума», «Интенсивности» и «Выводы». Вкладки связаны между собой и автоматически выполняют требуемые расчеты с построением графиков.

Во вкладку «Исходная» (рисунок 3.3.) вносятся данные полученные из учета транспортных средств и их наполнения. Производится расчет суммарного въезда и выезда автомобилей, а также их среднее наполнение. Кроме того, в данной вкладке производится проверка и исправление написания автомобильных номеров в ячейках, т.е. преобразование в требуемый формат (отсутствие пробелов, русская раскладка, строчные буквы).

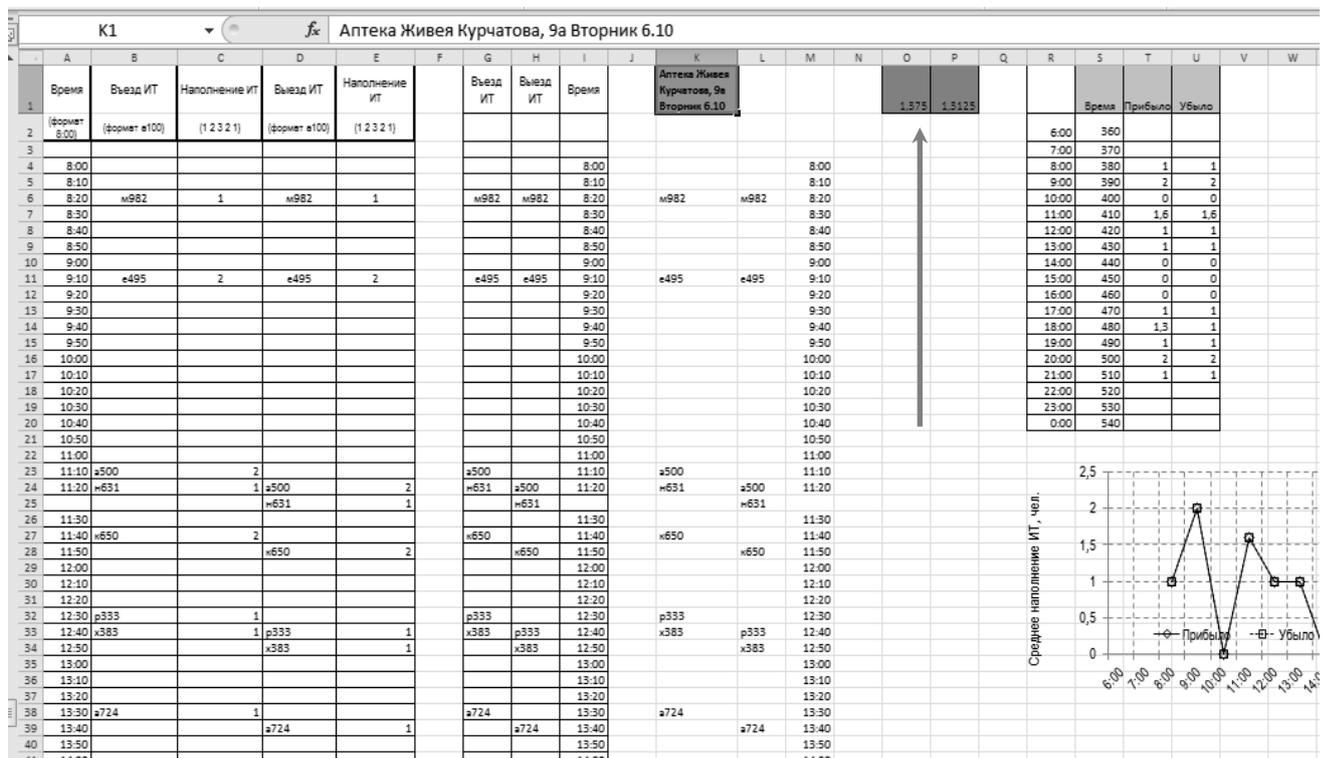


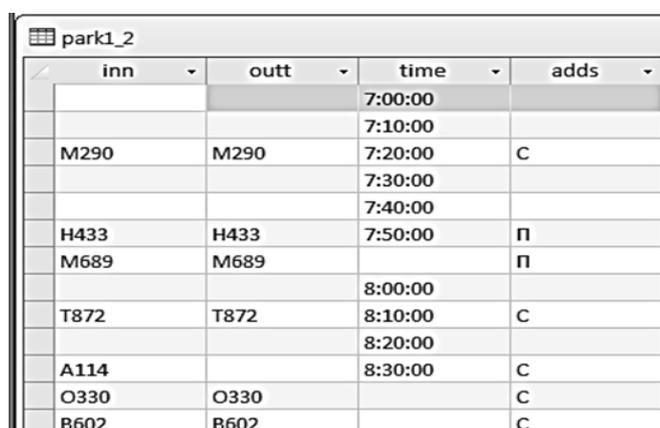
Рисунок 3.3 – Пример обработки экспериментальных данных в файле шаблон генерации вкладка «Исходные»

Во вкладке «Транспорт» рассчитывается средняя продолжительность парковки ИТ прибывающего к объекту. Приложение автоматически рассчитывает продолжительность парковки не может, поэтому приходится пользоваться программным продуктом «Parkovka».

Основным преимуществом программы «Parkovka» является автоматизированная возможность определения начального и конечного

промежутка времени нахождения транспортного средства на парковке. Ручной способ является весьма трудоемким. Основным недостатком программы заключается в том, что если автомобильный номер, зафиксированный в графе въехавших автомобилей, отсутствует в графе выехавших автомобилей (фактическое свидетельство о том, что автомобиль в течение периода исследования приезжал на парковку, но не покидал её), программа исключает этот номер из выборки (будто бы автомобиль и не приезжал). Несмотря на этот недостаток, число таких номеров из общей выборки незначимо для расчета средней продолжительности паркирования, вместе с тем, процесс автоматизации значительно экономит время и снижает трудоемкость обработки данных.

Пример обработки данных представлен на рисунке 3.4. На рисунке 3.5 представлена обработка данных для конкретного объекта, для этого нужно выбрать время, 420 мин. (7:00ч) указать параметр поиска и нажать кнопку «обработать парк 1\_2». Результаты обработки данных представлены на рисунке 3.6. показывают точное время прибытия и убытия транспортного средства, а также количество прибывших и убывших автомобилей.



inn	outt	time	adds
		7:00:00	
		7:10:00	
M290	M290	7:20:00	С
		7:30:00	
		7:40:00	
H433	H433	7:50:00	П
M689	M689		П
		8:00:00	
T872	T872	8:10:00	С
		8:20:00	
A114		8:30:00	С
O330	O330		С
B602	B602		С

Inn - время прибытия,

out - время убытия транспортных средств;

adds - условные обозначения объектов

Рисунок 3.4 – Пример внесения результатов обследования в таблицу «Parkovka» для дальнейшей обработки

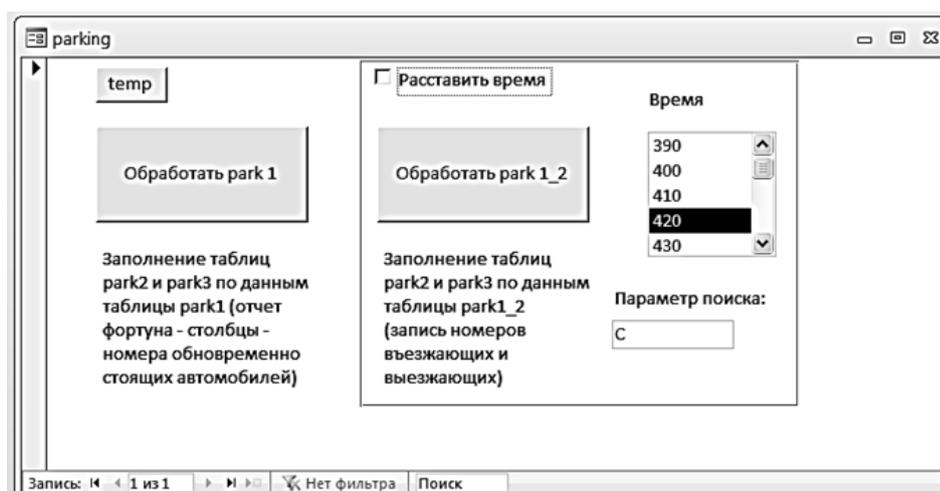


Рисунок 3.5 – Процесс обработки данных в программе «Parkovka»

park3				park2		
Время	Прибыло	Убыло		inn	outt	number
420	0	0		440	450	M290
430	0	0		490	500	T872
440	1	0		510	550	A114
450	0	1		510	520	O330
460	0	0		510	520	B602
470	0	0		520	530	B299
480	0	0		520	540	T017
490	1	0		530	540	Y008
500	0	1		530	680	Y748
510	3	0		530	540	M571
520	2	2		540	550	P719
530	3	1		540	550	T017
540	5	3		540	550	A529
550	2	5		540	550	O486
560	3	1		550	1120	E038
570	2	3		550	560	H455
580	4	1		560	570	P916
590	4	1		560	570	A872
600	3	3		560	570	B851
610	2	3		570	580	A981

Рисунок 3.6 – Результаты после обработки данных в программе «Parkovka»

Тем не менее, для расчета средней продолжительности парковки, обработанных в программе «Parkovka» данных недостаточно. С высокой трудоемкостью сопряжено выявление из общего потока припаркованных автомобилей посетителей объекта, автомобилей, принадлежащих персоналу объекта. В некоторых случаях для персонала организовывается обособленная парковка, въезд/выезд на которую осуществляется по пропускам. Но для небольших объектов (аптеки, магазины, кафе и др.) разделение парковочных мест между персоналом и посетителями отсутствует. Если не принимать во внимание автомобили персонала и использовать в расчёте весь массив данных, средняя продолжительность парковки становится существенно завышенной. Для выявления таких «артефактов» (значений которые резко отличаются от других

значений в рассматриваемой группе) используется критерий выпадения. Согласно критерию выпадения рассчитывается нормированное отклонение, которое помогает определить артефакты формула, исследования [4, 5, 53].

Проверка гипотезы о принадлежности крайних значений к данной выборке осуществляется на основе критерия выпадения по формуле (3.1):

$$T = \left| \frac{x_{cp} - x_k}{\sigma} \right| \geq T_m, \quad (3.1)$$

где  $T$  – экспериментальное значение критерия выпадения;  $T_m$  – критическое значение критерия выпадения (см. приложение, табл. II);  $x_{cp}$  – среднее арифметическое значение выборки с учетом крайних значений (рассчитывается по формуле 3.2);  $x_k$  – крайнее значение;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение (рассчитывается по формуле 3.3).

$$x_{cp} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x_n}{n}, \quad (3.2)$$

где  $x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$  – варианты выборки;  $\sum x_n$  – сумма всех вариантов в пределах от первой до  $n$ -й величины.

$$\sigma = \sqrt{\frac{D}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}}, \quad (3.3)$$

Здесь  $D = \sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2 = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$  – дисперсия эксперимента;  $n$  – объем выборки.

Для снижения трудоемкости расчётов выявления артефактов проводилось с помощью инструмента созданного в среде Microsoft Excel (рис. 3.7). После исключения артефактов точность расчетов повышается.

Во вкладке «Транспорт» так же имеется возможность автоматического построения диаграммы процентного распределения посетителей, прибывающих к объекту на ИТ и без ИТ.

Данные по вошедшим и вышедшим посетителям в/из исследуемого объекта вносятся во вкладку «Пешеходы». В данной вкладке строится распределение входящих и выходящих посетителей объекта по времени суток.

B9		fx		10											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
					Экспериментальное значение должно быть меньше теоретического по модулю										
		m			n	Tst	n	Tst	n	Tst					
3	Среднее		319,0		3...4	2,1	35-46	2,7	175-349	3,3					
4	Объем выборки		100,0		5...9	2,1	47-66	2,8	350-599	3,4					
5	Среднее квадратичное		288,6		10...15	2,3	67-84	2,9	>600	3,5					
6	Крайнее		930,0	10	16-20	2,4	85-104	3							
7	Эксперим. Знач				21-28	2,5	105-124	3,1							
8	Теоретич. Значение		2,9		29-34	2,6	125-174	3,2							
9			10												
10			520												
11			210												
12			80												
13			140												
14			30												
15			10												
16			20												
17			210												
18			10												

Рисунок 3.7 – Выявление артефактов продолжительности парковки

Во вкладке «КСН» рассчитываются коэффициенты суточной неравномерности по прибывающим и убывающим транспортным средствам, одновременно с этим, вычисляется максимальный, средний и минимальный показатель для каждого часа, а так же за весь период исследования. По расчетным данным строится графическая зависимость КСН от времени суток.

На вкладке «Интенсивность» можно рассчитать интенсивность прибывающих и убывающих посетителей на ИТ и ОТ, а также выявить максимальную загрузку объекта посетителями по часам суток с приведением графических зависимостей.

Во вкладке «Выводы» рассчитывается суточная генерация передвижений в зависимости от площади и этажности объекта. Генерация показывается в двух взаимно обратных зависимостях чел/м<sup>2</sup> и м<sup>2</sup>/чел.

Используемое приложение удобно тем, что позволяет отобразить характер изменения генерации передвижений к объекту в течение суток, что демонстрируют графики и диаграммы.

После обработки в приложении «Шаблон генерации» расчетные значения переносятся в базу данных (рис. 3.8), которая включает перечень исследованных ЦТКБН. В базе фиксируется полная структура объекта, начиная с таких показателей как день, месяц и год проведения натурного обследования объекта и

заканчивая его основными количественными характеристиками и факторами позиционирования объекта внутри городской территории.

№	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И	Ж	К	Л	М	Н	О	Р	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	Код укрупненной группы	Код типа объекта	Наименование типа использования территории	Название объекта	Тип корреспонденции	Время замера	День недели	Месяц года	год	Число корреспонденций, корр/сутки	Число корреспонденций, корр/час	Площадь объекта, м2	Средняя продолжительность парковки, мин, мм	Средняя продолжительность парковочных выписок	Доля работы ков / выбросов в	Удаленность от магистральной улицы	Расстояние объекта от центра города, м	Доля ИТ	Доля ИТ средняя	Уд. генерация корр., чел/м2	Численность города, тыс. чел.	КСН, по прибытию	КСМ, по прибытию	КСН, по убытию
480	2	220	жы, кафе	Харатс па	кб	11:00	2	9	2011	108	15	200				50	3170	0,560	0,560	0,54	600000	0,1388889	0,1388889	0,112245
494	3	328	стационарные	Красный	кб	11:00	6	3	2013	125	12	10000	248		1	3005	5860	0,500	0,777	0,012464	600000	0,0984683	0,2253829	0,01858
509	3	39	Поликлини	Поликлини	кб	11:00	2	9	2013	2089	117	2619	32	236	0,06	50	6560	0,857	0,281	0,797633	600000	0,0559809	0,1904306	0,06667
521	3	39	Поликлини	Поликлини	кб	11:00	2	7	2014	943	138	2500	13	170	0,34	50	4790	0,231	0,361	0,3772	600000	0,1463415	0,1611877	0,17037
533	3	39	Поликлини	Поликлини	кб	11:00	2	6	2014	826	46	2500	41	1	50	4790	0,437	0,366	0,330279	600000	0,0560077	0,1900431	0,086667	
545	3	39	Поликлини	Поликлини	кб	11:00	1	6	2014	877	108	2500	16	297	0,18	50	4790	0,170	0,361	0,3508	600000	0,1230068	0,142369	0,117519
555	4	41	прим. плат	Сбербанк	кб	11:00	2	11	2012	627	79	150	11		1	50	6260	0,349	0,322	4,18	600000	0,1259968	0,1562998	0,127832
565	4	41	прим. плат	Сбербанк	кб	11:00	2	4	2012	643	65	665	44	328	0,1	50	849	0,021	0,142	0,966917	600000	0,1010886	0,1135303	0,094427
579	4	41	прим. плат	Сбербанк	кб	11:00	2	6	2011	784	65	400				50	3150	0,429	0,393	1,96	600000	0,0829082	0,125	0,083676
593	4	44	Нотариус	Нотариус	кб	11:00	2	10	2013	79	13	60	18	73	0,1	50	6650	0,615	0,658	1,316667	600000	0,164557	0,2025316	0,225
603	4	47	исч. проч	Русский д	кб	11:00	2	9	2011	57	5	130				100	3180	0,460	0,404	0,438462	600000	0,0943396	0,2075472	0,122807
614	4	47	иди (мест)	Иркутскгр	т	11:00	2	10	2012	1207	95	9665	12	216	0,45	50	849	0,160	0,100	0,124884	600000	0,0787075	0,1176471	0,089638
627	4	47	иди (мест)	Промстр	т	11:00	3	10	2012	1015	126	9550	151		1	50	755	0,179	0,379	0,106283	600000	0,1241197	0,1857394	0,136257
637	2	23	Мебель	Мебель_д	кб	11:00	6	6	2012	1368	163	8550	29	246	0,13	50	2810	0,241	0,518	0,160023	600000	0,1194465	0,1449381	0,123268
646	2	23	Мебель	Мебель_д	кб	11:00	4	6	2012	736	102	8550	33	235	0,1	50	2810	0,830		0,086131	600000	0,1380244		0,091655
655	2	23	Одежда	Маруся	кб	11:00	2	6	2011	55	1	100				50	3220	0,054	0,054	0,55	600000	0,0181818	0,2545455	0,018182
665	2	26	пеленые тор	Город ма	кб	11:00	4	6	2012	4376	393	6150	18	230	0,24	50	1850	0,828	0,800	0,711545	600000	0,089808	0,1471664	0,080245
676	2	211	Аптеки	Авиценна	кб	11:00	4	6	2012	463	29	150	10	165	0,125	50	4820	0,862	0,530	3,086667	600000	0,062635	0,1036717	0,089638
691	2	211	Аптеки	Авиценна	кб	11:00	2	9	2011	308	32	150				50	3220			2,05	600000	0,1037736	0,1415094	0,079208
705	2	211	Аптеки	Фармакон	кб	11:00	2	10	2013	377	23	60	11		1	50	6800	0,333	0,123	6,283333	600000	0,0609756	0,2682927	0,034884
720	2	22	итовые ма	Слата_Ир	кб	11:00	2	6	2011	2300	76	596				50	3250	0,276	0,208	3,85906	600000	0,0329147	0,1156345	0,026441
733	2	22	итовые ма	СМ_Цеза	кб	11:00	6	10	2011	2033	82	1154	16	192	0,1	700	7750	0,834	0,406	1,761698	600000	0,0403345	0,1372356	0,043807
747	2	22	итовые ма	СМ_Цеза	кб	11:00	4	10	2011	1849	90	1154	15	184	0,116	700	7750	0,073	0,339	1,602253	600000	0,0485699	0,1316784	0,049296
762	2	22	итовые ма	СМ_Апел	кб	11:00	2	4	2014	1982	132	3500	10	298	0,079	454	900	0,870	0,870	0,566286	250000	0,0665994	0,0882765	0,066599
777	2	22	итовые ма	СМ_Апел	кб	11:00	6	4	2014	2947	235	3500	10	255	0,079	454	900	0,724	0,883	0,842	250000	0,0797421	0,088922	0,080421

Рисунок 3.8 – База данных по ЦТКБН

На основании сформированной базы данных проводится группировка отдельных показателей объектов для различных видов статистической обработки.

### 3.3. Группировка экспериментальных данных для регрессионного анализа

Влияние социально-технических и экономических факторов на объем передвижений к ЦТКБН ещё малоизучен, а имеющиеся зависимости [25,117,125] не учитывают тонкости спроса в полной мере. Сложность заключается в отсутствии зависимостей, например, не достаточно изучены зависимости между передвижениями, тяготеющими к ЦТКБН от его площади и территориального позиционирования. Это связано с рядом причин начиная с того, что влияние может быть косвенным, выражаясь через цепочку факторов, и заканчиваться случайностью характера воздействия. Значение и характер такого показателя как генерация передвижений зависит от множества факторов. Поскольку все факторы учесть практически нереально, ограничимся теми факторами, которые воздействуют на исследуемый показатель в большей мере. Остальные факторы,

не несущие существенного воздействия на показатель, можно не учитывать, поскольку они кардинально на качество связи они не повлияют.

Для установления зависимости между количеством передвижений и независимыми переменными (территориальная удаленность, площадь) проводится регрессионный анализ. Нужно отметить, что регрессионный анализ не отвечает на вопрос, в силу каких причин одна переменная влияет на другую. Решение такой задачи является результатом анализа факторов влияющих на транспортный спрос.

### 3.3.1. Особенности проведения регрессионного анализа

При проведении регрессионного анализа (глава 4) существует два способа выявления взаимосвязей между двумя переменными, например  $X$  (площадь объекта тяготения) и  $Y$  (генерация передвижений). В первом способе обе переменные рассматриваются как равнозначные, т.е. они не дифференцируются на зависимую и независимую переменные. Главным в данном случае стоит вопрос о наличии взаимосвязи и её силе между рассматриваемыми переменными. При исследовании зависимости между такими переменными чаще всего прибегают к корреляционному анализу, основной мерой которого служит коэффициент корреляции. Зависимость может не нести направленного характера, т.е. взаимосвязь может быть установлена, но ни одна из переменных не является доминирующей. Согласно второму способу одна из переменных (например,  $X$ ) является независимой, а другая (соответственно  $Y$ ) – зависимой. В таком случае изменение независимой переменной служит основанием для изменения зависимой переменной. Например, рост числа парковочных мест возле центра тяготения приведет к увеличению потока посетителей на ИТ. И, тем не менее, такая зависимость не будет являться однозначной, поскольку каждому установленному значению независимой переменной может соответствовать множество значений из области зависимых переменных. Поэтому в таком анализе

зависимостей исследователи [32, 79, 80] используют среднее вероятностное значение по данным из области зависимых переменных.

Построение качественного уравнения регрессии, соответствующего его эмпирическим данным и целям исследования, является достаточно трудоемким итерационным процессом, который, как правило, разбивается на три этапа:

- 1) подбор формы уравнения регрессии;
- 2) определение параметров выбранного уравнения;
- 3) анализ качества уравнения и проверка адекватности уравнения опытным данным, требуемая корректировка уравнения.

Выбор формулы связи переменных называется спецификацией уравнения регрессии. В случае парной регрессии выбор формулы обычно осуществляется по графическому изображению реальных статистических данных в виде точек в декартовой системе координат, такое изображение называется корреляционным полем (диаграмма рассеивания, рисунок 3.9.).

Регрессионная зависимость, отображаемая на графике, может иметь следующий вид [130]:

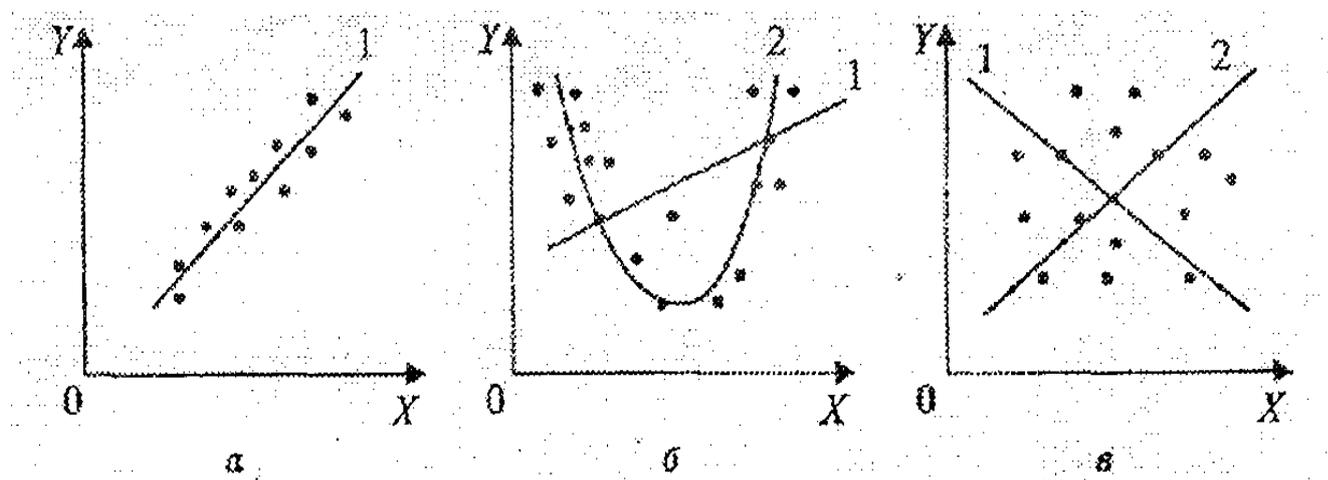


Рисунок 3.9 – Диаграммы рассеивания

На рисунке 3.9. представлены три ситуации. На графике *a* взаимосвязь между *X* и *Y* близка к линейной, прямая *1* с высокой степенью точности соответствует эмпирическим точкам. Поэтому в данном случае в качестве указания зависимости между *X* и *Y* уместно будет выбрать линейную функцию  $Y = b_0 + b_1 \cdot X$ .

На графике *б* реальная взаимосвязь между  $X$  и  $Y$ , вероятно, описывается квадратичной функцией  $Y = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$  (линия 2), и отклонения точек наблюдений от любой проведенной прямой (например, линия 1) будут существенными и неслучайными.

На графике *в* видимая корреляция между  $X$  и  $Y$  отсутствует. Какое бы мы ни выбрали уравнение, адекватно описать данную область оно не сможет. В частности, прямые 1 и 2, проведенные через центр области наблюдений и имеющие противоположный наклон, одинаково плохи для заключения выводов об ожидаемых значениях переменной  $Y$  по значениям переменной  $X$  [32, 37]. В случае множественной регрессии определение подходящего вида зависимости является более сложной задачей. Регрессионный анализ может дать ответ на формальные задачи. Они могут различаться по трудоемкости и применению математических методов, например установление тенденции и факта изменчивости.

Необходимым условием для проведения регрессионного анализа является наличие репрезентативного объема выборки из генеральной совокупности. Объем выборки для конечной генеральной совокупности рассчитывается по формуле 3.4. [38]:

$$n = \frac{t^2 \cdot S^2 \cdot N}{\Delta_x^2 \cdot N + t^2 \cdot S^2}, \quad (3.4)$$

где  $t$  – критическое значение критерия Стьюдента;  $S$  – среднее квадратичное отклонение генеральной совокупности;  $N$  – генеральная совокупность;  $\Delta$  – предельная ошибка, на которую согласен исследователь.

Проведение регрессионного анализа осуществлялось посредством программного продукта «Statistica», Microsoft Exell [2, 5, 7]. Данный программный продукт позволяет быстро и с высокой точностью проводить различные статистические анализы.

### 3.4. Выводы по главе

В третьей главе была отражена методика проведения натурных исследований и обработки полученных данных, требуемых для выполнения работы. Ее основные положения:

1. Приведены понятия основных количественных характеристик объектов исследований.

2. Приведены критерии выбора объекта для натурального исследования.

3. Приведен пример разработки схемы объекта и прилегающей к нему УДС, которая требовала установление требуемой точности площади объекта посредством электронных карт, таких как Google Earth, 2Gis, Google Maps.

4. Обработка данных натурального исследования с целью получения основных характеристик объектов производилась с помощью приложения Microsoft Excel «Шаблон генерации» и программы «Parkovka».

5. Оценка числа генерируемых передвижений выявлялась на основе данных о прибытии и убытии посетителей в зависимости от площади объекта тяготения, его удаленности от магистральной улицы, от центра города и продолжительности паркирования в течение временного интервала, охватывающего весь период функционирования.

6. Приведена последовательность проведения статистического анализа генерации передвижений от независимых факторов.

7. Проведение регрессионного анализа осуществлялось посредством программного продукта «Statistica», Microsoft Exell. Данные программные продукты позволяет быстро и с высокой точностью проводить различные статистические анализы.

## ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Четвертая глава посвящена основным результатам диссертационного исследования. Основываясь на данных, полученных из экспериментальных исследований, автор постарается установить связь между типом ЦТКБН и объемом передвижений, который генерирует данный объект. В то же время, автору необходимо статистически доказать значимость выявленных зависимостей и установить допустимый интервал погрешности для рассматриваемых условий.

### 4.1. Распределение ЦТКБН по транспортным расчётным районам города

Согласно проведенным исследованиям (рис. 4.1.), доля ЦТКБН достигает 18% – практически 1/5 часть. По транспортным расчетным районам города (в Иркутске их насчитывается 90), объекты культурно-бытовой направленности распределяются не равномерно, особенность распределения такова, что при приближении к центральной части города их концентрация возрастает.

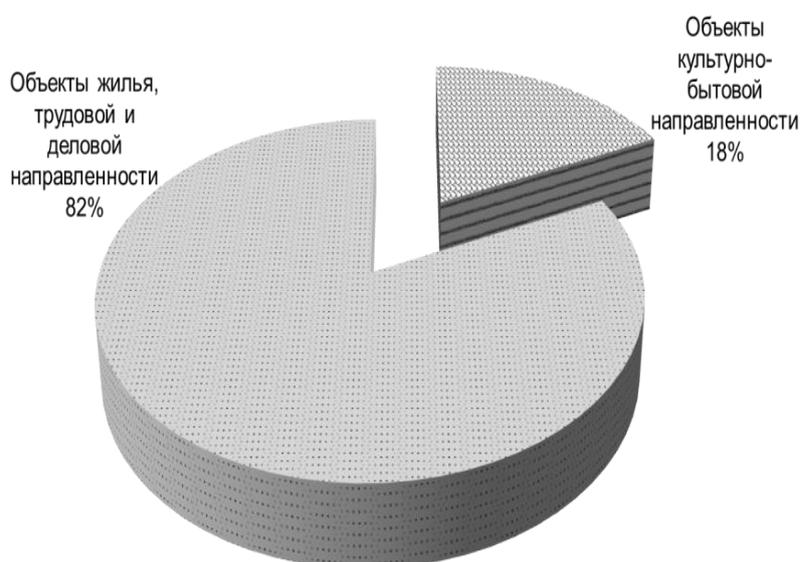


Рисунок 4.1 – Доля ЦТКБН из общего объема объектов тяготения расположенных в пределах городской территории

Для удобства демонстрации доли каждой укрупненной группы объектов тяготения КБН, 90 ТРР города были объединены в 12 крупных ТРР город (рис. 4.2)



Рисунок 4.2 – Разбивка территории Иркутска на укрупненные ТРР

Экспериментальный анализ [63] показал, что в подавляющем большинстве укрупненных ТРР располагаются представители всех шести укрупненных групп ЦТКБН, в разном долевым соотношении. Согласно рисунку 4.3 большая часть территории занимаемой объектами группы «Торговля, общепит, сфера услуг» приходится на 7, 2, 8 и 1 ТРР, соответственно 17, 17, 16 и 12%, на остальные ТРР по отдельности приходится менее 10 % объектов данной группы. Такое положение дел для первого и второго ТРР объясняется высокой концентрацией объектов торговли и общепита в центральной части города, для седьмой и восьмой зоны характерно преобладание объектов торговли и сферы услуг.

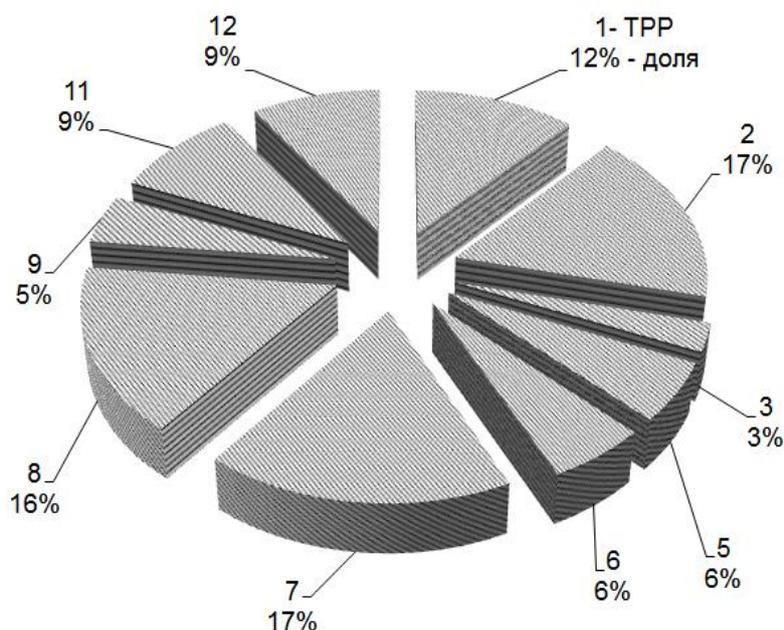


Рисунок 4.3 – Соотношение укрупненных ТРР по площади объектов группы «Торговля, общепит, сфера услуг»

По диаграмме (рис. 4.4) видно, что большая часть территории занимаемой объектами группы «Здравоохранение, спорт, культура, досуг» приходится на 1, 7 и 11 ТРР, соответственно 25, 18 и 15 %. Данный характер разделения подчеркивает концентрацию досуга, культуры и спорта в центральной части города, весомые доли, приходящиеся на седьмой и одиннадцатый ТРР, обусловлены значительными площадями, отведенными под объекты здравоохранения.

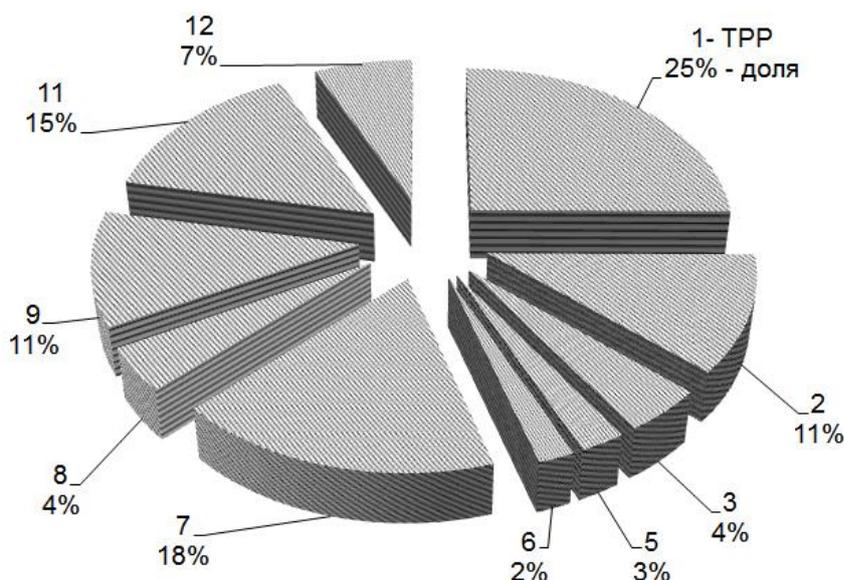


Рисунок 4.4 – Соотношение укрупненных ТРР по площади объектов группы «Здравоохранение, спорт, культура, досуг»

По рисунку 4.5 видно, что большая часть территории занимаемой объектами группы «Офисы» приходится на 1 и 2 ТРР, соответственно 45 и 21%. В данном случае перевес объектов в сторону ТРР охватывающих центральную часть

города обуславливается высокой привлекательностью данных районов для размещения банков, офисов, деловых центров, а также учреждений государственной власти.

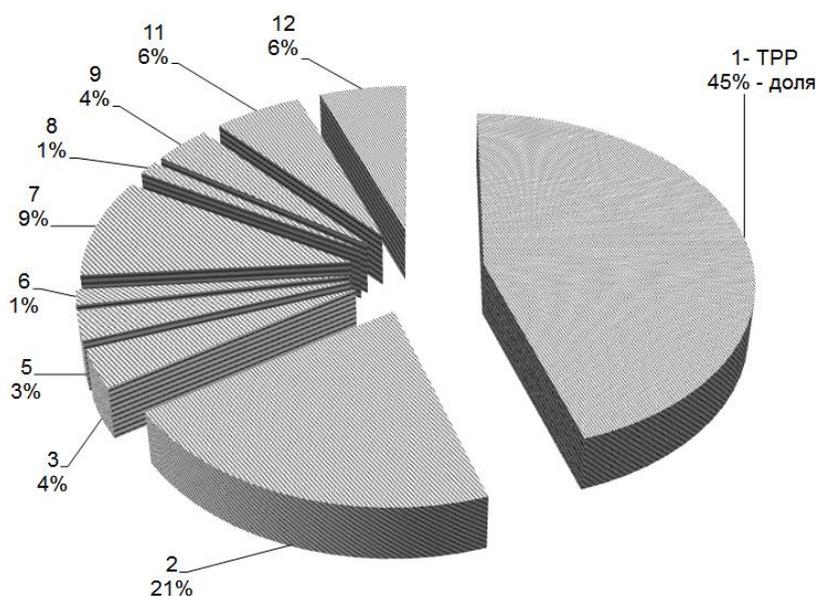


Рисунок 4.5 – Соотношение укрупненных ТРР по площади объектов группы «Офисы»

Превалирование доли объектов подпадающих под группу «Торговля, общепит, сфера услуг» (рисунок 4.6) в целом объясняется характером развития города, как центра торговли, а также, несомненно, ростом уровня автомобилизации и развитием сопутствующим направлениям рынка услуг.

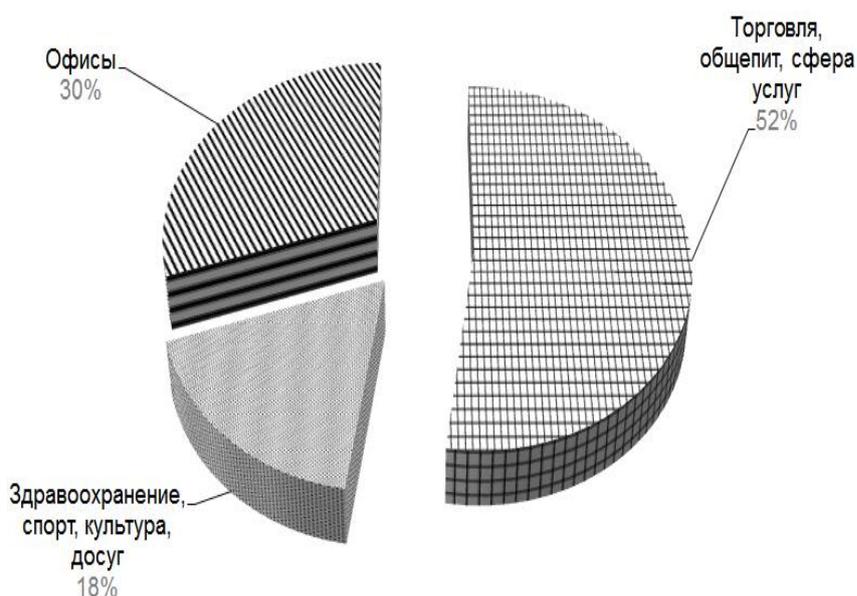


Рисунок 4.6 – Разделение ЦТКБН по площади занимаемой укрупнённым группам на территории города Иркутска

Одним из наиболее важных результатов диссертационного исследования является методика, позволяющая оценить величину объема передвижений к ЦТКБН на стадии их проектирования. Для выявления особенно значимых ЦТКБН была произведена оценка имеющегося массива объектов по показателю генерирующей способности. Результаты оценки приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Оценка объектов по генерирующей способности

Код	Объекты культурно-бытового назначения	Генерирующая способность, пер.м <sup>2</sup> .
22	Продуктовые магазины	404698,26
21	Многофункциональные торговые центры	289649,43
41	Банки, прием платежей	182383,78
211	Аптеки	81793,80
220	Рестораны, кафе, бары	55188
26	Строительные товары	50431,81
416	Почта, телеграф, АТС	47458,20
224	Станция технического обслуживания	43013,76
39	Поликлиники	41590,64
24	Одежда	34564,42
227	Парикмахерская, салон красоты	29093,46
319	Физкультурно-оздоровительные центры	26542,44
38	Больницы, госпитали	12254,87
23	Мебель	7287,13
315	Кинотеатры	4333,25
223	Автомойка	3687,64
213	Салон цветов	2568,72
217	Алкомаркет	2411,13
229	Ритуальные службы	1419,80
222	АЗС	1164,69
44	Нотариусы	707,03
322	Бани/сауны	450,11
231	Религиозные учреждения	438,55

Из таблицы следует, что наибольшая генерирующая способность наблюдается у объектов типа «Продуктовые магазины» и «Многофункциональные торговые центры», несколько меньшая генерирующая способность наблюдается у объектов типа «Почта», по группе типов объектов включая приведенные, уравнения регрессии были получены. Для объектов типов «Аптеки» и «Банки, прием платежей», а также для остальных объектов, при всем множестве проведенных исследований, устойчивую зависимость факторов городской территории выявить не получилось.

Для выявления статистической значимости факторов влияющих на число передвижений, по типам объектов тяготения был проведен регрессионный анализ данных. В регрессионном анализе рассматривалось четыре основных фактора: площадь объекта, расстояние от объекта до магистральной улицы, расстояние от объекта до центра города и продолжительность парковки. Данные регрессионной статистики вносились в установленные формы.

#### 4.2. Оценка регрессионной зависимости по типам объектов

Для наиболее точного прогнозирования передвижений, регрессионный анализ необходимо проводить по типам объектов тяготения (таблицы 4.4. – 4.9.), поскольку у объектов находящихся внутри одного и того же укрепленного кода, наблюдается различный характер функционирования, что отмечается по коэффициентам суточного максимума, среднему наполнению транспортных средств и продолжительности парковки.

##### 4.2.1. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «Кинотеатры»

Первые кинотеатры имели один зрительный зал и обладали небольшой вместимостью 150-200 мест. Современные кинотеатры имеют несколько залов (до 16) общая емкость крупнейших из которых составляет 2000-2500 посетителей. Отдельные кинотеатры в большинстве стран мира, в том числе и в России не строят. Чаще всего проект кинотеатра интегрируют в проект крупного торгового центра или развлекательного комплекса, тем не менее, обособленные кинотеатры всё ещё действуют. Кинотеатры во все времена позиционировались как культурно-развлекательные объекты, обладающие стабильно высоким спросом. Располагались такие объекты в центральной части города, в крупных городах разбитых на районы, кинотеатры располагались в общественных центрах районов. Согласно источнику [86, 87] кинотеатры имеют внеуличную парковку, для

посетителей, прибывающих на ИТ. Стандартный режим работы кинотеатра находится в периоде с 10:00 до 01:00. Выявленная экспериментально[9, 14] особенность тяготения к нему такова, что основной пик посетителей приходится на вечерние часы с 17:00 до 21:00 (рис. 4.7), причем, чем позднее назначен сеанс, тем доля посетителей на ИТ начинает увеличиваться в ущерб доле посетителей на без ИТ. Такое распределение в большей мере обуславливает режим работы ОТ в вечерние часы, а так же социальной категорией населения прибывающей к

кинотеатру в заданные часы (несамодеятельное население прибывает до 17:00,

самодеятельное с 17:00).

На транспортный спрос к кинотеатрам, как к ЦТКБН структурной группы «Здравоохранение, спорт, культура, досуг» предполагалось влияние следующих факторов:

Удаленность объекта от центра города. Согласно полученным распределениям (рис. 4.8) прослеживается однозначная зависимость, заключающаяся в том, что максимум корреспонденций генерируют к себе кинотеатры, расположенные в городском конгломерате, т.е. территории в меньшей мере отдаленной от центра города и в большей мере от периферии. Низкий уровень спроса населения к кинотеатрам расположенным в центральной части города обуславливается

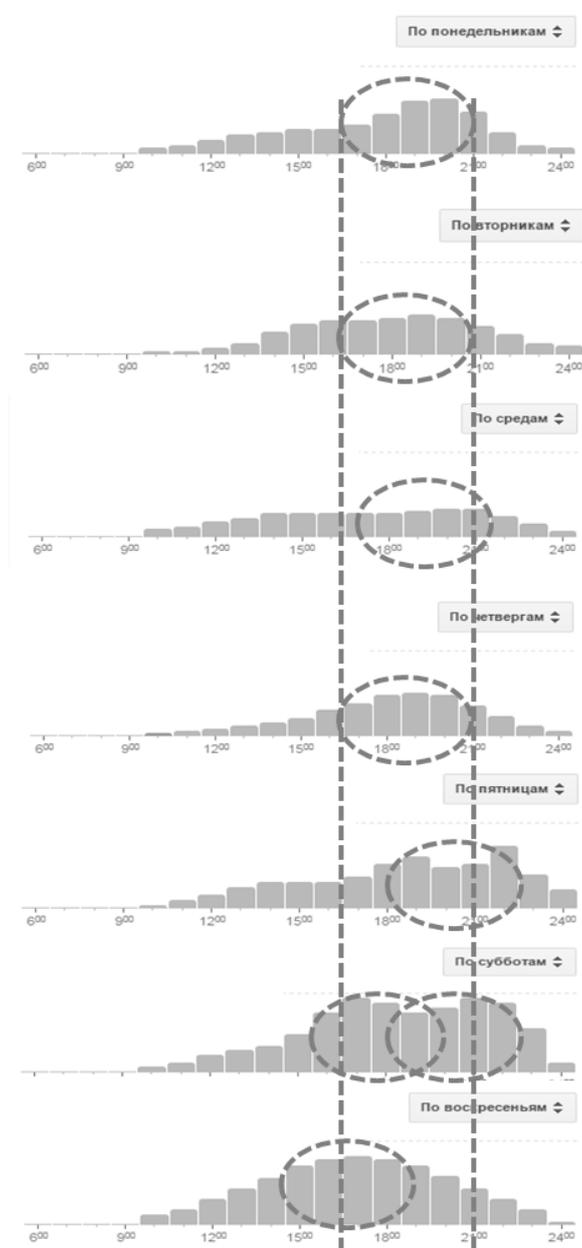


Рисунок 4.7 – Суточное тяготение посетителей к типичному кинотеатру

кинотеатрам расположенным в центральной части города обуславливается

значительными временными и финансовыми затратами, такие как потери времени на выбор парковочного места, высокие тарифы парковки в центральной части города и т.п. В связи с таким положением дел, посещение кинотеатров в городском конгломерате становится более удобным.

Площадь объекта тяготения. Полученная экспоненциальная зависимость (рис. 4.8) по данному фактору показывает, что до определенного момента влияние площади на число корреспонденций существенное (до 4000 – 4500 квадратных метров) после преодоления указанной площади, зависимость становится менее значимой (затухает).

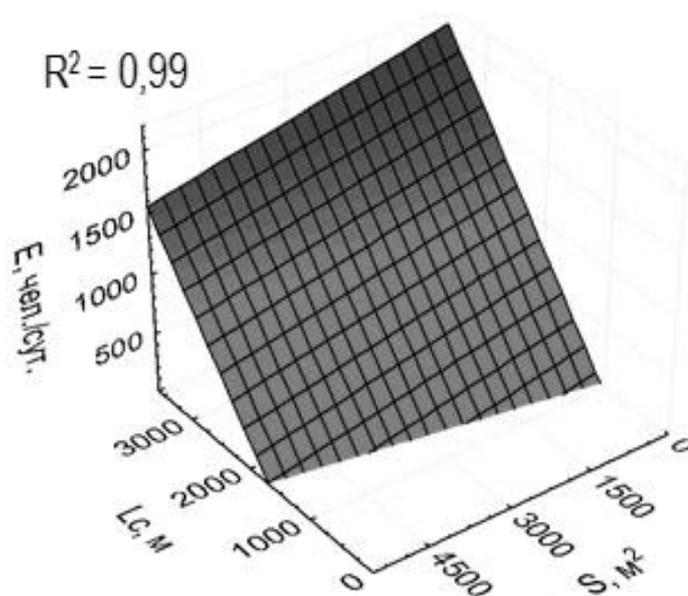


Рисунок 4.8 – Зависимость числа корреспонденций от: расстояния объекта до центра тяготения и площади объекта.

Территориальная позиция и транспортная инфраструктура напрямую влияют на спрос населения к кинотеатру. Отдельно следует отметить кинотеатры, располагаемые в жилых районах, в данном случае, значимым фактором будет являться радиус шаговой доступности объекта, составляющий 15-20 минут. В зависимости от расположения кинотеатра вариационный размах доли посетителей прибывающих на ИТ может лежать в пределах от 0,16 до 0,76.

Таблица 4.4 – Оценка данных по объектам «Кинотеатры»

Регрессионная статистика	
Коэффициент корреляции R	0,999617
R-квадрат	0,999234
Нормированный R-квадрат	0,996936

## Продолжение таблицы 4.4

Стандартная ошибка		36,06245			
Наблюдения		5			
Дисперсионный анализ					
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F		
			$F_{расч}$	$F_{95\%;2,2}$	
Регрессия	3	565459,6	434,8017	19	
Остаток	1	1300,5			
Итого	4	-			
t - статистика					
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;1}$	нижний	верхний
Y	646,9141084	6,576519748	12,7	-602,9602056	1896,788422
(X <sub>1</sub> ) Площадь объекта, м <sup>2</sup>	3,319015853	17,86027676		0,957792927	5,68023878
(X <sub>2</sub> ) Удаленность от магистральной улицы, м	-48,08786018	-18,48662684		-81,13954678	-15,0361735
(X <sub>3</sub> ) Расстояние объекта от центра города, м	-3,365546836	-14,67796692		-6,278983511	-0,45211016
Матрица корреляции					
	Y <sub>6</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
Y <sub>6</sub>					
X <sub>1</sub>		1			
X <sub>2</sub>		0,169292	1		
X <sub>3</sub>		-0,04047	0,548513	1	
$Y=3,32X_1-48,09X_2-3,36X_3$					

Из таблицы 4.4 видно, что коэффициент корреляции (R) и (R<sup>2</sup>) имеют высокие значения, следовательно, корреляция между определяющими факторами и числом передвижений очень высокая. Все коэффициенты регрессии, из которых было сформировано уравнение, прошли проверку на критерий Стьюдента.

## 4.2.2. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «ФОКи»

В каждом крупном городе функционируют, по меньшей мере, 3-4 крупных физкультурно-оздоровительных комплекса, а также десятки средних и мелких

залов [77]. Минимальная площадь спортивного зала составляет 100-150 м<sup>2</sup>, площадь физкультурно-оздоровительного комплекса рассчитанного на массовое посещение может достигать до 5000 м<sup>2</sup> и более. ФОКи, являясь объектами высокой конкуренции, рассредоточиваются по районам города равномерно. В последнее время в крупных городах наблюдается тенденция размещения спортивного зала на территории торгово-развлекательных центров. Как правило, физкультурно-оздоровительные центры работают семь дней в неделю, режим работы с 8:00 до 22:00. Чаще всего комплексы имеют собственные внеуличные парковки.

На спрос к физкультурно-оздоровительным комплексам, предполагается влияние следующих факторов:

Площадь объекта тяготения. Зависимость числа корреспонденций от площади объекта показывает (рис. 4.9), что с увеличением площади объекта число корреспонденций к нему растет, но достигает своего максимума при определенной (оптимальной) площади составляющей 2500-3000 квадратных метров, свыше которой физкультурно – оздоровительные комплексы начинают генерировать меньшее число корреспонденций. Такую зависимость можно объяснить нежеланием населения посещать слишком маленькие комплексы ввиду, возможно, небольшого числа предоставляемых возможностей (ограниченное пространство, мало тренажеров, отсутствие бассейна и т.д.). Низкий спрос на посещение комплексов площадью свыше 4000 м<sup>2</sup>, объясняется размещением крупных физкультурно-оздоровительных комплексов, на периферии города, но при этом не в спальных районах. В таких случаях, ввиду отсутствия шаговой доступности, основная доля посетителей будет прибывать на ИТ.

Удаленность от магистральной улицы. Согласно полученным распределениям по данному фактору (рис. 4.9) зависимость числа корреспонденций к объекту от расстояния до магистральной улицы существует от 50 до 645 м, свыше этого расстояния спрос к объекту падает.

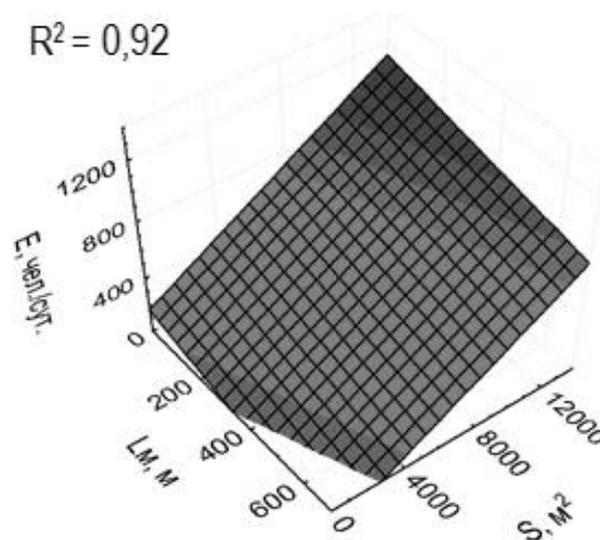


Рисунок 4.9 – Зависимость числа корреспонденций к объекту от расстояния до магистральной улицы и от площади объекта

В среднем доля посетителей прибывающих к физкультурно-оздоровительным комплексам на ИТ и без ИТ лежит в равных пропорциях.

Были исследованы шестнадцать объектов подпадающих под тип «ФОКи», результаты регрессионного анализа которых были представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Оценка данных по объектам «ФОКи»

Регрессионная статистика					
Коэффициент корреляции R		0,924864			
R-квадрат		0,855373			
Нормированный R-квадрат		0,823234			
Стандартная ошибка		104,1602			
Наблюдения		16			
Дисперсионный анализ					
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F		
			$F_{расч}$	$F_{95\%;1,14}$	
Регрессия	2	288750,1604	26,61454	4,6	
Остаток	9	10849,3397			
Итого	11	-			
t - статистика					
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;13}$	нижний	верхний
Y	164,0391	1,4002097	2,16	54,90402	273,1743
(X <sub>1</sub> ) Площадь объекта, м <sup>2</sup>	0,068259	6,874893547		0,045798	0,090719
(X <sub>2</sub> ) Расстояние от объекта до магистральной улицы, м	-0,49361	-3,41915323		-0,82019	-0,16703

## Продолжение таблицы 4.5

Матрица корреляции				
	Y <sub>6</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	
Y <sub>6</sub>	1			
X <sub>1</sub>	0,332456	1		
X <sub>2</sub>	-0,13742	-0,24351	1	
$Y=0,07X_1-0,49X_2$				

Из таблицы 4.5. следует, что коэффициент корреляции (R) и (R<sup>2</sup>) имеют высокие значения, следовательно, корреляция между определяющим фактором и числом передвижений высокая. В данном случае фактором, значимо влияющим на число передвижений, являются фактор. Фактор выдержал проверки на критерий Стьюдента, уравнение значимо по критерию Фишера-Снедекора.

## 4.2.3. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «Почта, телеграф»

Почтовые отделения закреплены за почтовыми зонами на которые делится вся территория городов, согласно установленным нормативам радиус обслуживания почтового отделения не более 500 м. [30, 31]

С развитием новых технологий позволяющих значительно повысить эффективность передачи данных (электронная почта, телебанк и др.) спрос на некоторые услуги почты значительно снизился, но эти же технологии дали толчок к развитию других услуг предоставляемых почтой. С увеличением покупок совершаемых населением в интернет-магазинах, число посетителей прибывающих к почтовым отделениям на ИТ возрастает, что порождает обоснованную в настоящее время потребность в парковочных местах. На спрос, к объектам почтовой связи, предполагается влияние следующих факторов:

Удаленность от магистральной улицы. Согласно полученному распределению по данному фактору (рисунок 4.10.) существует такое расстояние расположения почтового отделения от магистральной улицы (до 200 м), при котором данный объект генерирует большее число корреспонденций, чем на отдаленном расстоянии.

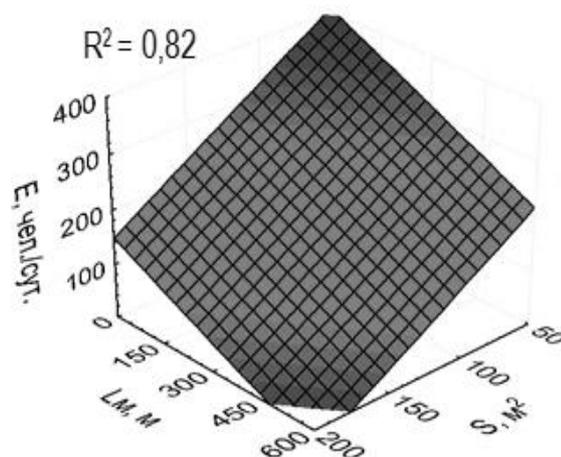


Рисунок 4.10 – Зависимость числа корреспонденций к объекту от удаленности магистральной улицы и от площади объекта

Закономерность объясняется характером побочных передвижений населения, которые определяются удаленностью объекта от магистральной улицы. Поскольку почта предоставляет ряд функций населению, вне зависимости от прикрепленности к почтовому отделению (отправить письмо, оплатить коммунальные услуги и т.п.), к почтовым отделениям находящимся вблизи магистральных улиц спрос значительно больший.

Регрессионный анализ проводился по пятнадцати почтовым отделениям города Иркутска, расположенным в различных районах города, результаты регрессионного анализа представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6. – Оценка данных по объектам «Почта, телеграф»

Регрессионная статистика					
Коэффициент корреляции R		0,909480099			
R-квадрат		0,827154051			
Нормированный R-квадрат		0,769538734			
Стандартная ошибка		35,24938455			
Наблюдения		15			
Дисперсионный анализ					
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F		
			$F_{расч}$	$F_{95\%;1,13}$	
Регрессия	2	17838,22044	14,35649583	4,67	
Остаток	6	1242,519111			
Итого	8	-			
t - статистика					
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;12}$	нижний	верхний
Y	493,8672526	6,186500357	2,18	298,5307031	689,2038021

Продолжение таблицы 4.6

(X <sub>1</sub> ) Площадь объекта, м <sup>2</sup>	-1,729232052	-2,934638945		-3,171071569	-0,28739253
(X <sub>2</sub> ) Удаленность от магистральной улицы, м	-0,316044972	-3,47176158		-0,538794768	-0,09329517
Матрица корреляции					
	Y <sub>6</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>		
Y <sub>6</sub>	1				
X <sub>1</sub>	-0,29277	1			
X <sub>2</sub>	-0,36096	0,282496	1		
Y=493,87-1,73X <sub>1</sub> -0,31X <sub>2</sub>					

Из анализа видно, что коэффициент корреляции (R) и (R<sup>2</sup>) имеют высокие значения, следовательно, корреляция между определяющими факторами и числом передвижений очень высокая. Влияние на число передвижений к почтовым отделениям оказывают площадь и удаленность от магистральной улицы, это связано в большей мере с возможностью оплаты коммунальных услуг в почтовых отделениях. Фактор удаленности от центра города не значим, так как почтовые отделения имеют фиксированный радиус обслуживания. Уравнение значимо по критерию Фишера-Снедекора, коэффициенты регрессии удовлетворяют критерию Стьюдента. Одновременно с полученным уравнением, в основе которого лежат факторы площади объекта и его удаленности от магистральной улицы возможен расчет транспортного спроса по другим факторам (табл. 4.6 а).

Таблица 4.6 а – Оценка данных по объектам «Почта» 2

Регрессионная статистика				
Коэффициент корреляции R		0,972314		
R-квадрат		0,945394		
Нормированный R-квадрат		0,935155		
Стандартная ошибка		0,185639		
Наблюдения		20		
Дисперсионный анализ				
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F	
			F <sub>расч</sub>	F <sub>95%;19</sub>
Регрессия	3	3,182063731	92,33	2,57
Остаток	16	0,034461814		
Итого	19	-		
t - статистика				
	Коэффициенты регрессии	t - статистика	95% -й доверительный предел	

Продолжение таблицы 4.6а

		$t_{\text{расчет}}$	$t_{95\%;16}$	нижний	верхний
Y-пересечение	-0,84383	-5,397852623	2,12	-1,175233594	0,512433874
(X <sub>1</sub> )Площадь парковки/ м <sub>2</sub>	0,001983	3,181663072		0,000661585	0,003303428
(X <sub>2</sub> )Пешеходная доступность остановочного пункта, мин	0,243592	3,414321317		0,092349138	0,394835237
(X <sub>3</sub> )Среднее время передвижения, мин	0,041704	7,096617402		0,029246065	0,054161667
$Y = -0,84 + 0,002X_1 + 0,24X_2 + 0,04X_3$					

В данном случае результирующей переменной является удельная генерация передвижений, на которую значимо влияют такие факторы, как площадь парковки, пешеходная доступность остановочного пункта, среднее время передвижения. Значимость факторов подтверждается критерием Стьюдента, значимость уравнения в целом обуславливается высоким показателем критерия Фишера-Снедекора.

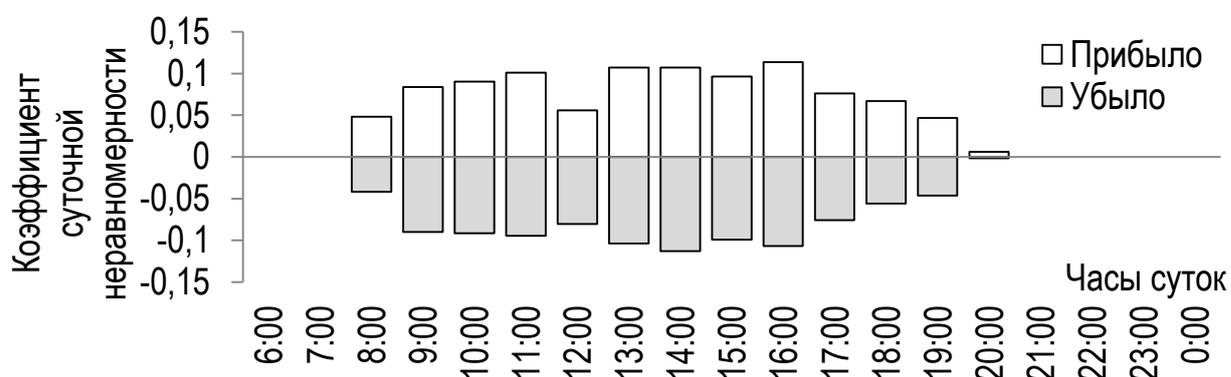
#### 4.2.4. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «Банки, терминалы оплаты»

Банковские помещения могут занимать площадь от 150 до 1200 квадратных метров, без учета отдельно стоящих вспомогательных зданий и инженерных сооружений. Согласно нормам проектирования банковских зданий, число мест для автомобилей клиентов рекомендуется принимать из расчета 5 мест на операционную кассу, число мест для автомобилей сотрудников рассчитывается из условия 20 мест на 100 служащих.

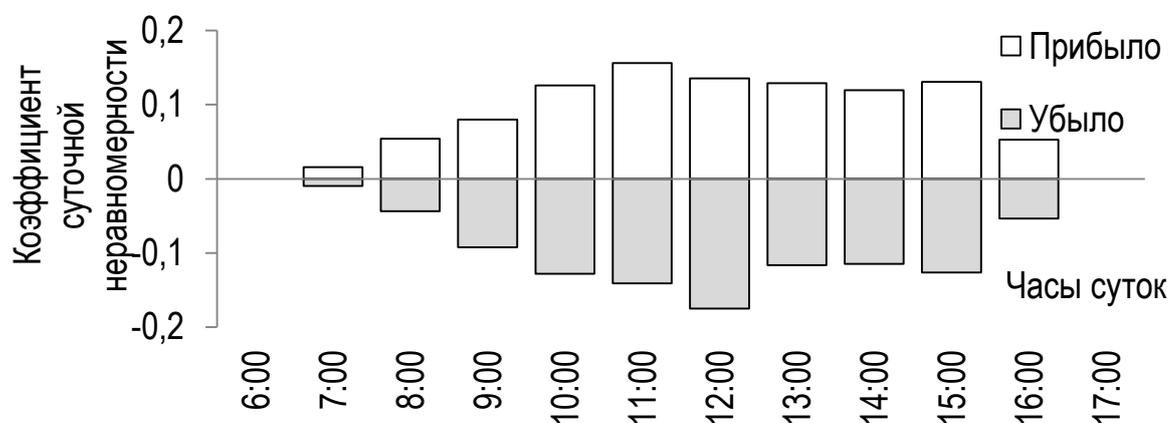
Банковские офисы являются объектами повышенного спроса, среди прочих объектов группы «Офисы». Режим работы типичного банковского офиса с 09:00 до 20:00 шесть дней в неделю с выходным днем в воскресенье.

Для примера функционирования объектов «Банки, приемы платежей» были использованы отделения Сбербанка расположенные в центральной части и в

микрорайоне города Иркутска. Общая площадь территории, занимаемой Сбербанком в центральной части города составляет 665 м<sup>2</sup>, площадь отделения расположенного в микрорайоне составляет 150 м<sup>2</sup>. Суточная генерация посетителей банка расположенного в центре 643 человека, с ярко выраженным пиком, приходящимся на вторую половину дня с 14:00 до 16:00 (рис. 4.11., а). Суточная генерация посетителей банка расположенного в микрорайоне составляет 627 человек, с выраженным пиком в обеденный период с 11:00 до 12:00 (рис. 4.11., б).



а)



б)

Рисунок 4.11– Коэффициенты суточной неравномерности для объектов «Банки, прием платежей»: а) в центре города; б) в микрорайоне

Особенность распределения посетителей к данному типу объектов тяготения заключается в значительно большей доле посетителей прибывающих без ИТ к банку расположенному в центральной части города, чем к банку в микрорайоне (рис. 4.12).

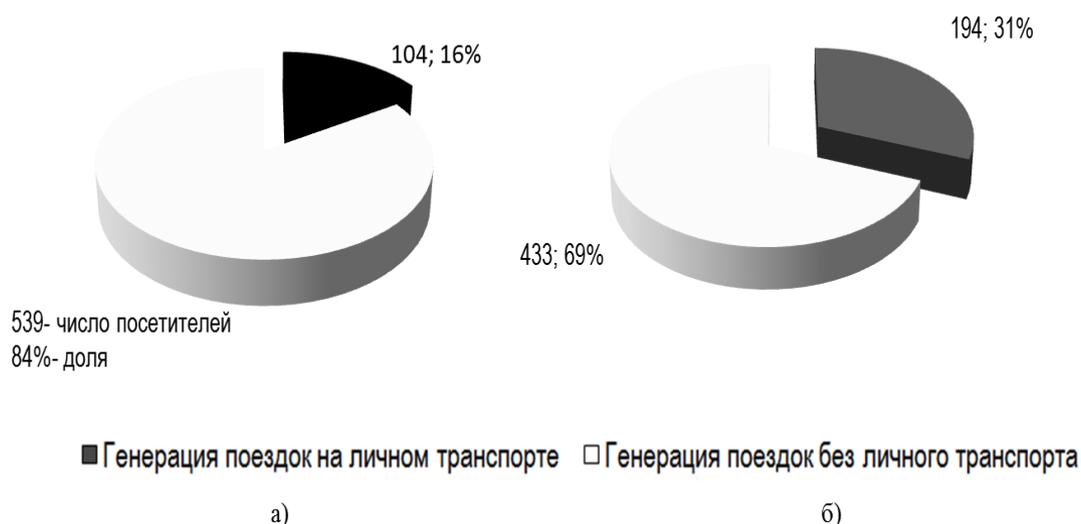


Рисунок 4.12 – Распределение посетителей объектов «Банки, прием платежей» на ИТ и без ИТ: а) в центральной части города; б) в микрорайоне

Среднее наполнение ИТ для банка располагаемого в центральной части города составляет 1,3 человека, в микрорайоне – 1,5 человека.

Регрессионный анализ проводился по пяти банкам и терминалам оплаты города Иркутска, расположенным в различных районах города, результаты регрессионного анализа представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Оценка данных по объектам «Банки, терминалы оплаты»

Регрессионная статистика					
Коэффициент корреляции R		0,978976			
R-квадрат		0,958394			
Нормированный R-квадрат		0,833577			
Стандартная ошибка		88,53302			
Наблюдения		5			
Дисперсионный анализ					
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F		
			$F_{расч}$	$F_{95\%;2}$	
Регрессия	3	60183,90148	7,678383	19	
Остаток	1	7838,095561			
Итого	4	-			
t - статистика					
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;1}$	нижний	верхний
Y	1707,369	4,98415975	12,71	-2645,26	6059,995
(X <sub>1</sub> ) Площадь объекта, м <sup>2</sup>	-0,89623	-1,870385538		-6,98465	5,19219
(X <sub>2</sub> ) Удаленность от магистральной улицы, м	-7,17722	-3,561638447		-32,7821	18,42762

## Продолжение таблицы 4.7

(X <sub>3</sub> ) Расстояние объекта от центра города, м	-0,08691	-2,593442741		-0,51271	0,338892
Матрица корреляции					
	Y <sub>6</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
Y <sub>6</sub>					
X <sub>1</sub>		1			
X <sub>2</sub>		-0,17306	1		
X <sub>3</sub>		-0,27728	0,185624	1	

По полученным данным видно, что, не смотря на высокое значение коэффициента множественной детерминации зависимость не значима по критерию Фишера-Снедекора, а коэффициенты регрессии не выдерживают критерия Стьюдента.

#### 4.2.5. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «Продуктовые магазины»

Продуктовые магазины являются наиболее распространёнными объектами розничной торговли в населенных пунктах. Продуктовые магазины разделяются по основным типам торговых точек:

- киоск;
- небольшой магазин, (павильон);
- магазин среднего размера с самообслуживанием (минимаркет);
- крупная продуктовая точка (супермаркет).

Для каждого типа торговой точки существует своя зона предпочтения, то есть тот район города, в котором располагается преимущественно определенный тип торговой точки. Например, небольшие магазины и минимаркеты открывают в первых этажах жилых домов, либо на территории крупных жилых комплексов, т.е. в тех случаях, когда обеспечивается шаговая доступность. Супермаркеты располагают в людных местах с высокой проходимостью, как в центральном, так

и в спальных районах города. В последнее время участились случаи открытия супермаркетов на выезде из города. Продуктовые киоски не выдерживая конкуренции, исчезают с территории города, и в настоящее время в крупных, крупнейших городах и в большинстве населенных пунктах отсутствуют. Режим функционирования киосков, средних и небольших магазинов, чаще всего ежедневный, с 08:00 до 23:00, в то время как супермаркеты, не редко, работают круглосуточно [41].

На спрос к объектам типа «Продуктовые магазины» предполагается влияние следующих факторов:

Удаленность объекта от центра города. Из полученной зависимости (рис. 4.13) видно, что при определенном отдалении от центра (2000 м) число корреспонденций к данному типу объектов тяготения начинает снижаться. Тем не менее, после преодоления расстояния 5000 м от центра города число корреспонденций вновь возрастает. Такую закономерность можно объяснить привязанностью данного типа объектов к жилой застройке. Центральная часть города характеризуется низкой плотностью жилой застройки относительно спальных районов.

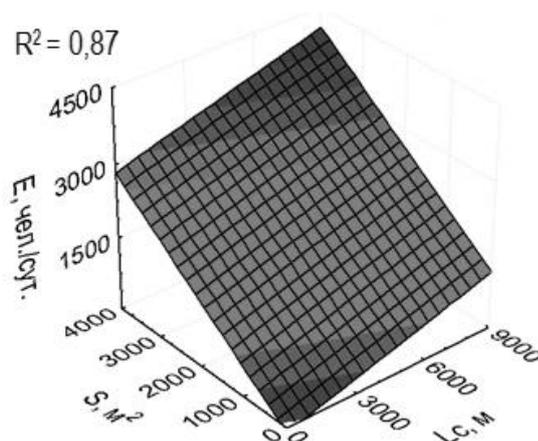


Рисунок 4.13 – Зависимость числа корреспонденций к объекту: от расстояния до центра города и площади объекта

Площадь объекта тяготения. Зависимость числа корреспонденций от площади показывает, что число корреспонденций пропорционально площади продуктового магазина, что объясняется большим ассортиментом (рис. 4.13).

Свыше определенной площади (3000 – 3500 м<sup>2</sup>) число корреспонденций снижается, это явление отчасти объясняется удалённостью продуктовых магазинов такой площади от жилой застройки, вследствие этого снижением шаговой доступности.

Регрессионный анализ проводился по тринадцати продуктовым магазинам городов Иркутска, Ангарска, Красноярска и Черемхово расположенным в различных районах города, результаты регрессионного анализа представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Оценка данных по объектам «Продуктовые магазины»

Регрессионная статистика код Продуктовые магазины					
Коэффициент корреляции R			0,871326773		
R-квадрат			0,759210346		
Нормированный R-квадрат			0,722165783		
Стандартная ошибка			322,970712		
Наблюдения			16		
Дисперсионный анализ					
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F		
			$F_{расч}$	$F_{95\%;14}$	
Регрессия	2	2137784,544	20,49452	4,60	
Остаток	13	104310,0808			
Итого	15	-			
t - статистика					
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;13}$	нижний	верхний
Y	87,8707424	0,404948408	2,16	-380,913	556,6544
(X <sub>1</sub> ) Площадь объекта, м <sup>2</sup>	1,232155792	4,484956069		0,638636	1,825676
(X <sub>2</sub> ) Расстояние объекта от центра города, м	0,011359414	2,907436514		-0,10746	0,130179
Матрица корреляции					
	Y <sub>б</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>		
Y <sub>б</sub>	1				
X <sub>1</sub>	0,042773	1			
X <sub>2</sub>	0,344118	-0,38673	1		
$Y=1,23 X_1+0,01 X_2$					

По данным таблицы 4.8 видно, что наибольшее влияние на число передвижений к продуктовым магазинам оказывает занимаемая ими площадь, значимость этого фактора объясняется прямой пропорциональностью

предоставляемого ассортимента магазина от его площади. Уравнение регрессии для продуктовых магазинов можно считать приемлемым для большинства объектов рассматриваемого типа. Коэффициенты регрессии удовлетворяют критерию Стьюдента, уравнение значимо по критерию Фишера-Снедекора.

Одновременно с полученным уравнением, в основе которого лежат факторы площади объекта и его удаленности от центра города возможен расчет транспортного спроса по другим факторам (табл. 4.8 а).

Таблица 4.8 а – Оценка данных по объектам «Продуктовые магазины» 2

Регрессионная статистика					
Коэффициент корреляции R		0,89812002			
R-квадрат		0,80661957			
Нормированный R-квадрат		0,791149135			
Стандартная ошибка		0,563941109			
Наблюдения		28			
Дисперсионный анализ					
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F		
			$F_{расч}$	$F_{95\%;26}$	
Регрессия	2	16,58187945	52,13	4,23	
Остаток	25	0,318029574			
Итого	27	-			
t - статистика					
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;25}$	нижний	верхний
У-пересечение	-1,494024413	-3,467168096	2,06	-2,381492455	-
(X <sub>1</sub> ) Среднее время передвижения, мин	0,234544002	5,061804167		0,139113124	0,32997488
(X <sub>2</sub> ) Удаленность от центра города, м	0,000459994	4,841269087		0,000264307	0,000655682
$Y = -1,49 + 0,23X_1 + 0,0005X_2$					

В данном случае результирующей переменной является удельная генерация передвижений, на которую значимо влияют такие факторы, как среднее время передвижения, удаленность от центра города. Значимость факторов подтверждается критерием Стьюдента, значимость уравнения в целом обуславливается высоким показателем критерия Фишера-Снедекора.

#### 4.2.6. Оценка регрессионной зависимости по типу объектов «Многофункциональные торговые центры»

Популярность многофункциональных торговых центров (МТЦ) в городах сложно переоценить. В мировой практике различают четыре основных типа МТЦ: торговые центры; торгово-развлекательные центры; торгово-деловые центры; гипермаркеты.

Под торговым центром понимается объект розничной торговли, состоящий из группы предприятий управляемых как единое целое и находящихся в одном здании, прилегающая территория которого обеспечена надлежащей парковкой. Такие центры являются наиболее доходными предприятиями в мире по розничной торговле.

Торгово-развлекательный центр представляет собой многоэтажное здание, в котором помимо магазинов, могут размещаться предприятия быстрого питания, кинотеатр, боулинг и другие объекты сферы отдыха и развлечений на которые отводится 20-30% площади. Режим функционирования торгово-развлекательного центра увеличен по сравнению с торговым центром до 24:00, что связано со спецификой развлекательной составляющей (наличие кинотеатра, боулинга, кафе и т.д.) [108]. Отдельным примером многофункционального торгового центра является гипермаркет. Особенность данного объекта розничной торговли заключается в реализации товаров универсального ассортимента в формате самообслуживания на площади от 4 до 20 тысяч квадратных метров. Площадь крупнейшего гипермаркета составляет 112 тысяч квадратных метров. Гипермаркеты могут располагаться как в собственном здании, так и в здании торгового центра. Поток посетителей гипермаркетов во много раз превышает поток к торговым центрам других типов, от части, этот факт можно объяснить ориентированностью на менее состоятельных клиентов. Наименее изученным типом МТЦ являются, ещё малоразвитые в России торгово-деловые центры [40]. В таких центрах отсутствует развлекательная составляющая как таковая. Общими характерными особенностями всех торговых центров являются наличие

просторной парковки, расположение вблизи магистральной улицы и ежедневный режим работы. На спрос к МТЦ предположительно влияют следующие факторы:

Площадь объекта тяготения. Зависимость числа корреспонденций от площади (рис. 4.14) показывает, что число корреспонденций пропорционально площади занимаемой МТЦ, что объясняется большим ассортиментом товаров и предоставляемых услуг.

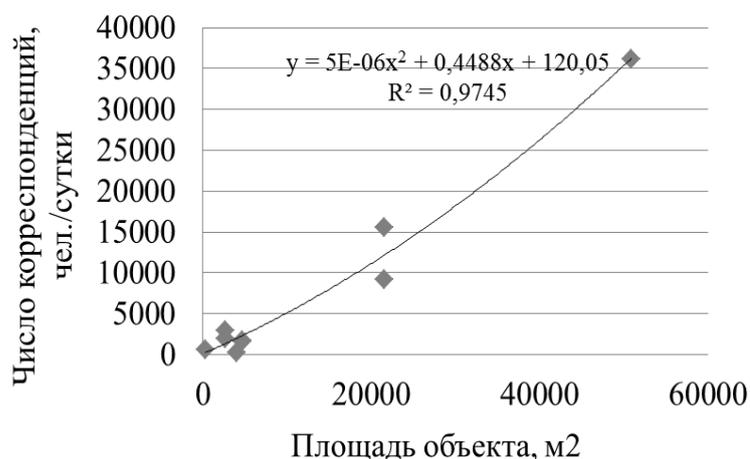


Рисунок 4.14 – Зависимость числа корреспонденций от площади объекта

В зависимости от расположения МТЦ вариационный размах доли посетителей прибывающих на ИТ может лежать в пределах от 0,21 до 0,84.

Регрессионный анализ проводился по девяти наблюдениям многофункциональных торговых центров городов Иркутска и Красноярска, расположенных в различных районах города, результаты регрессионного анализа представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Оценка данных по объектам «Многофункциональные торговые центры»

Регрессионная статистика				
Коэффициент корреляции R			0,98644	
R-квадрат			0,973064	
Нормированный R-квадрат			0,956903	
Стандартная ошибка			2444,48	
Наблюдения			9	
Дисперсионный анализ				
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F	
			$F_{расч}$	$F_{95\%;6}$
Регрессия	3	359779488,2	60,20926	0,00024
Остаток	5	5975484,38		
Итого	8	-		

Продолжение таблицы 4.9

t - статистика					
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95% -й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;5}$	нижний	верхний
Y	938,1063	0,28905433	2,78	-7404,54	9280,756
(X <sub>1</sub> ) Площадь объекта, м <sup>2</sup>	0,736033	6,352151047		0,438176	1,033891
(X <sub>2</sub> ) Удаленность от магистральной улицы, м	-7,41702	-0,202535608		-101,554	86,71983
(X <sub>3</sub> ) Расстояние объекта от центра города, м	-0,86203	-0,957289909		-3,17682	1,452754
Матрица корреляции					
	Y <sub>6</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
Y <sub>6</sub>					
X <sub>1</sub>		1			
X <sub>2</sub>		0,331496	1		
X <sub>3</sub>		0,202275	-0,37098	1	
$Y=0,73X_1$					

По полученным данным видно, что наибольшее влияние на число передвижений к многофункциональным торговым центрам оказывает занимаемая ими площадь, значимость этого фактора объясняется прямой пропорциональностью предоставляемого ассортимента товаров и услуг торгового центра от его площади. Уравнение регрессии для продуктовых магазинов можно считать приемлемым для большинства объектов рассматриваемого типа.

Для объектов типа «МТЦ» было проведено сравнение расчета числа передвижений от площади объекта, между методикой американского национального руководства [126] и предлагаемой методикой. Американская модель представляет собой логарифмическую функцию [126], в то время как предлагаемая функция имеет линейный характер (табл. 4.11). Сравнение результатов оценки суточного числа передвижений демонстрируется на рисунке 4.15.

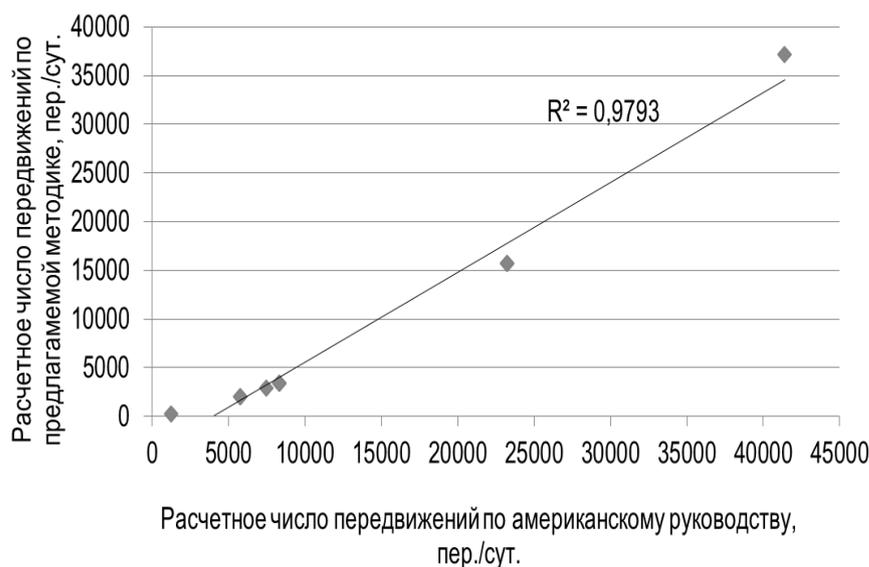


Рисунок 4.15 – Сравнение оценки передвижений к объектам типа «МТЦ»

По рассматриваемому типу ЦТКБН характер транспортного спроса, рассчитанный как по американской, так и по предлагаемой методике является схожим ( $R^2=0,979$ )

### 4.3. Прочие объекты культурно-бытового тяготения

#### 4.3.1. Основные характеристики функционирования группы объектов «Торговля, общепит, сфера услуг»

Под объектами розничной торговли понимаются предприятия занимающиеся реализацией самых разных товаров как популярного, бытового назначения, так и товаров узкой специализации. По данным на апрель 2005 года, число только продуктовых магазинов превысило отметку 2100 единиц [48, 50]. Анализ состояния розничной торговой сети в России показывает, что в настоящее время происходит процесс универсализации торговых предприятий, растет число универсальных магазинов [13]. За рубежом также наблюдается тенденция к увеличению числа крупных универсальных магазинов. Это связано с комплексностью покупок, так как покупатели стремятся покупать все необходимые товары в одном месте. Сейчас в каждом населенном пункте, включая дачные кооперативы, существует хотя бы один универсальный магазин [45]. Объекты сферы услуг включает в себя предприятия, занимающиеся

оказанием коммерческих и некоммерческих услуг населению. На бытовом уровне выделяют службы автомобильного и бытового сервиса. К службам автомобильного сервиса относятся автомойки, гаражные кооперативы СТО, АЗС и др. К бытовому сервису относят различные мастерские по ремонту обуви, одежды, бытового оборудования и т.п., парикмахерские, салоны красоты, фотосалоны и т.д. В большинстве своем объекты сервиса располагаются во всех районах города, от центра до периферии, такое повсеместное расположение обуславливается высоким спросом населения к объектам данной группы. Ниже приводится описание характеристик функционирования наиболее распространенных в городской среде объектов розничной торговли, сферы услуг и общественного питания.

#### 4.3.1.1. «Мебель» (код 23)

На сегодняшний день мебельные магазины предоставляют широкий ассортимент изделий, а число таких магазинов ежегодно растет. На современном рынке существует несколько форматов мебельных магазинов:

- Стандартный мебельный магазин. В ассортимент такого магазина входит необходимый минимум мебельной продукции для обстановки жилья. Площадь таких магазинов составляет порядка 300 – 1000 квадратных метров.

- Мебельный гипермаркет. Ассортимент продукции значительно шире стандартного магазина и не ограничивается обстановкой жилья – присутствуют различные виды специализированной мебели (для офисов, школ, баров, кафе и т.д.). Площадь такого гипермаркета составляет не менее 1 квадратного километра.

- Выставочный зал. Такой формат магазина отличается достаточно скромной площадью, на которой торговые позиции представлены 5-7 вариациями (основной ассортимент находится в каталогах), мебель покупается только по заказу.

- Узкопрофильный магазин. В таких магазинах мебель представляется строго по профилю товарной группы (мягкая мебель, мебель для спальни, кухни и

т.п.). Площадь узкопрофильного магазина приблизительно сопоставима со стандартным магазином мебели.

Размещения мебельного магазина в большей мере зависит от его формата. Например, выставочные залы и узкопрофильные магазины чаще всего размещают в центральной части города, как правило, в отдельных помещениях или в павильонах торгового центра профилирующегося на товарах для дома, ремонта и т.п. Гипермаркеты и стандартные магазины размещают в спальных районах, во первых, из-за разницы величины арендной платы, во вторых из-за специфики доставки товара потребителю (осуществление грузовых перевозок из центральной части города связано со значительной трудоемкостью, чем из спального района). Мебельные магазины как типичные объекты розничной торговли функционируют ежедневно с 09:00 до 20:00, чаще всего имеют собственную внеуличную парковку и подъезд для погрузки приобретенного клиентами магазина товара.

Для примера функционирования объектов «Мебель» приводится крупный мебельный магазин, расположенный в городе Иркутске. Площадь помещения занимаемая магазином составляет 8580 м<sup>2</sup>. Суточная генерация посетителей в будние дни составляет 740 человек, с выраженным пиком активности в утренний послеобеденный период. В выходные дни, генерация посетителей составляет 1370 человек с выраженным пиком посещаемости в вечернее время (рис. 4.16.).

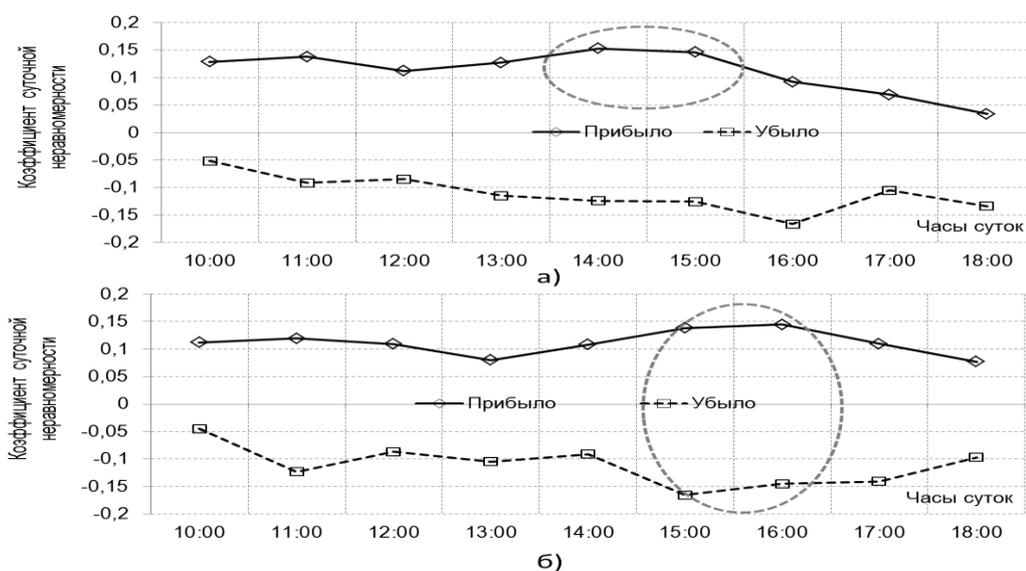


Рисунок 4.16 – КСН для крупного мебельного магазина а) в будний день; б) в выходной день

Среднее наполнение автомобиля для мебельного магазина составляет 1,6 человека.

#### 4.3.1.2. «Одежда» (код 24)

Наряду с продуктами, одежда является предметом первой необходимости. Магазины одежды разделяются по обширному и глубокому ассортименту: мужская, женская, детская одежда, которые в свою очередь подразделяются на верхнюю, нижнюю одежду, белье, головные уборы, обувь, аксессуары, галантерею и многое другое. Отдельно следует рассматривать магазины специализированной одежды (одежда для спорта, туризма, униформа, секонд-хенд и т.п.). Большинство магазинов одежды располагаются в павильонах крупных торговых центров, единичны случаи размещения магазина одежды в отдельно стоящем здании (исключение составляют магазины специализированной одежды или популярного бренда). Магазин одежды характеризуется стандартным режимом работы для объекта розничной торговли – ежедневно с 09:00 до 20:00. Для примера функционирования объектов «Одежда» приводятся типичные магазины одежды, расположенные в городе Иркутске и городе Черемхово. Площадь помещений занимаемых магазинами составляет 100 и 1500 м<sup>2</sup>. соответственно. Суточная генерация посетителей магазина одежды в городе Иркутске составляет 55 человек, с выраженным пиком активности в вечерний период. В магазине одежды находящемся в Черемхово, генерация посетителей составляет 83 человека с выраженным пиком посещаемости в утренние часы (рис. 4.17). Распределения посетителей к данному типу объектов тяготения характеризуется значительной разницей в долях посетителей прибывающих на ИТ и без ИТ. В магазин расположенный в Иркутске доля посетителей прибывающих на индивидуальном транспорте составляет 3%, в магазине расположенном в городе Черемхово доли прибывающих на ИТ и без ИТ соответствуют 42 и 58% (рис. 4.18).

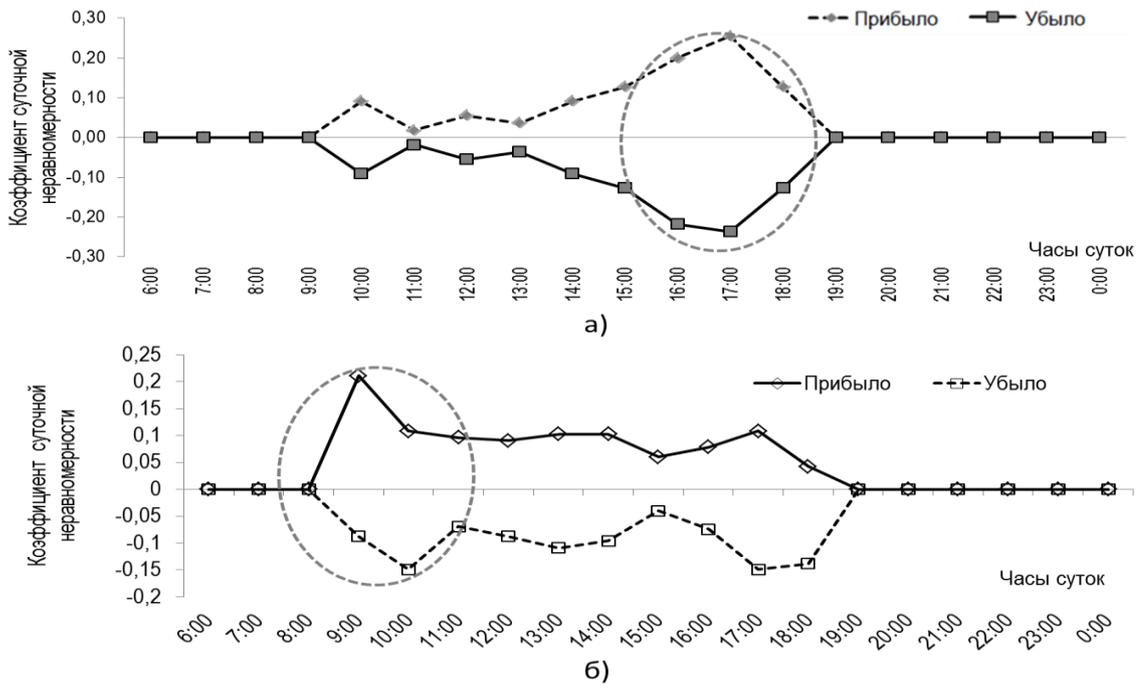


Рисунок 4.17 – Коэффициенты суточной неравномерности для магазинов одежды а) в Иркутске; б) в Черемхово

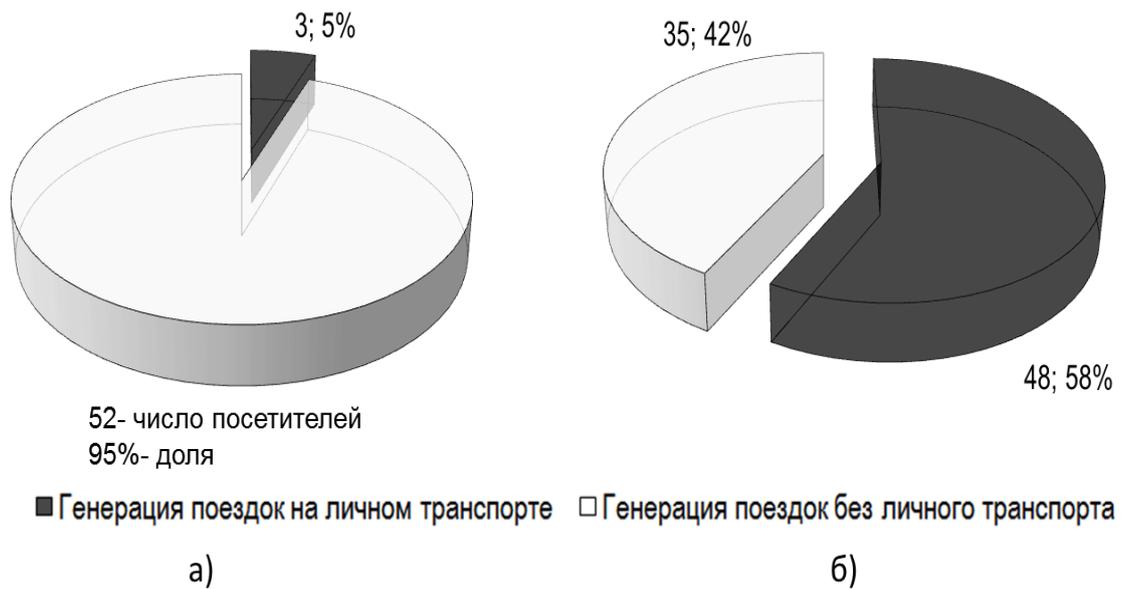


Рисунок 4.18 – Распределение посетителей к магазину одежды на ИТ и без ИТ: а) в Иркутске; б) в Черемхово

Среднее наполнение автомобиля для магазинов одежды в Иркутске и Черемхово составляет 1,5 человека.

#### 4.3.1.3. «Строительные товары» (код 26)

Ремонт и строительство жилья во все времена считались занятиями довольно затратными, но необходимыми. По этому, магазины занимающиеся реализацией строительных материалов всегда пользовались стабильно высоким спросом у населения. Существует несколько типов магазинов строительных материалов разделяемых по площади и ассортименту:

- небольшие магазины, площадь которых не превышает 100 квадратных метров, ассортимент такого магазина состоит из 15-20 наименований;

- средние магазины, имеют площадь около 200 квадратных метров, ассортимент увеличивается до 70 наименований;

- крупные магазины, площадь которых может достигать 1000 квадратных метров, причем площадь склада у них не меньше, ассортимент насчитывает около 100 наименований;

- магазины-склады, особенность таких магазинов заключается в отсутствии разделения выставочного зала и склада, общая площадь может составлять около 2500 квадратных метров, ассортимент состоит из 20-30 наименований.

Самое популярное расположение магазина строительных материалов – место возле автомагистрали на выезде из города, возле рынка строительных материалов, а также в павильоне торгового центра товаров для дома и ремонта. В виду специфики товара, рассматриваемые магазины всегда имеют собственную парковку, рассчитанную на паркирование малотоннажных грузовых автомобилей.

Число посетителей таких магазинов сильно зависит от сезона строительства и ремонта, который в центральной части России начинается с середины мая и продолжается до конца октября. В зимний период и в месяцы начала весны, интерес населения к такой категории товаров падает. Режим работы таких магазинов с 09:00 до 20:00 ежедневно.

На спрос посетителей к объектам данного типа тяготения предпологаемо влияют факторы расстояния объекта до центра города, удаленности от магистральной улицы и площадь объекта (Рис. 4.19, 4.20).

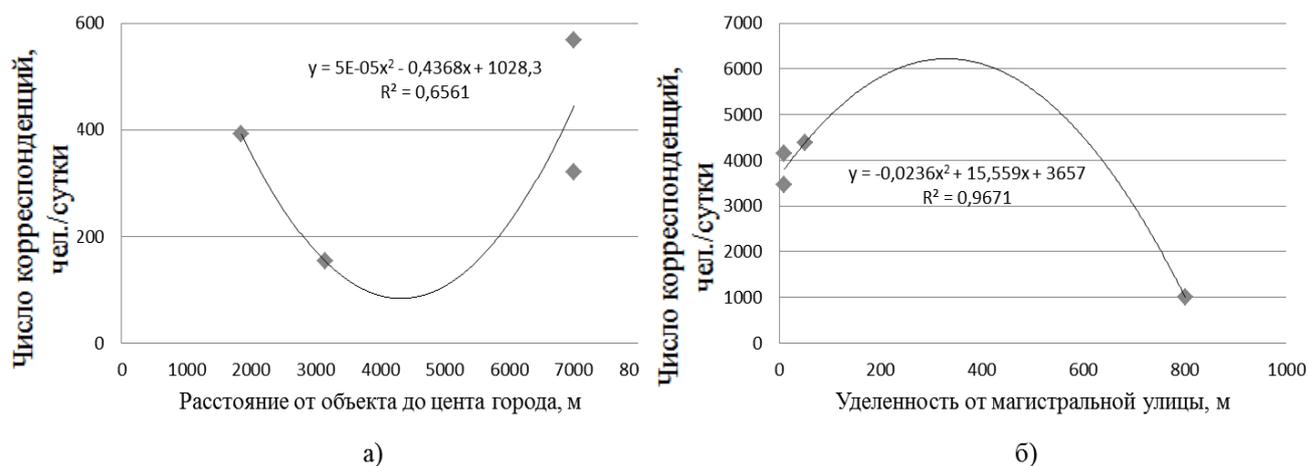


Рисунок 4.19 – Зависимость числа корреспонденций к объекту а) от расстояния до центра города; б) от удаленности от магистральной улицы

По графику зависимости числа корреспонденций от расстояния до центра города (рис. 4.19, а) наблюдается снижение числа корреспонденций при удаленности объекта от центра на расстояние до 5000 м с последующим ростом спроса. Такой характер объясняется удобством парковки и подъезда к объектам данного типа тяготения расположенным в удалении от центральной части города, высокий спрос объектов расположенных вблизи к центральной части города объясняется удобством сопутствующего посещения данных объектов. В графике зависимости числа корреспонденций от удаленности от магистральной улицы (рис. 4.19, б) наблюдается оптимальное расстояние (400) м на котором следует размещать магазины строительных товаров.

По фактору площади объекта (рис. 4.20) на графике прослеживается оптимальная площадь 15000-20000 м<sup>2</sup>, при которой наблюдается наибольшее число корреспонденций. Такая зависимость объясняется с одной стороны прямой пропорциональностью ассортимента от площади объекта, с другой стороны специфика реализуемого товара на строительных рынках с площадью более 20000 м<sup>2</sup> – ассортимент меньше, при большем объеме продукции.

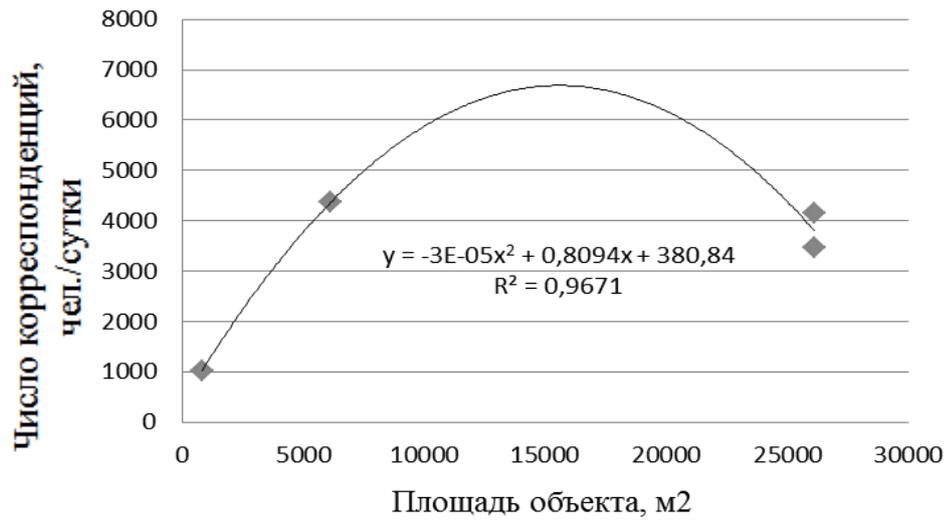
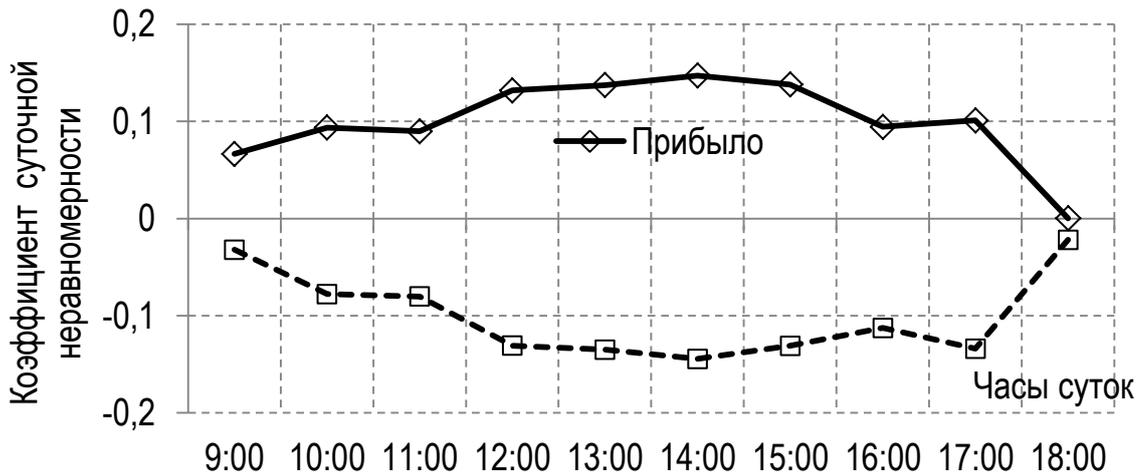
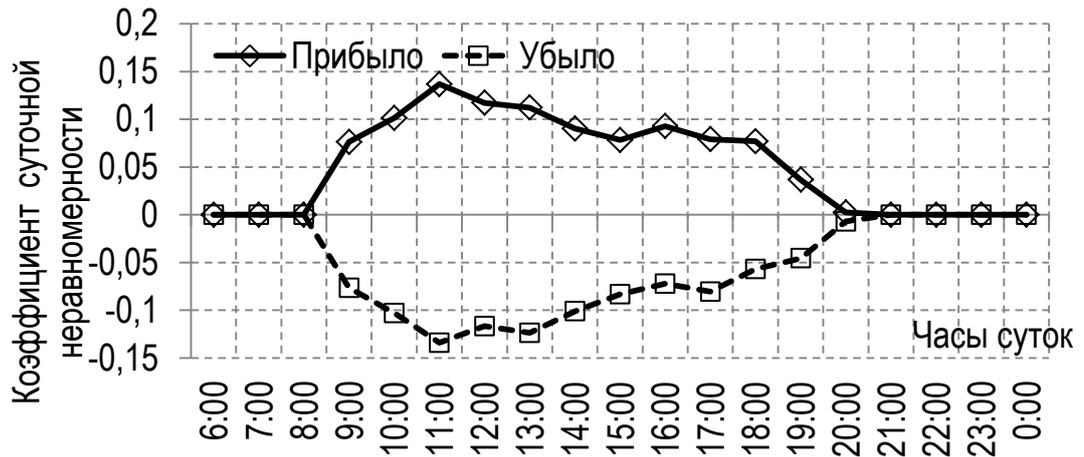


Рисунок 4.20 – Зависимость числа корреспонденций от площади объекта

Для примера функционирования объектов «Строительные товары» приводятся крупный магазин и рынок строительных материалов, расположенные в городе Иркутске. Площадь помещений занимаемых магазином составляет 6150 м<sup>2</sup>, площадь рынка строительных материалов 26100 м<sup>2</sup>. Суточная генерация посетителей магазина строительных товаров составляет 4376 человек, с выраженным пиком активности в период с 13:00 д 15:00. Для рынка строительных товаров, генерация посетителей составляет 4150 человек с выраженным пиком посещаемости в утренние часы с 10:00 до 12:00 (рис. 4.21).



а)



б)

Рисунок 4.21 – Коэффициенты суточной неравномерности для объектов типа «Строительные товары» а) крупный магазин; б) строительный рынок

Среднее наполнения автомобиля для рынков строительных материалов составляет 1,6 человека.

#### 4.3.1.4. «Аптеки» (код 211)

Аптеки в городах занимают особое место, в настоящее время они располагаются в каждом районе города, в шаговой доступности от любой многоэтажки. В связи с таким количеством аптек, данная отрасль розничной торговли считается высоко конкурентной. Специфика аптек, как объектов тяготения заключается в относительном постоянстве потока посетителей, как в будние, так и в выходные дни, кроме того на режим функционирования аптек не влияет фактор сезонности.

Размещаются аптеки, как правило, на первых этажах жилых зданий, либо в собственных магазинах. Торговая площадь, занимаемая под аптеку, лежит в пределах 30-100 квадратных метров. В последнее время наблюдается тенденция размещения аптек в павильонах крупных торговых центров. Режим работы таких магазинов с 09:00 до 20:00 ежедневно.

На спрос к аптекам, предполагалось влияние следующих факторов:

1. Удаленность объекта от центра города. Из полученной зависимости (рис. 4.22, а) видно, что данный фактор не значим, поскольку не аппроксимируется ни одним из известных законов.

2. Удаление от магистральной улицы. Зависимость числа корреспонденций от удаления объекта от магистральной улицы показывает (рис. 4.22, б), наличие оптимальной удаленности (50 м), объясняемой характером побочных передвижений населения.

3. Площадь объекта тяготения. Согласно полученным распределениям по данному фактору (рис. 4.23) зависимость числа корреспонденций к объекту от площади не аппроксимируется ни одним из известных законов.

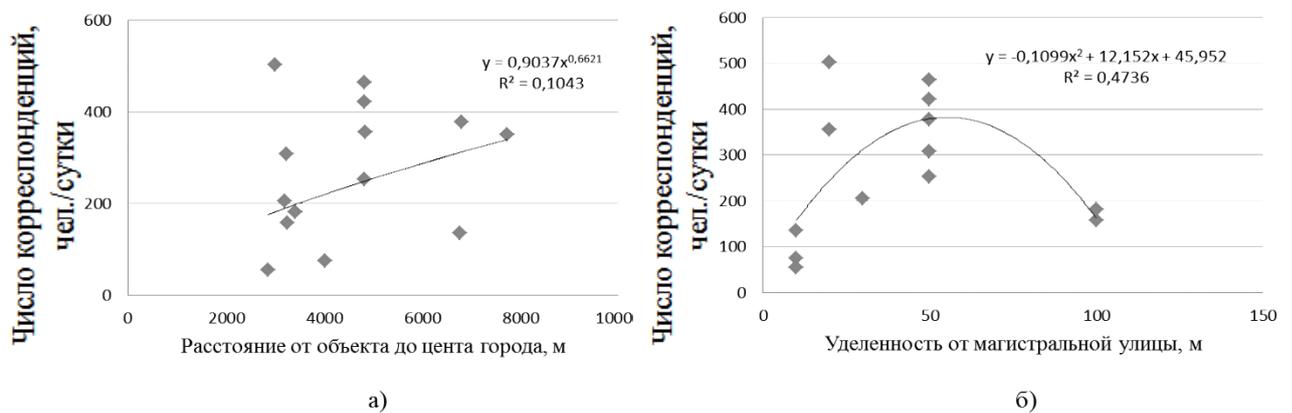


Рисунок 4.22 – Зависимость числа корреспонденций от а) расстояния до центра города; б) удаленность от магистральной улицы

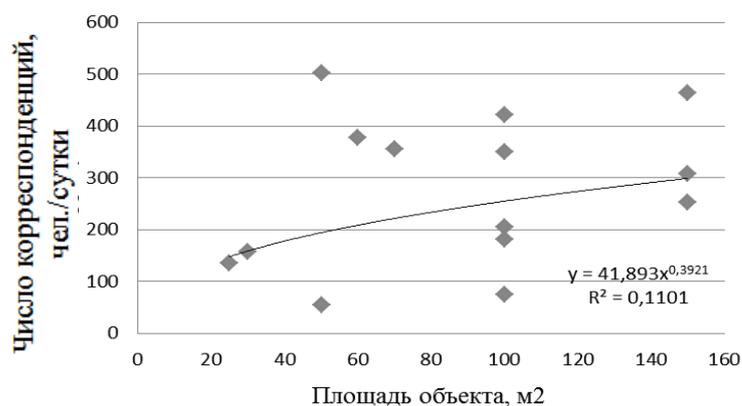


Рисунок 4.23. – Зависимость числа корреспонденций к объекту его площади

Регрессионный анализ проводился по двадцати шести наблюдениям аптек в крупных городах, расположенных в различных районах городов, результаты регрессионного анализа представлены в таблице 4.9а.

Таблица 4.9 а – Оценка данных по объектам «Аптеки»

Регрессионная статистика					
Коэффициент корреляции R			0,936269		
R-квадрат			0,876599		
Нормированный R-квадрат			0,859772		
Стандартная ошибка			0,875308		
Наблюдения			26		
Дисперсионный анализ					
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F		
			$F_{расч}$	$F_{95\%;23}$	
Регрессия	3	39,91240176	52,09	3,42	
Остаток	22	0,766164702			
Итого	25	-			
t - статистика					
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;22}$	нижний	верхний
У-пересечение	-2,46631405	-3,883028027	2,07	-3,783539229	-1,149088872
(X <sub>1</sub> ) Число конкурентов, ед	0,373662206	3,556415819		0,15576643	0,591557981
(X <sub>2</sub> ) Среднее время передвижения, мин	0,101188483	3,761311659		0,045396225	0,156980741
(X <sub>3</sub> ) Число филиалов, ед	0,040778439	2,509874218		0,0070838	0,074473079
$Y = -2,46 + 0,37X_1 + 0,101X_2 + 0,04X_3$					

В данном случае результирующей переменной является удельная генерация передвижений, на которую значимо влияют такие факторы, как среднее время передвижения, число конкурентов и число филиалов. Значимость факторов подтверждается критерием Стьюдента, значимость уравнения в целом обуславливается высоким показателем критерия Фишера-Снедекора.

#### 4.4.1.5. «Цветы» (код 213)

Спрос населения к салонам цветов зависит от сезонности и числа праздничных дней. Цветочные магазины размещают не далеко от дорог рядом с остановочными пунктами, супермаркетами и местами высокой проходимости.

Цветочный магазин занимает площадь в среднем от 20 до 50 квадратных метров. Традиционно, салоны цветов работают с 8:00 до 21:00 или до 22:00 ежедневно.

Для примера функционирования объектов «Салоны цветов» приводится цветочный магазин, расположенный в городе Красноярске. Площадь помещений цветочного магазина составляет 50 м<sup>2</sup>. Суточная генерация посетителей магазина составляет 44 человека, пик активности посетителей наблюдается в обеденный и вечерний периоды (рис. 4.24).

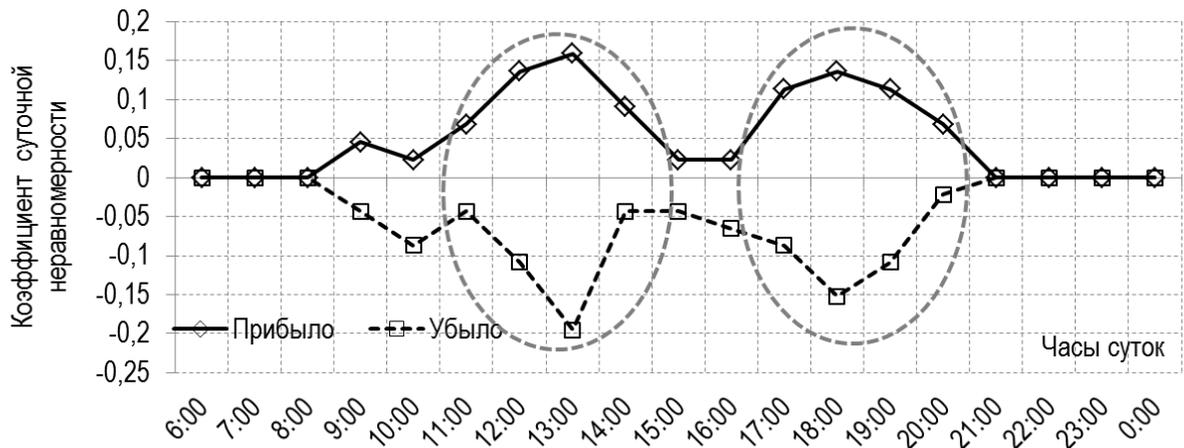
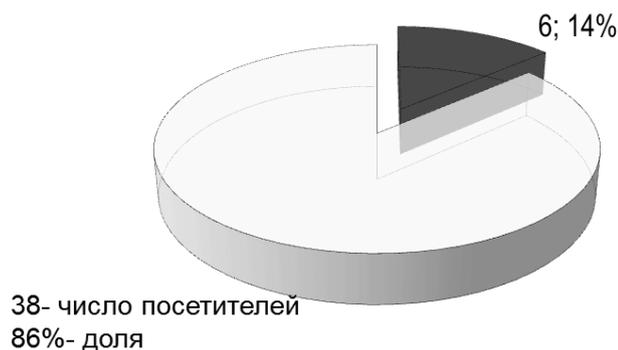


Рисунок 4.24 – Коэффициенты суточной неравномерности для цветочного магазина

Распределения посетителей к данному объекту тяготения характеризуется преобладающей долей посетителей прибывающих на ИТ (рис. 4.25).



■ Генерация поездок на личном транспорте □ Генерация поездок без личного транспорта

Рисунок 4.25 – Распределение посетителей к цветочному магазину на ИТ и без ИТ

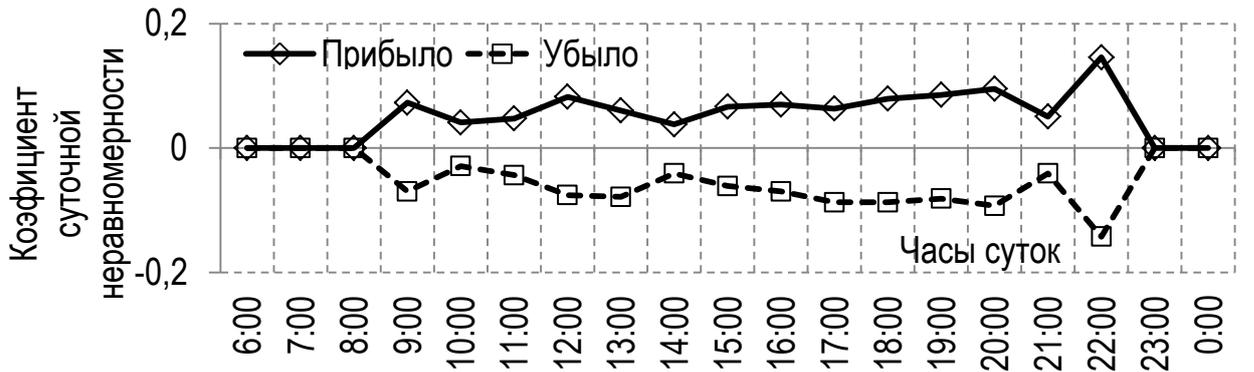
Среднее наполнения автомобиля для магазина цветов составляет 1,5 человека.

#### 4.3.1.6. «Алкомаркеты» (код 217)

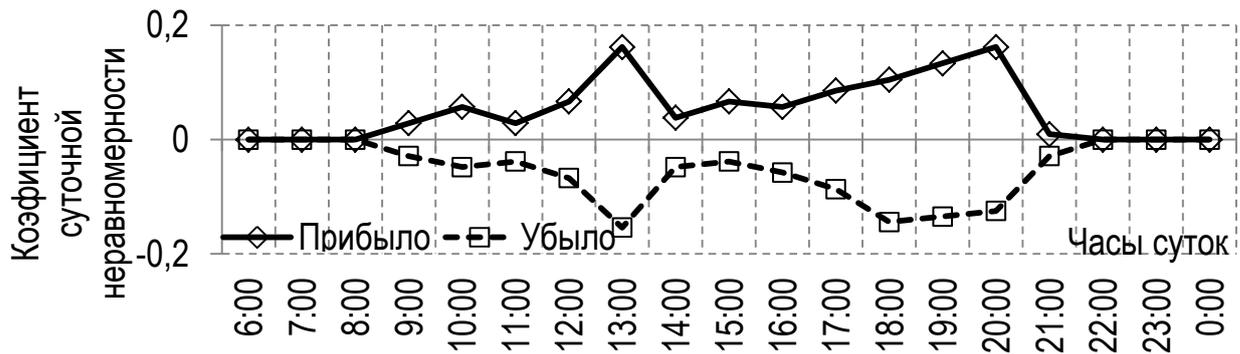
Алкомаркет – объект розничной торговли, специализирующийся на реализации алкогольных напитков. Алкогольные напитки на протяжении долгого времени считались и считаются высоковостребованным видом товара, потребность в котором не снижается даже в период кризиса.

Спрос населения к алкомаркетам стабилен в течение всего года, поскольку на алкогольную продукцию фактор сезонности практически не влияет, исключениями, характеризующимися повышенным спросом могут быть периоды новогодних праздников и выпускных в образовательных учреждениях. Алкомаркеты располагаются во всех районах города, чаще всего, вблизи магистральных улиц в местах большого потока людей, единственным ограничением является дистанция (от 100 метров) от детских, образовательных, лечебных учреждений и других объектов социальной сферы. Площадь помещения, которое занимает алкомаркет, составляет в среднем 50-60 квадратных метров. Как и большинство специализированных магазинов алкомаркеты чаще всего имеют собственную парковку для посетителей. Режим работы алкомаркета с 9:00 до 23:00 ежедневно [10].

Для примера функционирования объектов «Алкомаркеты» приводятся два крупных алкомаркета, расположенных в городе Иркутске, разница между алкомаркетами заключается в отдаленности от центра города, обследование проводилось в будний день. Площадь помещений занимаемых алкомаркетов составляет 150 и 70 м<sup>2</sup>. соответственно для ближнего и дальнего от центра города алкомаркета. Суточная генерация посетителей ближнего к центру алкомаркета составляет 315 человек, генерация посетителей удаленного алкомаркета составляет 105 человек. Выраженный пик активности первого алкомаркета приходится на период времени с 22:00 до 23:00 (рис. 4.26, а). Для второго алкомаркета пик активности приходится на обеденный и вечерний периоды, с 12:00 до 14:00 и с 20:00 до 21:00 соответственно (рис. 4.26, б).



а)



б)

Рисунок 4.26 – Коэффициенты суточной неравномерности для алкомаркетов: а) расположенный ближе к центру города; б) расположенный дальше от центра города

Распределения посетителей к данному типу объектов тяготения характеризуется не значительной разницей в долях посетителей прибывающих на ИТ и без ИТ. Для алкомаркета расположенного ближе к центру города распределение посетителей между прибывающими на ИТ и без ИТ составляет 80 и 20 % соответственно, для удаленного алкомаркета данное распределение составляет 70 и 30 %. Среднее наполнения автомобиля для обоих алкомаркетов составляет 1,5 человека.

#### 4.3.1.7. «Рестораны, кафе, бары» (код 220)

Рестораны, кафе и бары относятся к предприятиям общественного питания с широким ассортиментом блюд. В современном мире кафе и рестораны служат, помимо основного назначения, частым местом встреч, корпоративов, торжеств и

т.п. Располагают рестораны и кафе в местах, где имеется большое скопление потенциальных клиентов. Как правило, такими местами служат центральные проспекты и улицы городов, места вблизи станций метро, офисных зданий, деловых центров, вузов и т.д. Нужно отметить, что посетители элитных ресторанов считают, что априори такие рестораны будут располагаться в самых лучших и удобных местах центральной части города [57, 68, 95, 100].

Для примера функционирования объектов «Рестораны, кафе, бары» были использованы популярные пиццерия и бар расположенные в городе Иркутск. Площадь территории занимаемой пиццерией 120 м<sup>2</sup>, баром – 200 м<sup>2</sup>. Суточная генерация посетителей в будние и выходные дни лежит в пределах 100-120 человек, с выраженным пиком, приходящимся на утренние часы по будним дням, в выходные дни пик посетителей приходится на вечернее время, пик посетителей в будние дни лежит в пределах 8:00 – 11:00, пик в выходные дни приходится на 17:00 – 18:00. Особенность распределения посетителей к данному типу объектов тяготения заключается в значительном доминировании посетителей прибывающих без ИТ, над посетителями прибывающими на ИТ как для буднего, так и для выходного дня. Среднее наполнение автомобиля в будние дни составляет 2,3 человека, в выходной – 1,8 человека. Необходимо отметить, что в большинстве случаев данные учреждения не имеет собственной парковки для посетителей, поэтому посетители, прибывшие на ИТ, могут рассчитывать только на парковку прилегающей УДС.

#### 4.3.1.8. «Автозаправочные станции» (код 222)

Автомобильная заправочная станция представляет собой комплекс оборудования на придорожной территории, предназначенный для заправки топливом транспортных средств. Среди всех объектов группы «Сфера услуг», автомобильные заправочные станции пользуются наиболее регулярным спросом.

Особенности размещения АЗС в черте города связаны с соблюдением строгих требований безопасности по территориальному признаку, необходимо: выдерживать расстояние от жилых и общественных зданий, выдерживать расстояние от водоемов и др. Площадь типичной заправочной станции на четыре колонки составляет в среднем  $2000 \text{ м}^2$ , режим работы ежедневный, график работы круглосуточный. Для примера функционирования объектов «АЗС» приводится типичная автозаправочная станция в городе Иркутске. Площадь территории занимаемой АЗС составляет  $1200 \text{ м}^2$ . Суточная генерация посетителей составляет 400 человек, пик активности посетителей автомойки приходится на обеденный период с 12:00 до 14:00 (рис. 4.27).

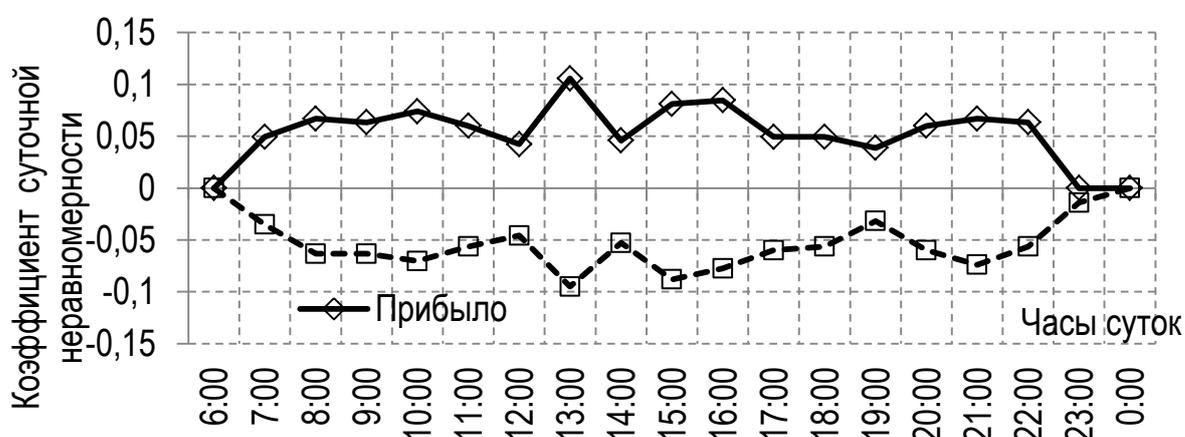


Рис.

Рисунок 4.27 – Коэффициенты суточной неравномерности для АЗС

Средний объем топлива при разовой заправке легкового автомобиля на данной АЗС составляет 35 литров, время обслуживания 2-3 минуты.

#### 4.3.1.9. «Автомойки» (код 223)

Размещают автомойки, как правило, в густозаселённых спальнях районах, рядом с заправками, СТО и другими объектами автомобильного сервиса, по нормам не ближе 50 метров от жилой застройки [90]. Формат автомойки может варьироваться от бокса на один пост до автомечного комплекса, емкость которого исчисляется в десятках автомобилей. Площадь стандартной автомойки на два поста составляет минимум 90 квадратных метров. График работы большинства автомоек 24-часовой.

Для примера функционирования объектов «Автомойки» приводится автомойка расположенная в черте города Иркутска. Площадь занимаемая автомойкой составляет 540 м<sup>2</sup>. Суточная генерация посетителей составляет 62 человека, пик активности посетителей автомойки приходится на период времени с 08:00 до 09:00, активность связана с началом рабочего дня водителей и такси (рис. 4.28).

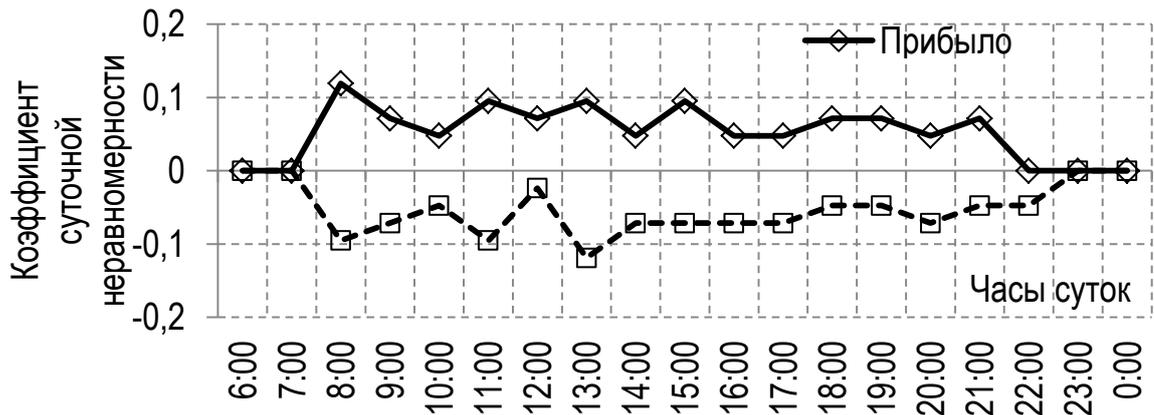


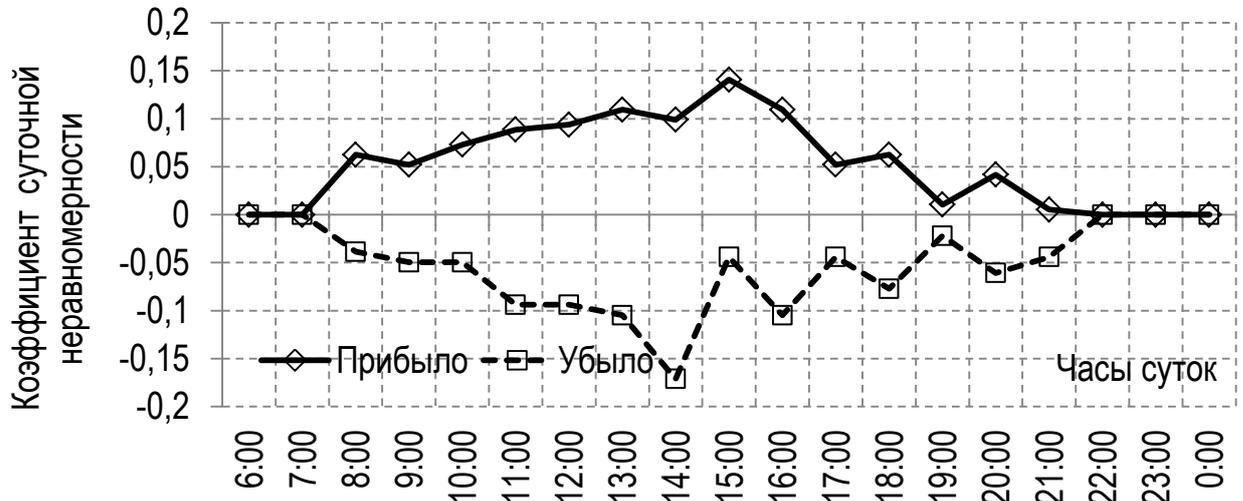
Рисунок 4.28 – Коэффициенты суточной неравномерности для автомойки

На спрос к объектам данного типа тяготения в большей мере влияет фактор удаленности от магистральной улицы, поскольку в большинстве случаев решающим фактором в выборе автомойки считается её близость от основного дневного маршрута владельца транспортного средства.

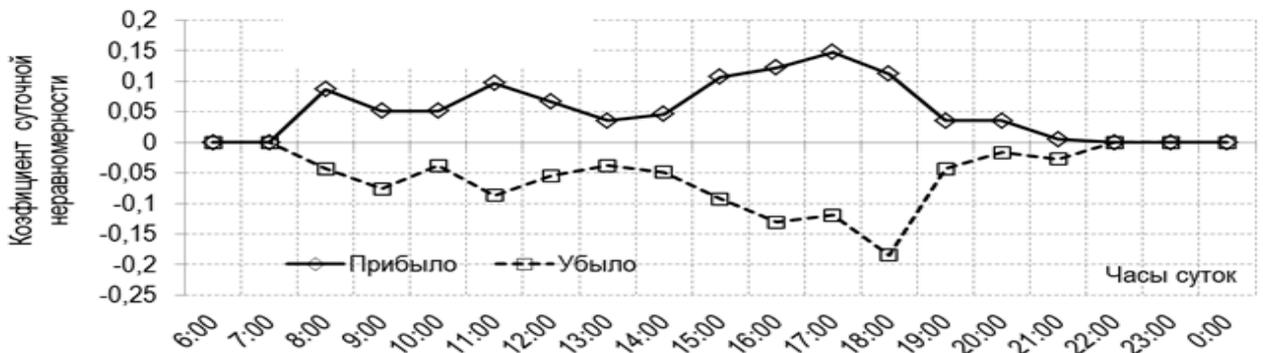
#### 4.3.1.10. «Станции технического обслуживания автомобилей» (код 224)

Спрос на услуги станций технического обслуживания автомобилей всегда стабилен, поскольку автомобили проходят обслуживание вне зависимости от года выпуска. Законодательно помещение станции технического обслуживания располагаются в промышленных и спальных районах города не ближе 50 м от жилых объектов [1]. По расчетам специалистов оптимальная площадь станции технического обслуживания легковых автомобилей составляет 300 квадратных метров. Большинство СТО работают ежедневно, часть из них имеют ночные смены. Для примера функционирования объектов «Станции технического обслуживания» приводится типичная станция технического обслуживания города

Иркутска функционирующая в будни и выходные дни. Площадь занимаемая СТО составляет 598 м<sup>2</sup>. Суточная генерация посетителей СТО составляет 268 и 265 человек в будний и в выходной день соответственно, пик активности посетителей СТО в будний день приходится на 15:00, в выходной – на 18:00 (рис. 4.29).



а)



б)

Рисунок 4.29 – Коэффициенты суточной неравномерности для станций технического обслуживания а) в будний день; б) в выходной день

#### 4.3.1.11. «Парикмахерские, салоны красоты» (код 227)

По существующим нормам [95] парикмахерские устраиваются из расчета 2 места на 1000 жителей. Под расположение парикмахерской в большинстве случаев используют помещения в первых этажах жилых домов либо специально

построенных зданиях. Парикмахерским, работающим на 2-3 места достаточно площади, занимаемой одной комнатой (около 25 м<sup>2</sup>). В среднем на одного мастера приходится 12 клиентов в день. Парикмахерскую или салон красоты располагают в центре города или района, чаще всего рядом со станцией метро, магазинами и другими местами, где проходят потенциальные клиенты. Как правило, парикмахерские и салоны красоты функционируют ежедневно, с 9:00 до 20:00.

#### 4.3.1.12. «Религиозные учреждения» (код 231)

Территория под строительство религиозных учреждений отводится на стадиях генерального планирования, здание размещают по возможности вблизи существующих коммуникаций и магистральных улиц. Такие религиозные учреждения как монастыри могут размещать как в городской территории, так и за её пределами. Площадь религиозных учреждений различна и может занимать территорию от 300 квадратных метров, до нескольких гектаров. Современные религиозные учреждения обладают довольно крупной территорией под парковку посетителей на личных автомобилях, в отличие от давно функционирующих, при проектировании которых парковочные места не учитывались. Режим функционирования религиозных учреждений также различен, как правило, ежедневно с 09:00 до 18:00 [74, 78, 86]. Для примера функционирования объекта «Религиозные учреждения» был взят Свято-Троицкий храм, расположенный в центральной части города Иркутска. Общая площадь территории занимаемой храмом составляет 5974 м<sup>2</sup>. Суточная генерация посетителей в будние и выходные дни лежит в пределах 100-120 человек, с выраженным пиком, приходящимся на утренние часы по будним дням, в выходные дни пик посетителей приходится на вечернее время (рис. 4.30.). Пик посетителей в будние дни лежит в пределах 8:00 – 11:00, пик в выходные дни приходится на 17:00 – 18:00. Особенность распределения посетителей к данному типу объектов тяготения заключается в значительном превалировании посетителей прибывающим без ИТ, над посетителями прибывающими на ИТ как для буднего,

так и для выходного дня (рис. 4.31). Среднее наполнение автомобиля в будние дни составляет 2,3 человека, в выходной – 1,8 человека.

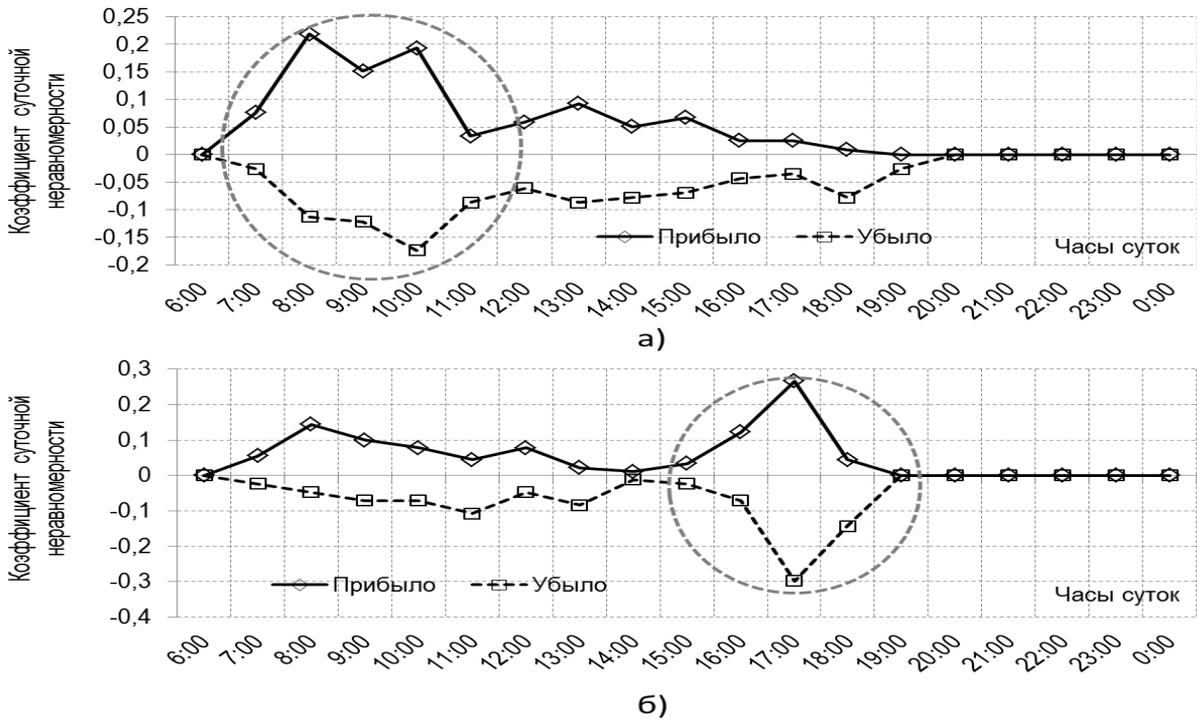


Рисунок 4.30 – Коэффициенты суточной неравномерности для религиозного учреждения, размещенного в центральной части города: а) будний; б) выходной день

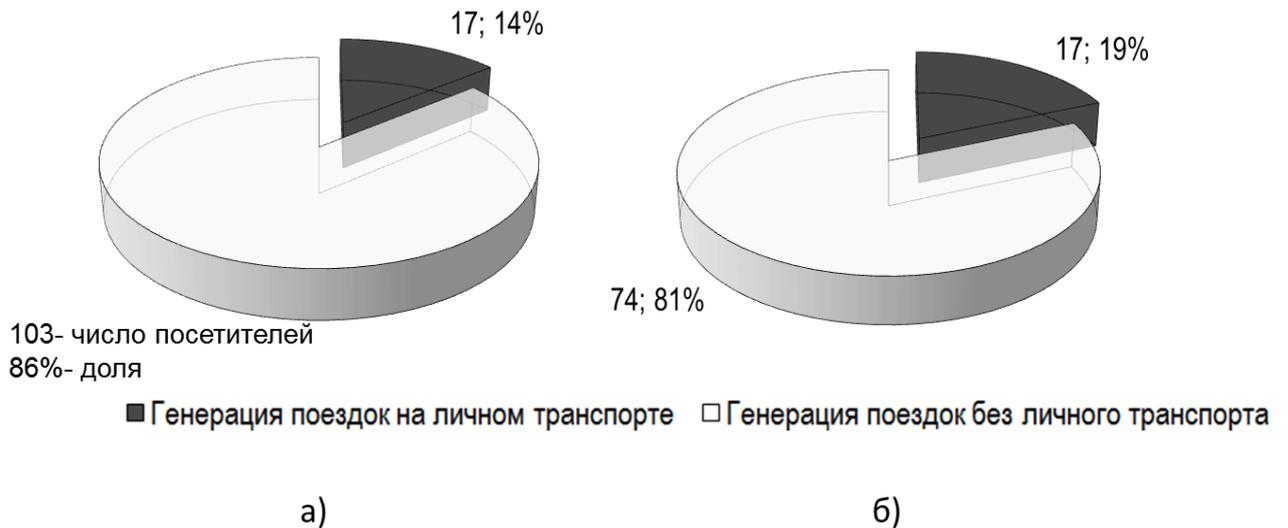


Рисунок 4.31 – Распределение посетителей религиозного учреждения на ИТ и без ИТ: а) будний; б) выходной день

Необходимо отметить, что в большинстве случаев данные учреждения не имеет собственной парковки для посетителей, поэтому посетители, прибывшие на ИТ, могут рассчитывать только на парковку прилегающей УДС.

#### 4.3.1.13. «Гаражные кооперативы» (код 233)

В крупных и средних городах федерального значения гаражный кооператив рассчитывался минимум на 50 мест, в других городах на 10 мест. Кооперативы функционировали в строго отведённые часы – с 06:00 до 00:00. Гаражные кооперативы имелись во всех районах города – крупные (600 – 1000 мест) располагались в спальных районах и на городской периферии. В центральной части города, число мест в кооперативах было не более 150, но с развитием многоэтажной застройки и удорожанием земли в центральной части города, практически все эти кооперативы были снесены, а территория была перепрофилирована [8, 16 – 19].

В настоящее время, спрос на гаражные кооперативы со стороны населения в целом снизился – люди начали отдавать предпочтение парковкам, это связано, прежде всего, с повышением надёжности автомобиля в целом, появлением охранных систем и возможности застраховать автомобиль, а также увеличением и доступностью станций технического обслуживания. Нужно отметить, что цена капитального гаража в кооперативе соизмерима с ценой бюджетного автомобиля. Тем не менее, спрос к качественным гаражам в охраняемых кооперативах все еще существует.

Для примера функционирования объектов «Гаражные кооперативы» приводятся два гаражных кооператива, расположенных в городе Иркутске, разница заключается в различной удаленности от центральной части города. Площадь занимаемая кооперативами расположенном на периферии города составляет 21639 м<sup>2</sup>, площадь кооператива находящегося ближе к центру города составляет 17762 м<sup>2</sup>. Суточная генерация посетителей гаражных кооперативов составляет соответственно 114 и 79 человек, пик активности посетителей для кооперативов приблизительно равен, с той разницей, что для кооператива находящегося ближе к центру города наблюдается активность посетителей в межпиковый период. (рис. 4.32).

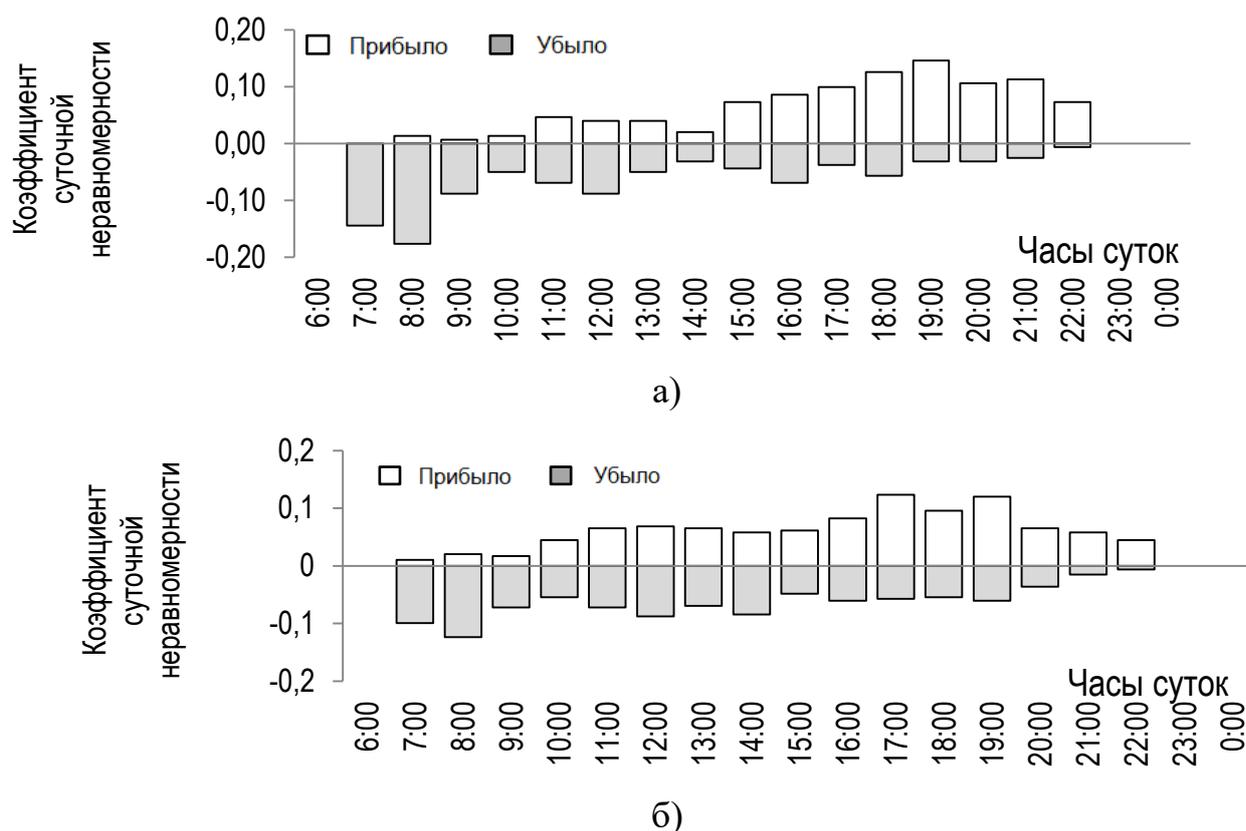


Рисунок 4.32 – Коэффициенты суточной неравномерности для гаражных кооперативов а) на периферии города; б) ближе к центральной части города

#### 4.3.2. Основные характеристики функционирования группы объектов «Здравоохранение, спорт, культура, досуг»

Здоровье является важнейшей ценностью, как отдельного человека, так и общества в целом. По материалам неоднократных опросов в различных регионах страны, более 80 % населения ставит здоровье на первое место в ряду жизненных ценностей, считая его более важным, чем карьера и материальный достаток. Не удивительно, что на протяжении всей жизни, человек связан с медицинскими учреждениями. Наличие автомобильной парковки возле учреждения здравоохранения – одно из необходимых условий доступности медицины для населения. Тем не менее, горожане и приезжие несут значительные затраты времени на поиск парковочного места у поликлиник и больниц. В России насчитывается более 20 категорий медицинских как бюджетных, так и

коммерческих учреждений, наиболее распространёнными из них являются больницы, поликлиники, травм пункты и стоматологические центры.

Медицинские учреждения относятся к социально-значимым объектам, следовательно, парковки к таким учреждениям должны быть рассчитаны на достаточное число машино-мест, при этом большая часть мест под парковку должна быть бесплатной. Согласно санитарным нормам и правилам (СНиП), количество парковочных мест вблизи больниц определяется от трех до пяти мест на 100 коек. Для поликлиник – два-три места на 100 посещений. При этом на каждые девять парковочных мест должно приходиться одно место для инвалидов. Парковки должны быть обозначены соответствующими знаками, на них должна быть нанесена разметка, разграничивающая автомобильные зоны, в том числе отдельно – для инвалидов. По нормативам, проектирование парковки на территории медицинских учреждений рассчитывается по показателям, приведенным в таблице 4.10. [89, 90].

Таблица 4.10 – Расчет числа машино-мест на территории медицинских учреждений

Наименование медицинских организаций	Мощность	Число машино-мест
Больницы, диспансеры, перинатальные центры и другие стационары регионального, зонального, межрайонного уровня	На 100 сотрудников На 100 коек	10-20 10-20
Больницы, диспансеры, родильные дома и другие стационары городского, районного, участкового уровня	На 100 сотрудников На 100 коек	5-7 5
Стационары, выполняющие функции больниц скорой помощи и станции скорой помощи	10 тыс. жителей	1 автомашина скорой помощи
Поликлиники, в том числе амбулатории	На 100 сотрудников На 100 посетителей	5-7 2-3

Спорт, культура и досуг являются одними из важнейших сфер повседневной жизни человека, степень удовлетворенности потребностей в этих сферах является

показателем его социального положения. Уровень развития индустрии объектов спорта и культурно-досугового сектора является прямым отражением уровня дохода населения. Помимо дохода населения на структуру и число рассматриваемых объектов влияют такие факторы как мода, потребность в поддержании имиджа просвещённого человека и многое другое. Сфера индустрии данных объектов представляет собой комплекс различных отраслей и видов деятельности. Выделяют следующие типы предприятий относимых к индустрии спорта, досуга и культуры:

- предприятия, деятельность которых полностью ориентирована на удовлетворение потребностей в спорте;
- предприятия, деятельность которых полностью ориентирована на удовлетворение потребности в развлечениях;
- предприятия, деятельность которых частично ориентирована на удовлетворение потребности в развлечениях, наряду с культурно-просветительской, образовательной, воспитательной, спортивной или другой направленностью. Индустрия спорта, досуга, и культуры сформировалась к концу 20 века. Отличительной особенностью рассматриваемой индустрии в России в настоящее время является её интенсивное развитие в регионах, по утверждениям аналитиков развитие объектов досуга и развлечений идет активнее развития объектов розничной торговли. [92, 69]

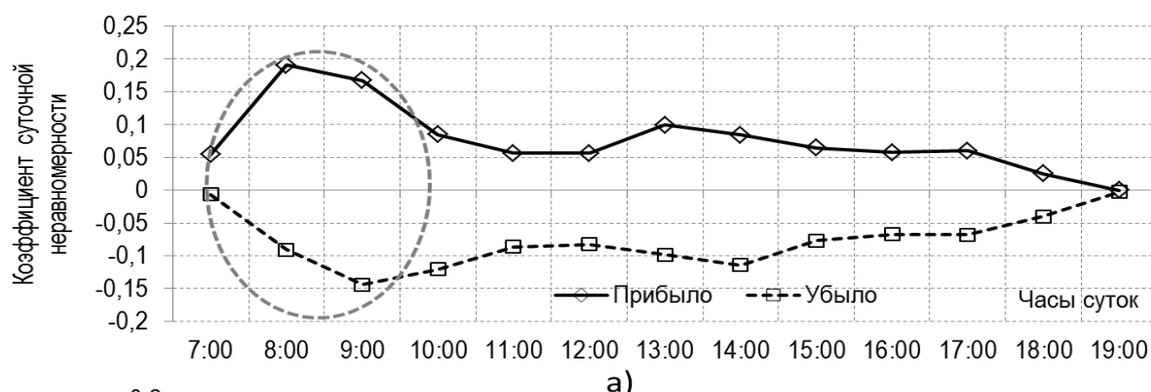
В группу «Здравоохранение, спорт, культура, досуг» входит множество объектов, описание наиболее распространённых из которых приводится ниже.

#### 4.3.2.1. «Поликлиники» (код 39)

Поликлиника является базовым уровнем медицинского обслуживания населения, следовательно, самым распространённым медицинским учреждением в городах. Согласно строительным нормам, площадь поликлиники должна составлять 1000 квадратных метров на 100 посетителей в смену, но не менее 3000 квадратных метров. Радиус обслуживания поликлиники следует принимать не

более 1000 метров, при этом в условиях современной плотной застройки в крупных городах ежедневный поток посетителей доходит до 1500 – 2000 человек. Число парковочных мест возле поликлиник по тем же нормативам составляет 2-3 места на 100 посетителей, что при нынешнем уровне автомобилизации, разумеется, недостаточно [11, 31]. Поликлиники, как правило, располагают в собственных зданиях, либо на первых этажах жилых домов, в непосредственной близости от магистральной улицы. Поликлиники работают в будни и выходные дни (суббота) в основном с 08:00 до 20:00 (до 15:00 – по субботам). Детская городская поликлиника — это ведущее амбулаторно-поликлиническое учреждение по оказанию медицинской помощи детям от рождения и до 17 лет включительно. Детская поликлиника может быть самостоятельным учреждением, а может являться структурным подразделением детской областной (краевой, республиканской, окружной) и центральной районной больниц. В настоящее время часть детских поликлиник реорганизованы в отделения городских поликлиник, оказывающих помощь, как взрослому населению, так и детям.

Для примера функционирования объектов «Поликлиники» были использованы детская поликлиника №6 и поликлиника для взрослых №17 города Иркутска. Обе поликлиники находятся в равном удалении от магистральной улицы – 50 м. Общая площадь территории занимаемой поликлиниками составляет 2619 и 2500 м<sup>2</sup>. соответственно. Суточная генерация посетителей детской поликлиники в будние дни лежит в пределах 1500-2000 человек, генерация посетителей взрослой поликлиники в среднем схожая. Яркие выраженные пики посещения для рассматриваемых поликлиник, приходящимся на утренние часы с 8:00 до 11:00 (рис. 4.33).



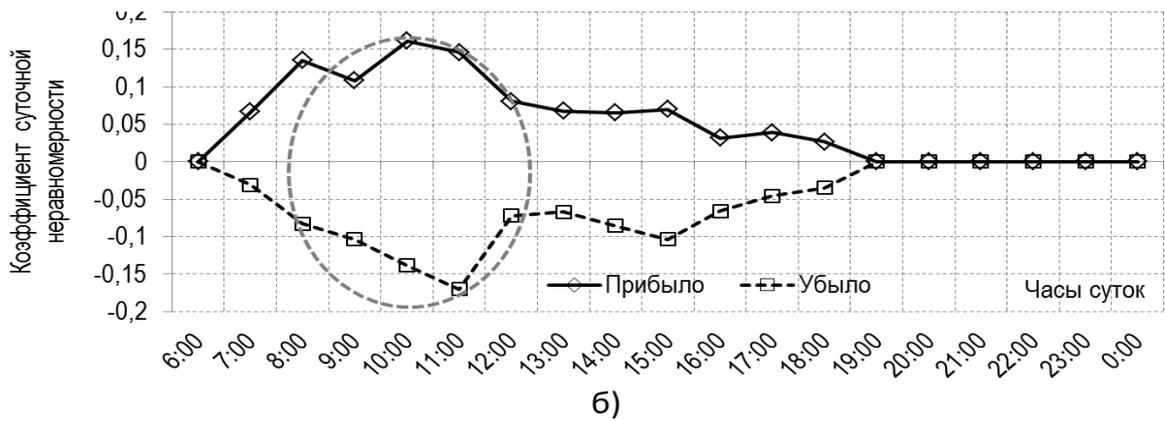


Рисунок 4.33 – Коэффициенты суточной неравномерности для объектов «Поликлиники»: а) детская; б) взрослая

Особенность распределения посетителей к данному типу объектов тяготения заключается в значительно большей доле посетителей прибывающих без ИТ (рис. 4.34). Коэффициент наполнения автомобиля составляет 1,5 – 2,2 человека.

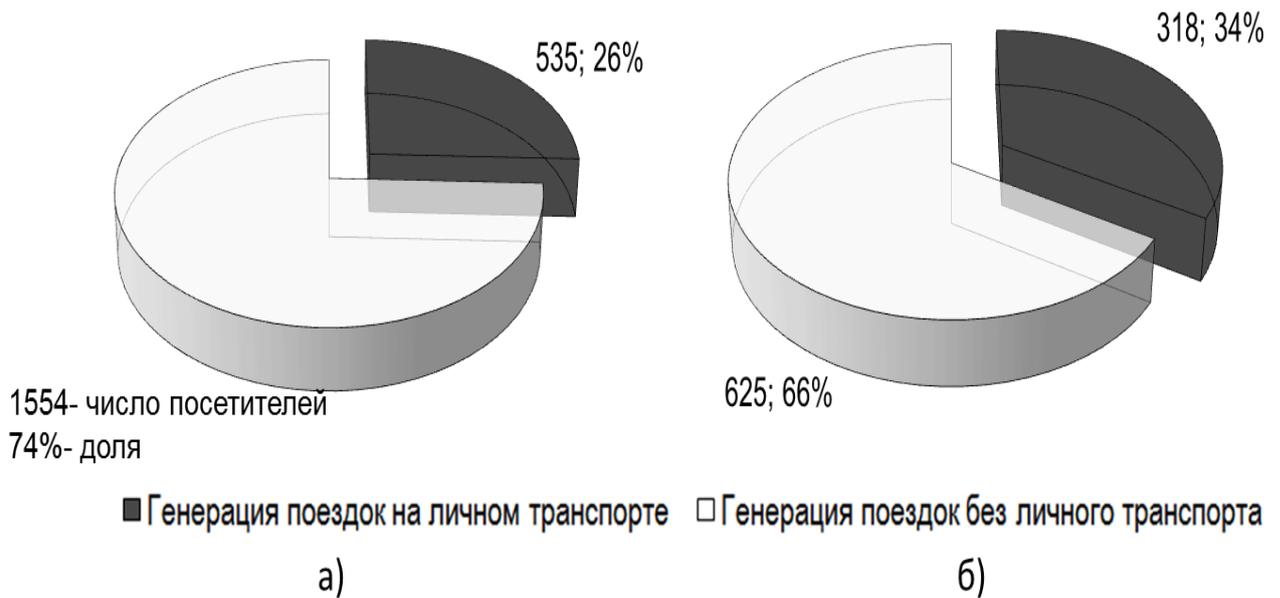


Рисунок 4.34 – Распределение посетителей поликлиник на ИТ и без ИТ: а) детская; б) взрослая

Среднее наполнение автомобиля составляет 1,5 – 2,2 человека. Величина среднего наполнения объясняется частым наличием сопровождающего для основного посетителя объектов здравоохранения.

## 4.3.2.2. «Бани, Сауны» (код 322)

Площадь оздоровительного комплекса с минимальным набором услуг – баня, сауна, бассейн, массажный кабинет, комната отдыха и др. составляет не менее 150 м<sup>2</sup>. Располагают оздоровительные комплексы рядом с крупными жилыми комплексами или микрорайонами. Режим работы таких предприятий подразумевает санитарные дни, график работы с 9:00 до 00:00.

Для примера функционирования объекта «Бани, сауны» был взят типичный оздоровительный комплекс «Тройка» расположенный в городе Иркутске. Общая площадь данного комплекса, с учетом парковки составляет 1872 м<sup>2</sup>. Суточная генерация посетителей в будние и выходные дни лежит в пределах 30-40 человек, с ярко выраженным пиком в вечерние часы по будним дням, в выходные дни генерация имеет равномерный характер (рис. 4.35).

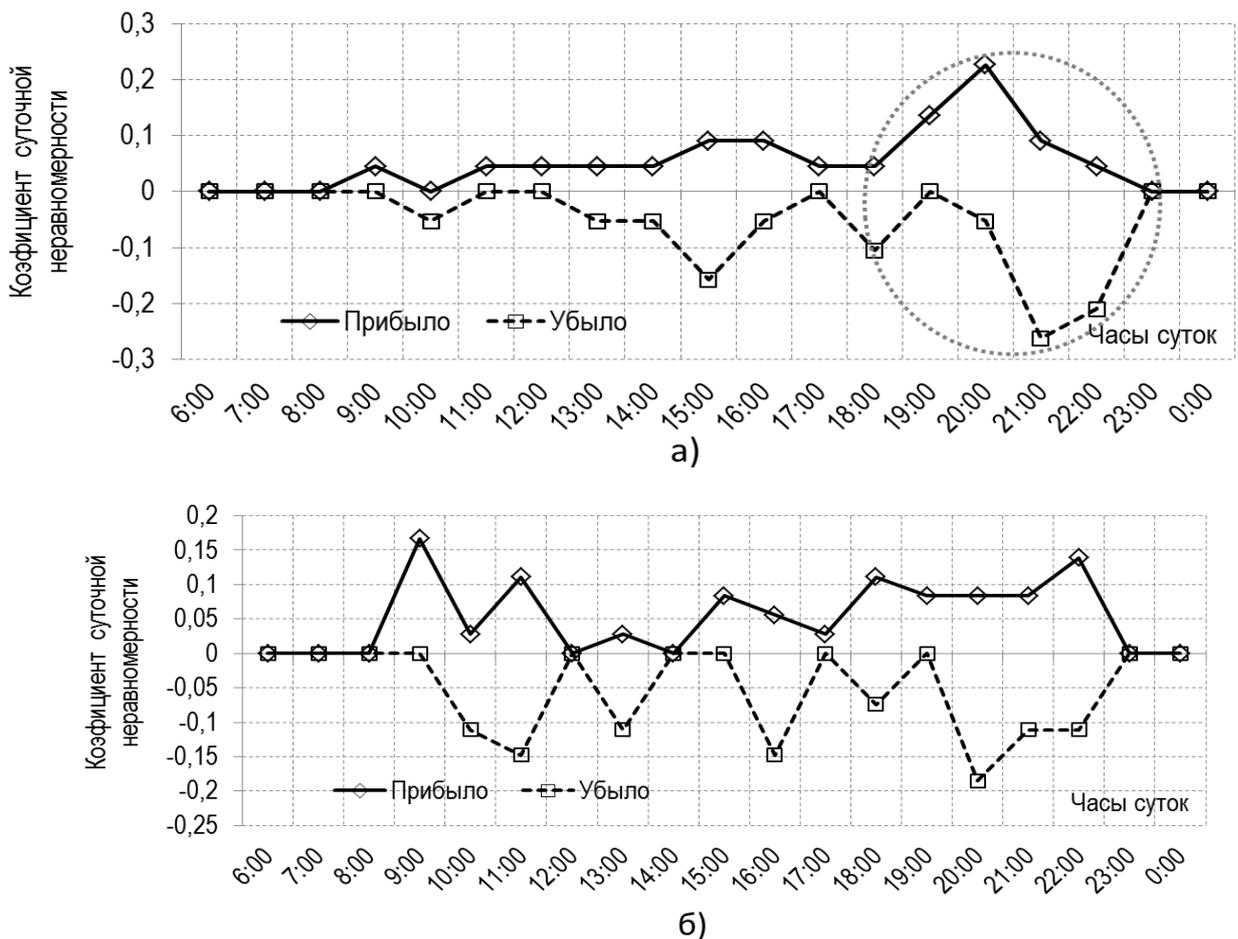


Рисунок 4.35 – Коэффициенты суточной неравномерности для типичного оздоровительного комплекса: а) будний; б) выходной день

Еще одной особенностью функционирования данного объекта связанного с его спецификой является посещение исключительно на ИТ. Среднее наполнение автомобиля в будние дни составляет 1,3 человека, в выходной – 1,5 человека.

#### 4.3.2.3. «Туристические базы» (код 328)

Под туристическими базами понимается комплекс сооружений для размещения, питания, а так же культурно-оздоровительного времяпровождения туристов. Чаще всего, турбазы создаются для туристов занимающихся различными видами активного отдыха, к которым можно отнести пешеходные, горные, лыжные, велосипедные походы и спуски по рекам. Туристические базы различаются по периодичности на базы сезонного функционирования (летний и зимний период) и круглогодичные. Услуги турбаз включают предоставление ночлега, питания и прокат спортивного инвентаря. В отдельных рекреационных районах активно функционирующие турбазы являются экономически значимыми объектами, создающими рабочие места для местного населения.

Для примера объекта «Туристические базы» была взята классическая туристическая база «Красный дом», расположенная в пяти километрах от города Иркутска. Общая площадь занимаемой территорией базы составляет 10000 м<sup>2</sup>.

Особенность распределения посетителей к данному объекту тяготения заключается в преобладании доли посетителей прибывающих на ИТ, над долей посетителей прибывающих на без ИТ (рис. 4.36).

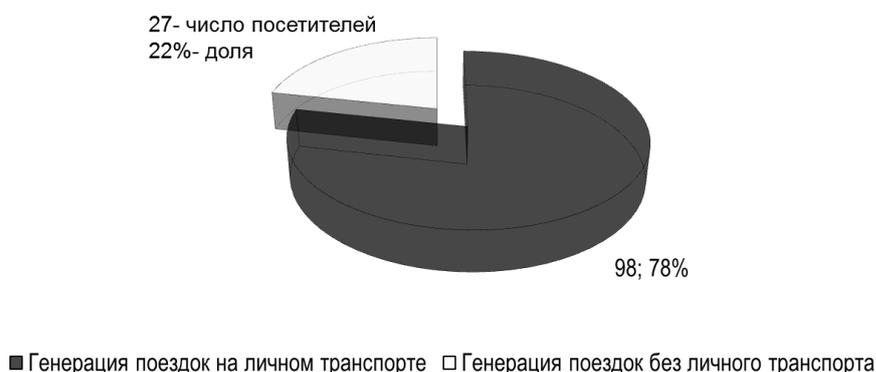


Рисунок 4.36 – Распределение посетителей туристической базы на ИТ и без ИТ

Суточная генерация посетителей в выходные дни составила 125 человек, с выраженным пиком активности, приходящимся на обеденное время с 11:00 до 14:00 (рис. 4.37).

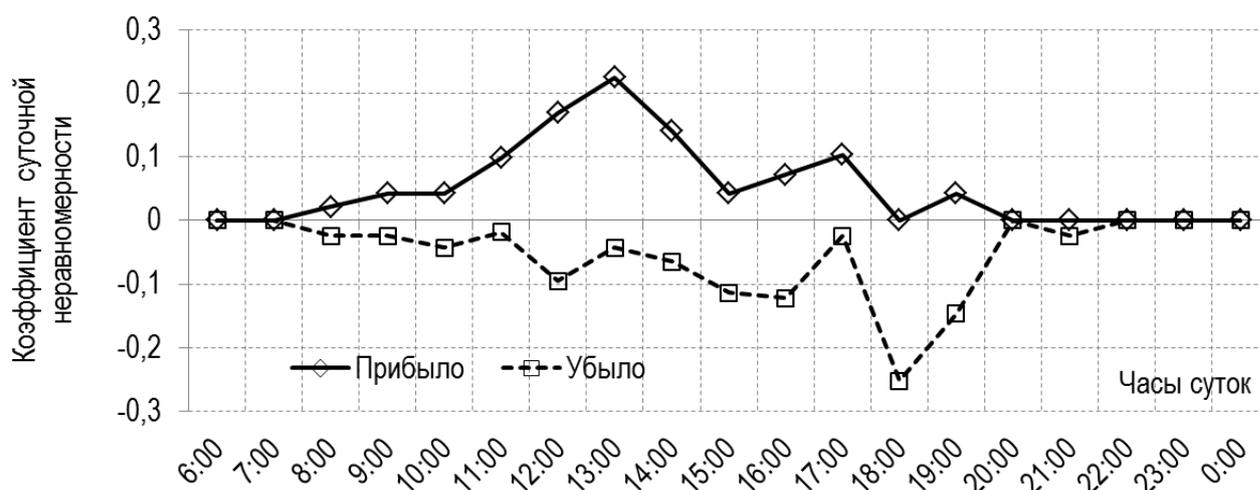


Рисунок 4.37 – Коэффициенты суточной неравномерности для типичной туристической базы

Среднее наполнение автомобиля составляет 2,6 человека. Такое относительно высокое среднее наполнения объясняется посещением туристических баз, преимущественно компаниями от 3-4 человека.

#### 4.3.3. Основные характеристики функционирования группы объектов «Офисы»

Под группой объектов «Офисы» подразумеваются здания и помещения, в которых работают сотрудники предприятия. В офисе осуществляются прием клиентов, обработка и хранение данных связанных с деятельностью предприятия и т.п. Все объекты группы «Офисы» разделяются на два больших направления: занимающиеся продажей и занимающиеся обслуживанием. Площадь офисного помещения зависит от числа сотрудников предприятия и варьируется от 20 и до тысяч квадратных метров.

В настоящее время офисные помещения располагаются, в основном, в деловых центрах, в собственных зданиях предприятия или на первых этажах жилых домов. Режим работы офисов зависит от специфики предприятия (вплоть

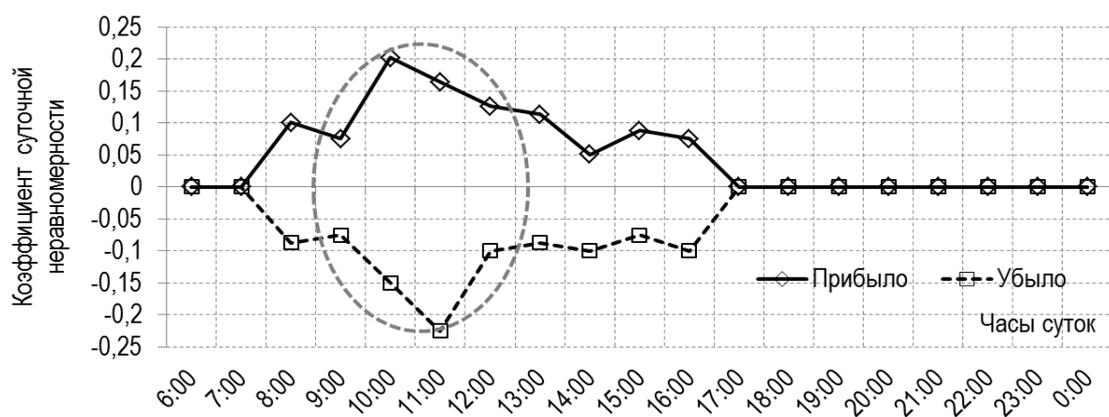
до ежедневного и круглосуточного) [15]. Особенностью всех офисных помещений считается их расположение в местах крупных потоков людей, таких как станции метро, улицы в центральной части города. Следует отметить, что парковки офисных зданий расположенных в центральной части города – преимущественно уличные (под парковку используется край проезжей части), в будние дни являются основным фактором снижения пропускной способности прилегающей улично-дорожной сети.

Учреждения государственной власти также входящие в группу «Офисы» являются основными объектами управления и регулирования жизни населения в городе, базовой задачей основных учреждений является оказание компетентных услуг населению. При этом, чем выше статус населенного пункта, тем большими площадью, функциями и, следовательно, большим радиусом обслуживания обладает данное учреждение. Особенность функционирования учреждений государственной власти заключается в отсутствии конкуренции, тем не менее, данные объекты располагают в центрах городов и районов на проектных стадиях планировки города, спрос к данным учреждениям носит, чаще всего, эпизодический характер. Режим работы учреждений государственной власти различен, но в основном не выходит за рамки рабочей недели, часы работы в среднем с 8:00 до 18:00. Ниже приводится описание характеристик функционирования наиболее распространенных в городской среде объектов подпадающих под категорию «Офисы».

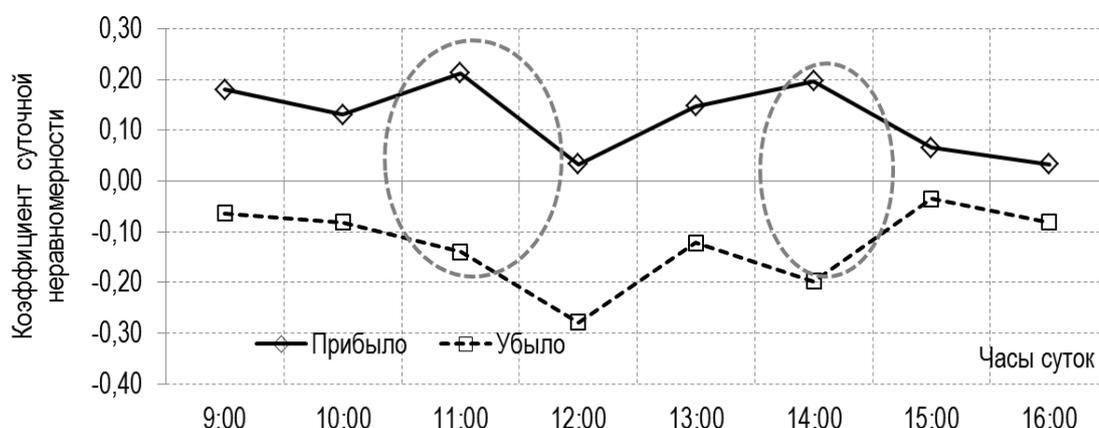
#### 4.3.3.1. «Нотариусы» (код 44)

Согласно специфике предоставляемых услуг, нотариальные конторы, как правило, размещаются в центре города (округа) рядом с юридическими фирмами, агентствами по недвижимости и другими объектами, посетители которых, часто обращаются к помощи нотариусов. График работы нотариальной конторы помимо основных пяти рабочих дней часто включает субботу, но на прием посетителей отводится не более четырех дней, режим рабочего дня с 09:00 до 17:00.

Для примера функционирования объектов «Нотариусы» были использованы нотариальные конторы, расположенные в городе Иркутске и городе Черемхово. Площадь помещений занимаемых конторами составляет 60 и 218 м<sup>2</sup>. соответственно. Суточная генерация посетителей в будние дни лежит в пределах 60 – 80 человек, с выраженным пиками в утренний и послеобеденный периоды (рис. 4.38).



а)



б)

Рисунок 4.38 – Коэффициенты суточной неравномерности для объектов «Нотариусы»: а) контора в Иркутске; б) контора в Черемхово

Распределения посетителей к данному типу объектов тяготения характеризуется увеличенной долей посетителей прибывающих на ИТ, по сравнению с посетителями, прибывающими без ИТ (рис. 4.39).

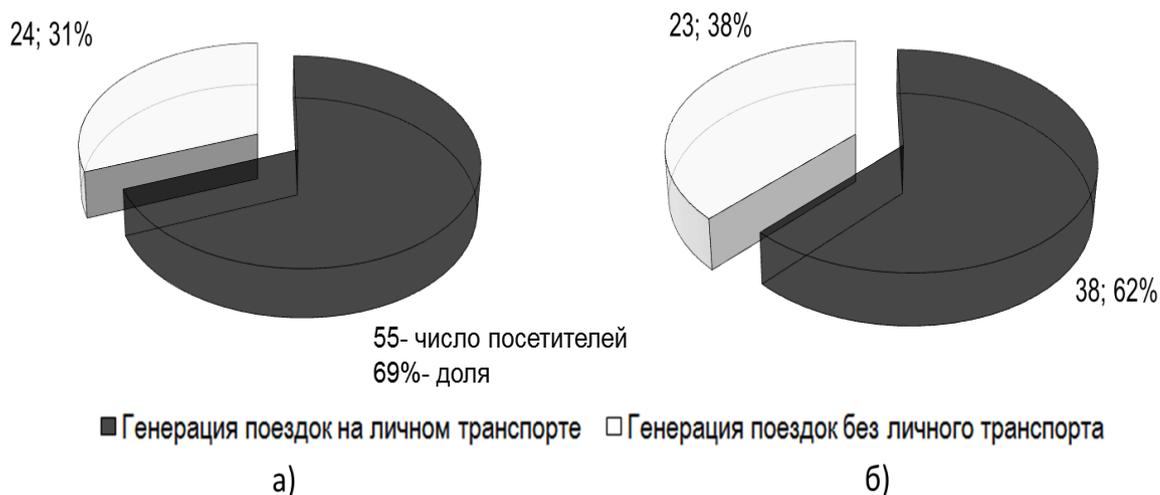


Рисунок 4.39 – Распределение посетителей к нотариальным конторам на ИТ и без ИТ: а) в Иркутске; б) в Черемхово

Среднее наполнение автомобиля для нотариальной конторы в Иркутске составляет 1,6 человека, в Черемхово – 1,8 человека.

#### 4.3.3.2. «Туристические агентства» (код 430)

Офисы туристических агентств, могут располагаться как, в деловой части города с удобным подъездом и парковкой, что важно для обслуживания индивидуальных клиентов, так и в местах с максимальной плотностью людского потока, которыми являются торговые центры, станции метро, а так же проспекты центральной части города. Собранные статистические данные (количественные характеристики функционирования ЦТКБН) позволили бы получить уравнения, оценивающие транспортный спрос, но учитывая весьма высокое разнообразие факторов влияющих на транспортный спрос, в рамках данной диссертационной работы рассмотреть и учесть все их разнообразие не представляется возможным. По этому приводятся их основные характеристики, полагая, что транспортный спрос будет рассчитываться на основе удельной генерации корреспонденций, что дает меньшую точность (по сравнению с данными из уравнений), но не оставит исследователей без информации.

#### 4.4. Статистическая оценка основных количественных характеристик

Целью статистического анализа основных количественных характеристик объектов тяготения было установление среднего значения данных характеристик, по средствам применения общепринятого математического метода проверки гипотезы о том, что крайние значения выборки являются артефактами. Использование данного метода позволит минимизировать ошибку среднего [44].

Для примера произведем проверку гипотезы на данных удельной генерации передвижений формулы (3.1 – 3.3).

Рассчитывается стандартное отклонение:

$$\sigma = 0,6.$$

Рассчитывается среднее арифметическое:

$$x_{cp} = \frac{18,47}{30} = 0,6.$$

Определяются крайние значения выборки:

$$x_k = 2;0,007.$$

Рассчитывается критерий выпада:

$$T = \left| \frac{0,7 - 2}{0,6} \right| \geq T_m,$$

$$T = 2,5 \leq T_m = 2,6.$$

Если  $T > T_m$ , то гипотеза о принадлежности крайнего значения к данной выборке неверна, в противном случае крайнее значение принадлежит указанной выборке. В данном случае гипотеза подтверждается, крайнее значение принадлежит выборке. Ниже представленные диаграммы демонстрируют вариационный размах и средние значения удельной генерации передвижений, продолжительности парковки и доли посетителей прибывающих на ИТ по кодам объектов подписать данные (рис. 4.40 – 4.42).

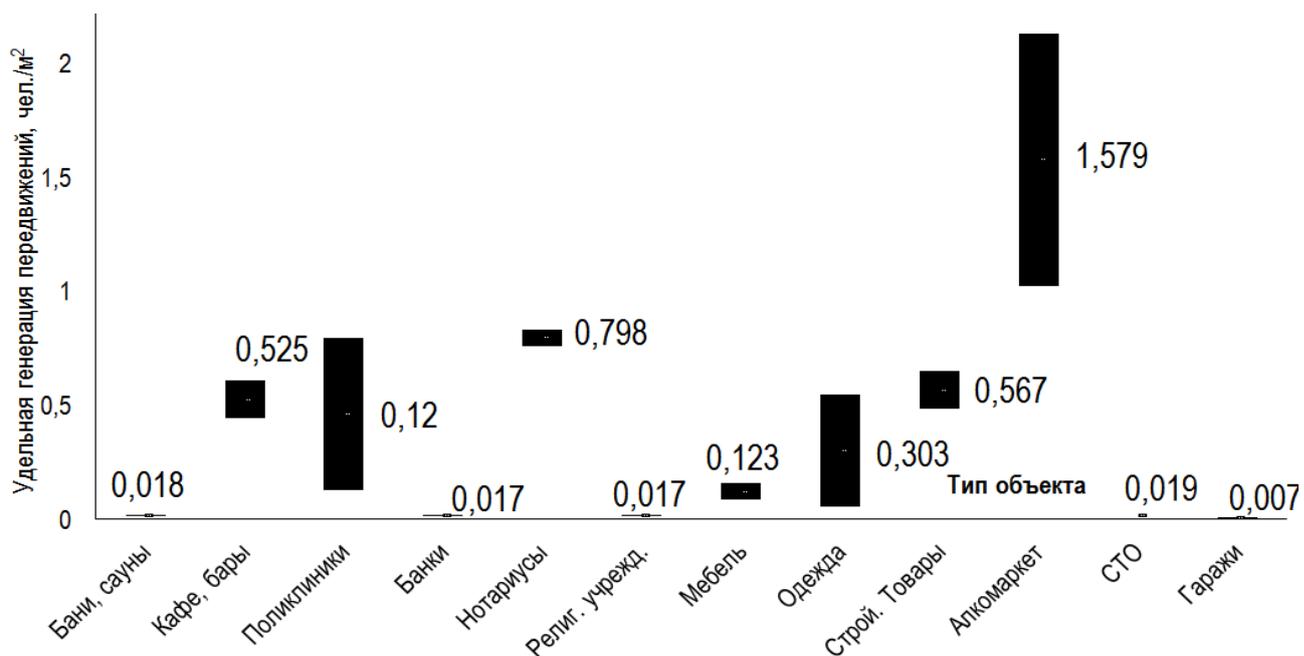


Рисунок 4.40 – Ошибка среднего и среднее значение генерации передвижений для ЦТКБН

Из диаграммы видно, что наибольшую ошибку среднего имеют типы объектов «Поликлиника», «Одежда» и «Алкомаркет». Столь значительная ошибка среднего для данных типов объектов тяготения объясняется спецификой расположения на территории города.

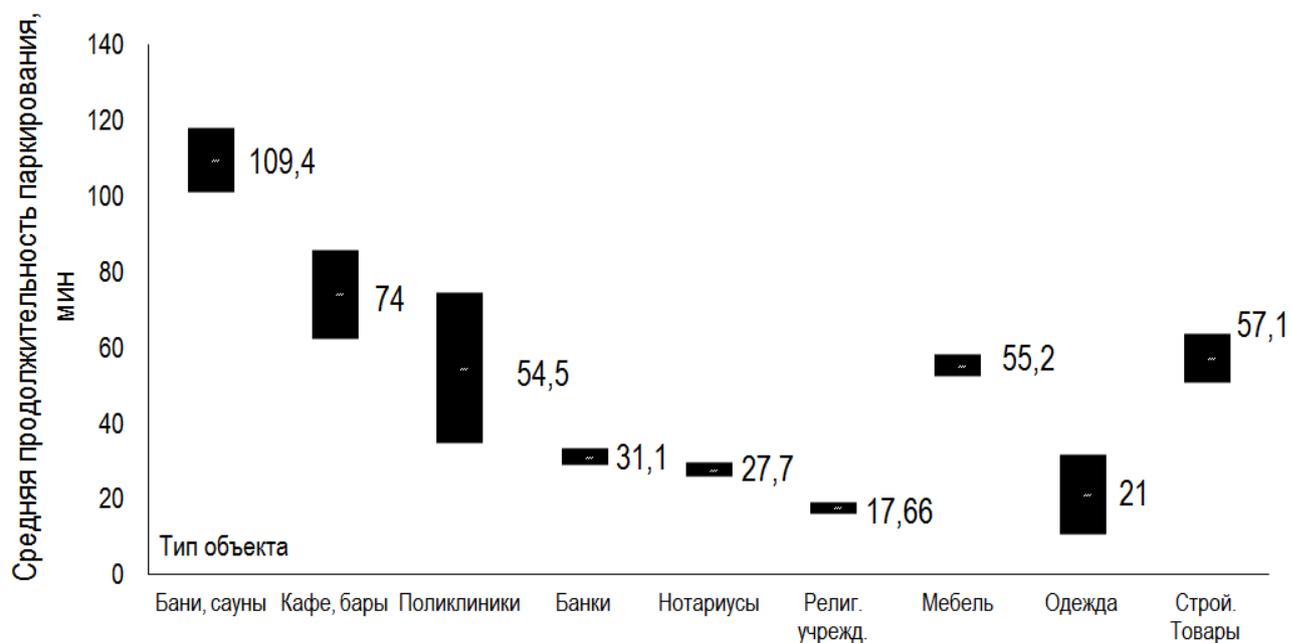


Рисунок 4.41 – Ошибка среднего и среднее значение продолжительности парковки для различных ЦТКБН

Из диаграммы видно, что ошибку среднего имеет объект типа «Поликлиника», что объясняется спецификой по продолжительности предоставляемых услуг.

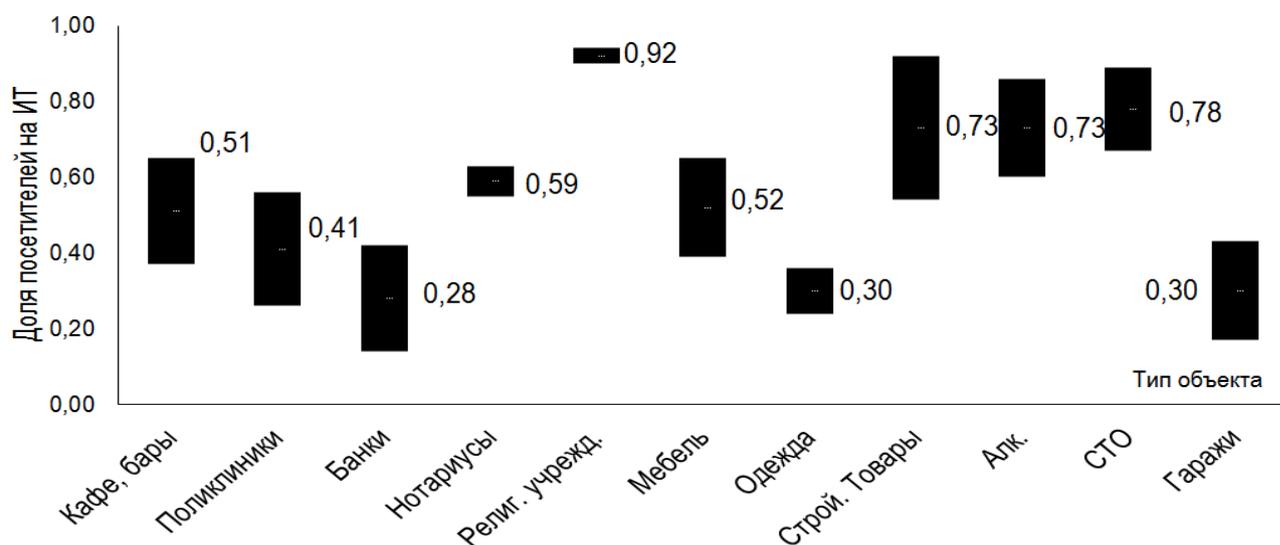


Рисунок 4.42 – Ошибка среднего и среднее значение доли посетителей прибывающих на ИТ для ЦТКБН

Из диаграммы видно, что наибольшую ошибку среднего имеют объекты типа «Строительные товары» и объекты сервиса услуг. Значительная ошибка среднего для объектов данных типов объясняется разнообразием расположения объектов в городе, как в шаговой доступности, так и за ее пределами.

#### 4.5. Статистическая оценка среднего наполнения автомобилей

Учет наполнения автомобилей, наиболее эффективный из способов, позволяющих выявить долю посетителей, прибывающих на ИТ. Среднее наполнение учитывалось как для прибывающих автомобилей, так и для убывающих (Приложение В). Имели место единичные случаи, когда среднее наполнение автомобиля по прибытию и убытию не совпадало. Но после проверки на критерий Стьюдента, было установлено, что как для укрупненных групп, так и для отдельных объектов (подгрупп) тяготения, разница по наполнению в массивах прибывающих и убывающих автомобилей не значима. По данным исследований среднего наполнения автомобилей был произведен статистический анализ,

направленный на выявление среднего значения данных по типам объектов тяготения (рис. 4.43 – 4.45).

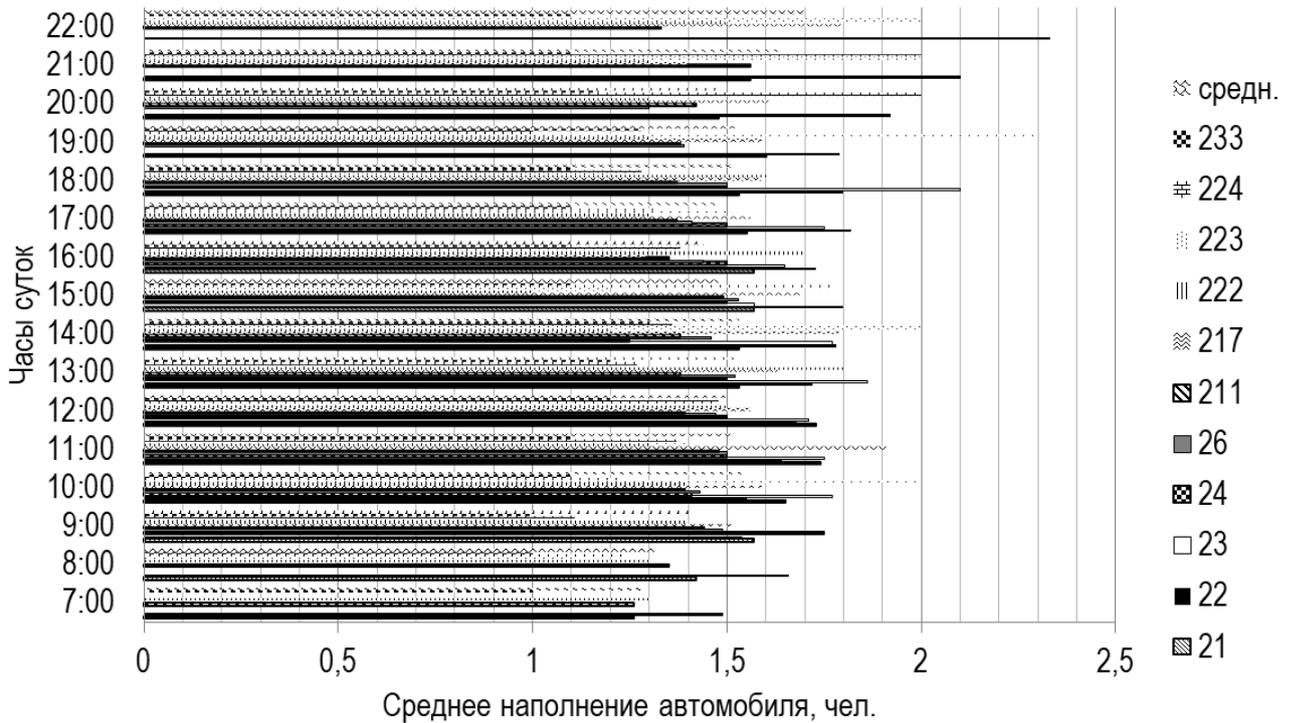


Рисунок 4.43 – Среднее наполнение автомобилей по прибытию для объектов укрупненной группы «Торговля, общепит, сфера услуг»

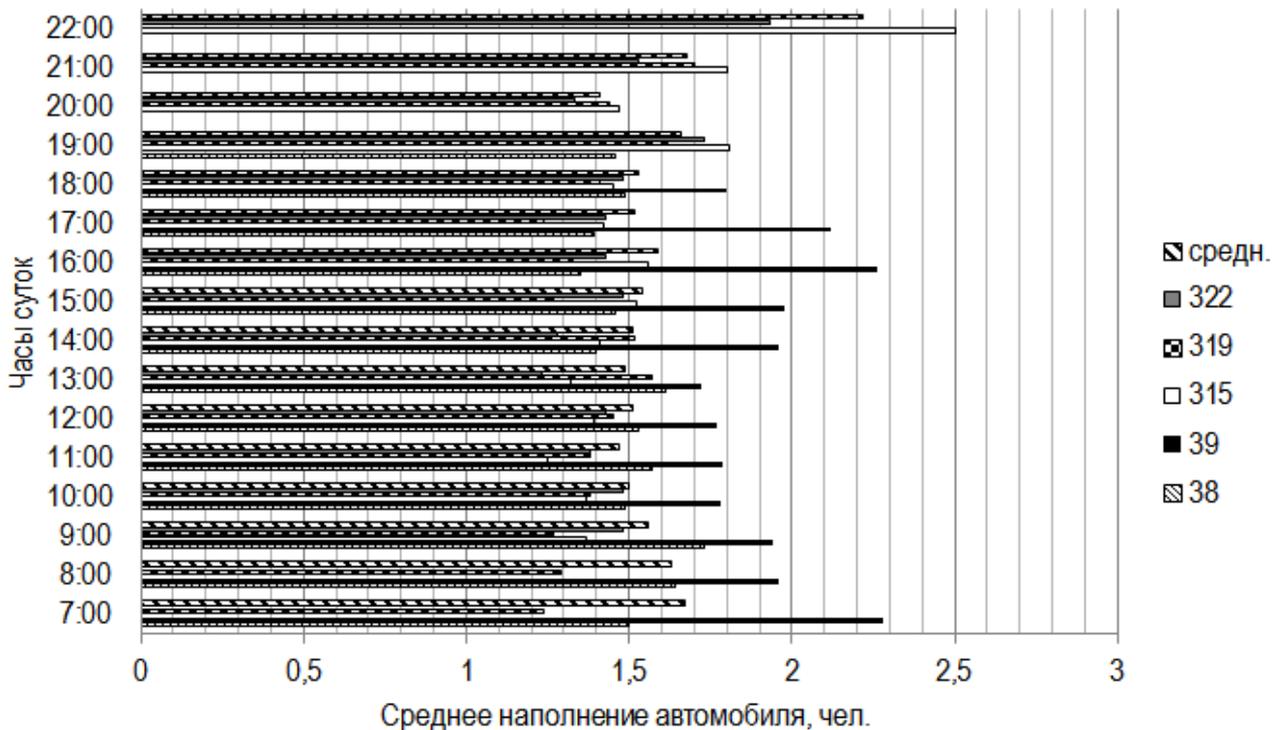


Рисунок 4.44 – Среднее наполнение автомобилей по прибытию для объектов укрупненной группы «Здравоохранение спорт, культура, досуг»

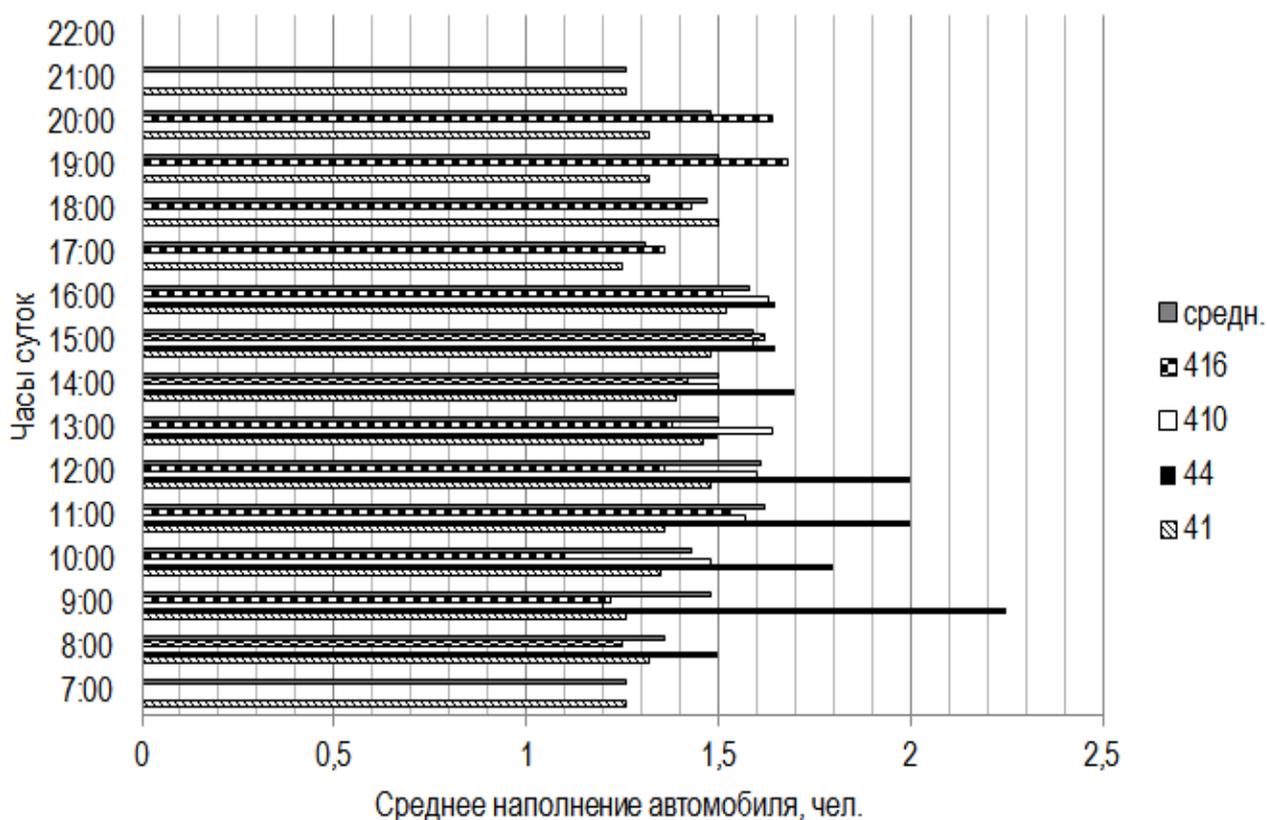
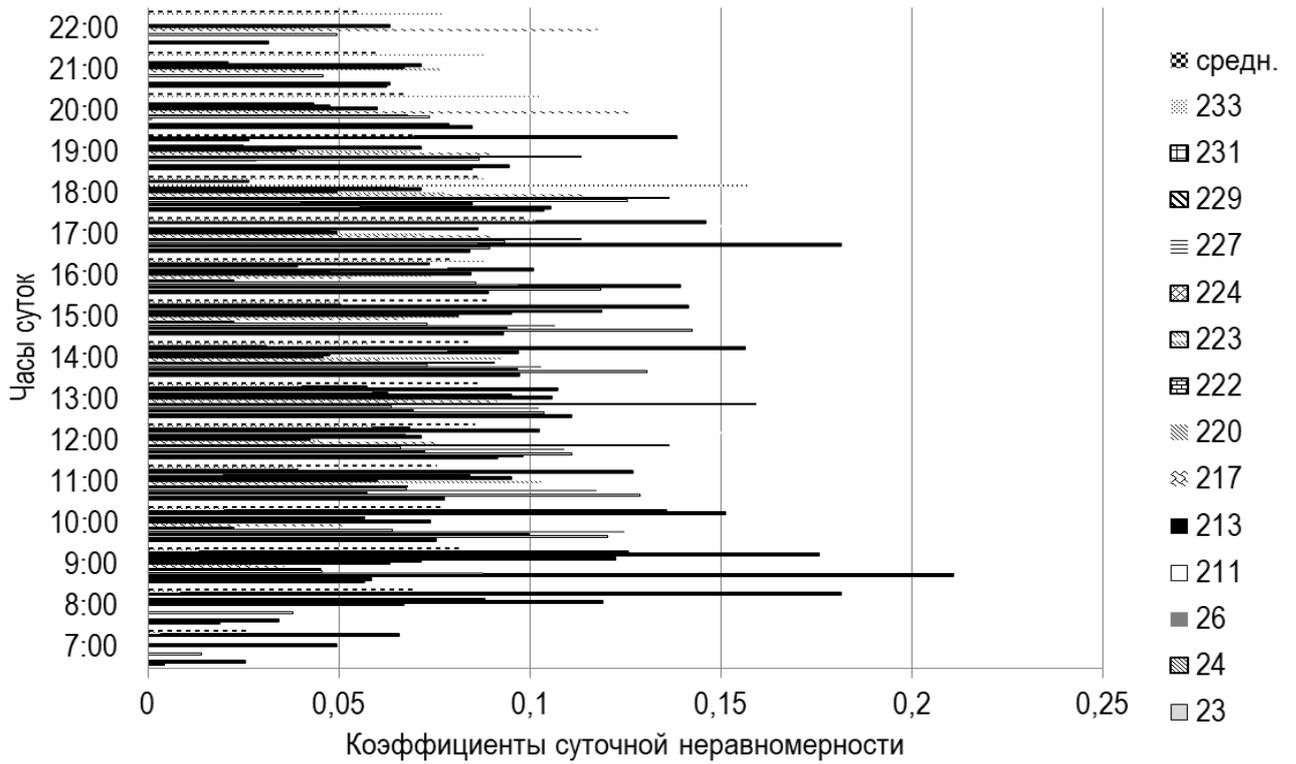


Рисунок 4.45 – Среднее наполнение по прибытию для объектов укрупненной группы «Офисы»

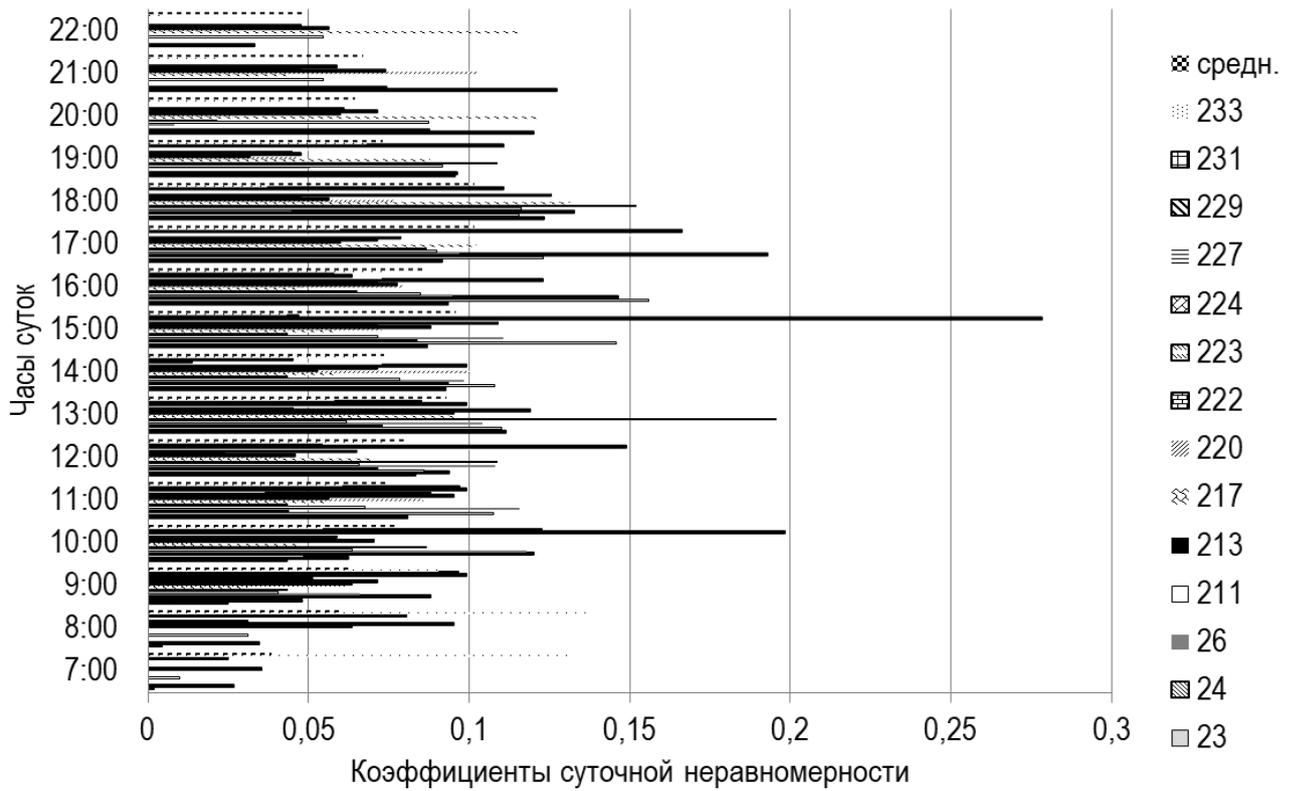
Среди всех укрупненных групп наибольшее среднее наполнение наблюдается у группы «Здравоохранение спорт, культура, досуг» 2,5 чел. для объектов «Кинотеатры». Высокое среднее наполнение объясняется спецификой посещения объекта, рассчитанного на групповое посещение.

#### 4.6. Статистическая оценка коэффициентов суточной неравномерности

Статистический анализ КСН как по укрупненным группам в целом, так и по отдельным типам объектов тяготения в частности позволил сделать ряд выводов характеризующих функционирование различных ЦТКБН (Приложение Г). По данным укрупненной группы объектов «Торговля, общепит, сфера услуг» были построены диаграммы КСН прибытия и убытия посетителей (рис. 4.46).



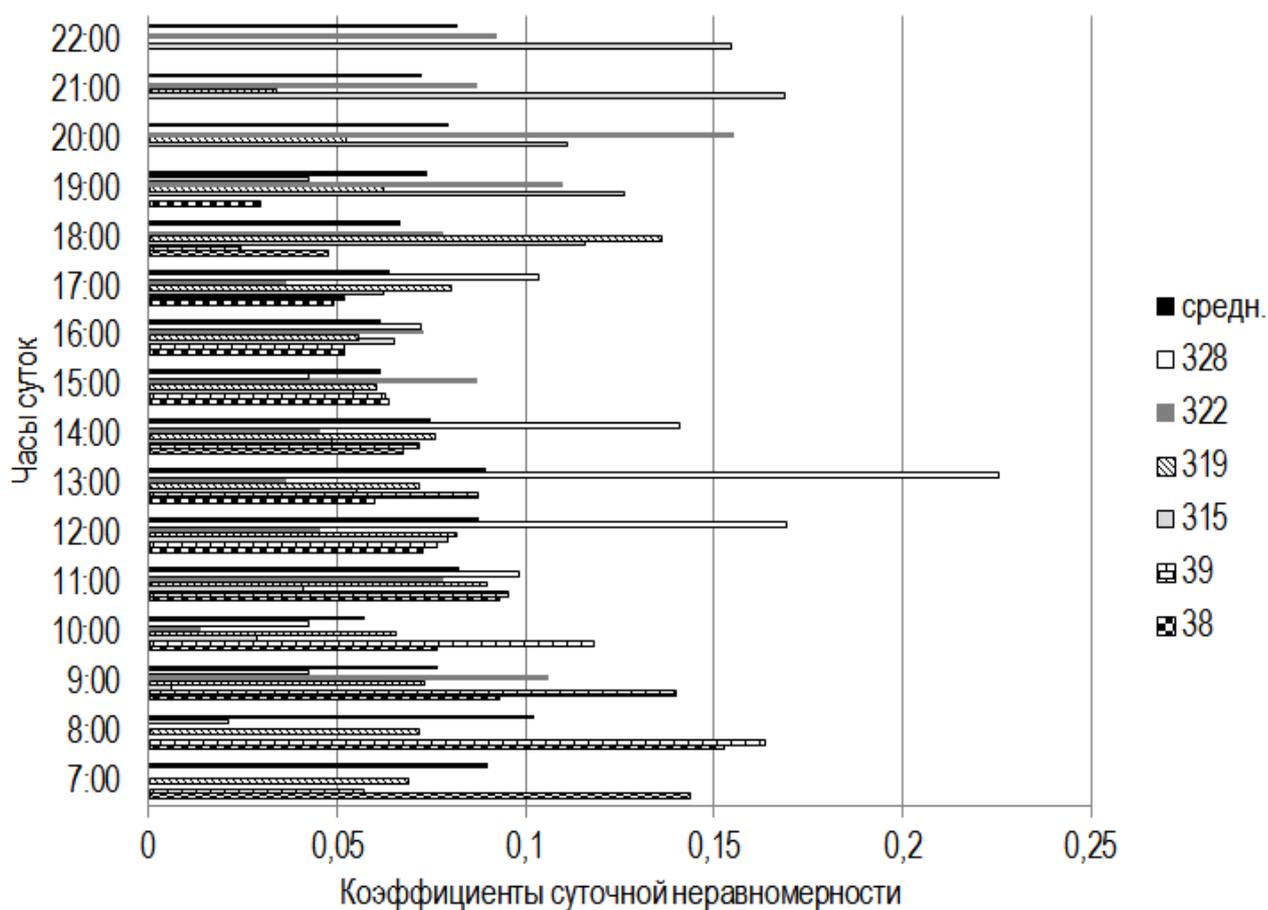
а)



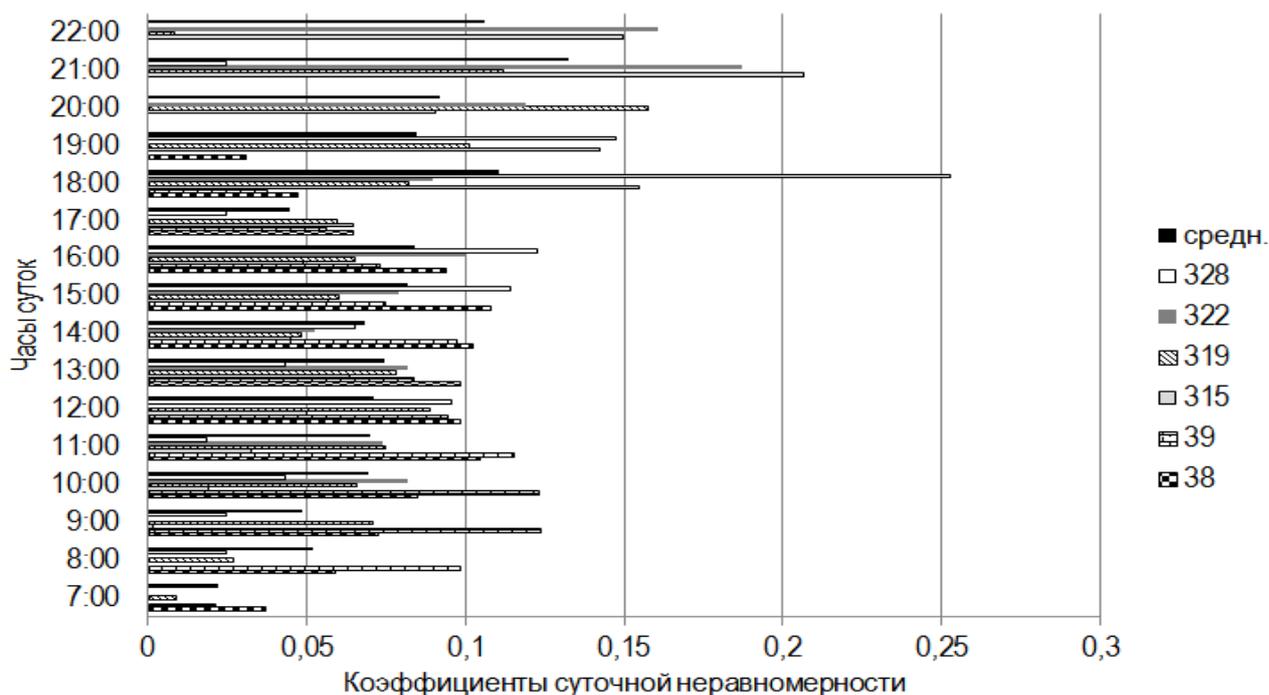
б)

Рисунок 4.46 – КСН по группе объектов «Торговля, общепит, сфера услуг» а) по прибытию; б) по убытию

Из диаграммы (рис. 4.46 а) видно, что наибольшая доля по прибытию в дневное время приходится на объекты типа «Одежда» (код 22) – 22,5 % посетителей прибывают к объекту в 09:00. Наибольшая доля прибывающих в вечернее время была отмечена у объектов типа «Кинотеатры» (код 402) – 17% и 15% соответственно в 21:00 и 22:00. Из диаграммы КСН по убытию (рисунок 4.46 б) видно, что наибольшая активность убытия посетителей принадлежит объектам типа «Туристические базы» – 25% посетителей покидают базу в 18:00. Значительная неравномерность наблюдается так же у объектов типа «Кинотеатры» и «Бани, сауны» – в 21:00 КСН для данных типов объектов составляет 20,5% и 18,5% соответственно. По данным укрупненной группы объектов «Учреждения государственной власти» были также построены диаграммы КСН прибытия и убытия посетителей (рис. 4.47).



а)

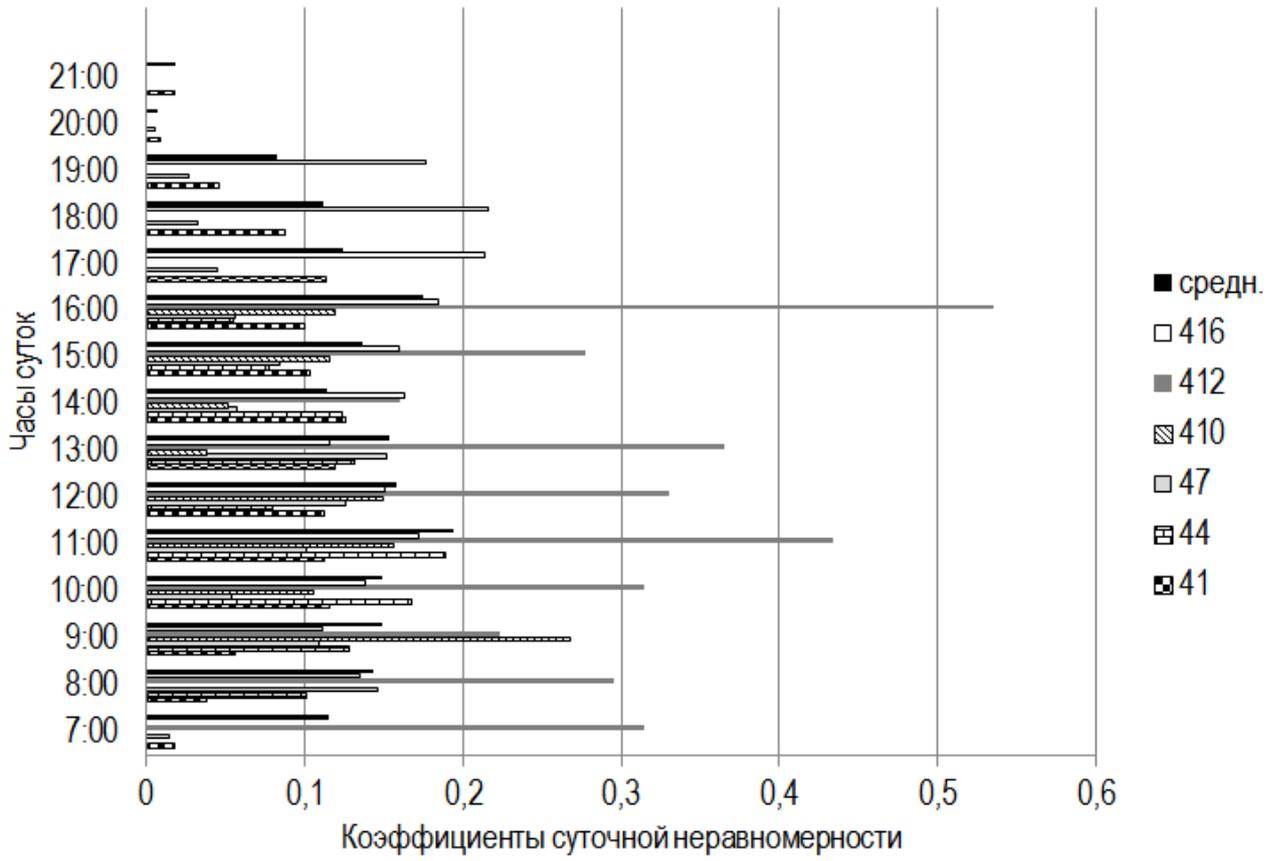


б)

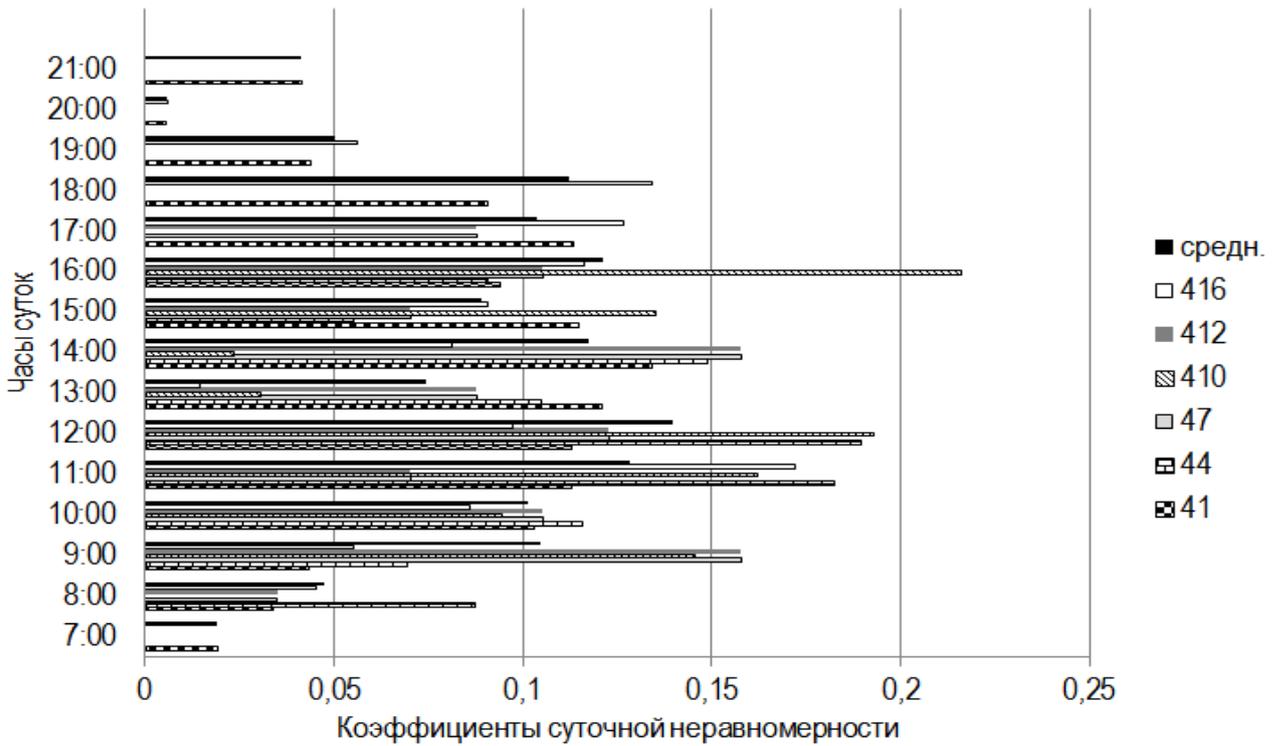
Рисунок 4.47 – КСН по группе объектов «Здравоохранение спорт, культура, досуг» а) по прибытию; б) по убытию

Из диаграммы (рис. 4.47. а) видно, что наибольшая доля прибывающих посетителей в дневные часы приходится на объекты типа «Туристические базы» (код 328) – 23,5 % посетителей прибывают к объекту в 13:00. Наибольшая доля прибывающих в вечернее время отмечается у объектов типа «Кинотеатры» (код 315) – 17% посетителей в 17:00 и 18:00. Из диаграммы КСН по убытию (рисунок 4.47. б) видно, что наибольшая активность убытия посетителей принадлежит объекту типа «Туристические базы» – 25,5% посетителей покидают объект в 18:00 соответственно.

Из построенных диаграмм КСН укрупненной группы объектов «Медицинские учреждения» видно, что наибольшая активность по прибытию в данные учреждения наблюдается в утренние часы – суточный максимум 15% посетителей в 08:00 (рис. 4.48 а). Наибольшая активность по убытию приходится на 09:00 и 10:00 – 13 %, а так же в послеобеденный период 10% в 15:00 (рис. 4.48 б).



а)



б)

Рисунок 4.48 – КСН по группе объектов «Офисы» а) по прибытию; б) по убытию

Из диаграммы (рис. 4.48 а) видно, что наибольшая доля прибывающих посетителей в дневные часы приходится на объекты типа «Общественные приемные» (код 412) – 53, % посетителей прибывают к объекту в 16:00. Наибольшая доля прибывающих в вечернее время отмечается у объектов типа «Почта, телеграф, АТС» (код 509) – 21% посетителей в 17:00 и 18:00. Из диаграммы коэффициентов суточной неравномерности по убытию (рисунок 4.48. б) видно, что наибольшая активность убытия посетителей принадлежит объекту типа «Общественные приемные» – 19% и 21,5% посетителей покидают объект в 12:00 и 16:00 соответственно.

#### 4.7. Методика организации дорожного движения к центрам тяготения культурно-бытового назначения

В результате выполненных исследований и последующего регрессионно-корреляционного анализа установлено влияние основных факторов на генерацию передвижений объектов тяготения с учетом особенностей транспортного спроса в городах РФ. Итоговым результатом исследования является методика позволяющая организовать дорожное движение к ЦТКБН на основе количественных характеристик городской территории.

Первым шагом методики является выбор типа объекта тяготения, на данном шаге из классификации ЦТКБН (Приложение А) выбирается тип объекта тяготения, если тип объекта в классификации отсутствует, дальнейший расчет проводится по укрупненному коду. Например, кинотеатры – код 315 по классификации, квест-комнаты – код в классификации отсутствует, в таком случае установление основных количественных характеристик и расчет числа передвижений следует проводить, основываясь на укрупненной группе – «Здравоохранение, спорт, культура, досуг».

На втором шаге методики осуществляется выявление основных характеристик объекта тяготения – устанавливается занимаемая им площадь, измеряются расстояния от объекта до магистральной улицы и до центра города.

Следующим шагом идет расчет числа передвижений, для которого используется удельная генерация по типу объекта. При отсутствии удельной генерации по типу, используется расширенная генерация по кластеру, если же удельная генерация отсутствует в кластере, данные берутся по укрупненному коду. По такому же принципу выбирается уравнение регрессии (формулы приведенные в таблицах 4.4. – 4.9. сведены в таблицу 4.11.), которое позволяет подобраться к четвертому шагу – расчету суточной генерации передвижений (Приложение Б).

Таблица 4.11 – Уравнения регрессии для расчета числа передвижений

Тип объекта (код)	Уравнение	Доверительные интервалы
Кинотеатры (315)	$E = (3,32 \cdot S) - (48,09 \cdot l_M) - (3,36 \cdot l_C)$	$1149 \leq S \leq 5046; 10 \leq l_M \leq 172; 1115 \leq l_C \leq 2480$
ФОКи (319)	$E = (0,07 \cdot S) - (0,49 \cdot l_M)$	$300 \leq S \leq 5000; 50 \leq l_M \leq 642$
Почта, телеграф (416)	$E = 493,87 - (1,73 \cdot S) - (0,31 \cdot l_M) /$ $G = -0,84 + (0,002 \cdot S_p) + (0,24 \cdot P_d) +$ $(0,04 \cdot \Delta_{tp})$	$70 \leq S \leq 150; 50 \leq l_M \leq 520; 167,57 \leq S_p \leq$ $536,46; 0,41 \leq P_d \leq 3,29; 17,72 \leq \Delta_{tp} \leq$ $66,55$
Продуктовые магазины (22)	$E = (1,23 \cdot S) + (0,01 \cdot l_C) /$ $G = -1,49 + (0,23 \cdot \Delta_{tp}) + (0,0005 \cdot l_C)$	$32 \leq S \leq 3500; 900 \leq l_C \leq 7769; 17 \leq \Delta_{tp} \leq$ $51$
МТЦ (21)	$E = 0,73 \cdot S$	$270 \leq S \leq 50879$
Аптеки (211)	$G = -2,46 + (0,37 \cdot C) + (0,101 \cdot \Delta_{tp}) +$ $(0,04 \cdot N)$	$2 \leq C \leq 12; 18 \leq \Delta_{tp} \leq 52; 1 \leq N \leq 61$

\*  $E$  – суточная генерация передвижений, чел./сут.;  $S$  – площадь объекта тяготения, м<sup>2</sup>;  $l_M$  – удаленность объекта тяготения от магистральной улицы, м;  $l_C$  – удаленность объекта тяготения от центра города, м,  $P_{cp}$  – средняя продолжительность парковки, мин;  $G$  – удельная генерация корреспонденций, совершенных к объекту за рассматриваемый период (сутки), чел./м<sup>2</sup>.;  $C$  – число конкурентов, ед.;  $N$  – число филиалов, ед.;  $\Delta_{tp}$  – среднее время передвижения, мин.;  $S_p$  – площадь парковки, м<sup>2</sup>;  $P_d$  – пешеходная доступность остановочного пункта, мин.

Пятым шагом следует расчет часовой генерации передвижений по средствам использования КСН (Приложение Г). Расчет производится по формуле 4.1:

$$E_i = E \cdot KCH_i, \quad (4.1)$$

где  $E_i$  – генерация передвижений для  $i$ -того часа, чел./час.;  $KCH_i$  – коэффициент суточной неравномерности для  $i$ -того часа.

Следующим шагом идет расчет доли посетителей прибывающих на ИТ, используя данные по наполнению автомобилей для данного типа объекта

тяготения с последующим выявлением интенсивности транспортных средств. Суточная интенсивность транспортных средств рассчитывается по формуле 4.2:

$$N_{ИТсут} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{E_i \cdot d_{ИТ}}{P_{ИТi}} \right), \quad (4.2)$$

где  $N_{ИТсут}$  – суточная интенсивность транспортных средств, ед./сут;  $d_{ИТ}$  – доля посетителей прибывающих на ИТ, чел. (см. Приложение Б);  $P_{ИТi}$  –наполнение автомобиля за  $i$ -тый час, чел. (см. Приложение В).

Рассчитанная интенсивность транспортных средств позволит произвести расчет необходимого числа парковочных мест, а так же загрузку запутывающего пересечения. Необходимое число парковочных мест к рассматриваемому кинотеатру рассчитывается по формуле 2.25

Шагом, идущим параллельно с расчетом доли посетителей на ИТ, следует расчет доли посетителей, прибывающих на без ИТ. Полученные из расчета данные могут служить для выявления мощности пешеходной инфраструктуры (пропускная способность остановочных пунктов, интервалы движения ОТ, провозная способность маршрута, пропускная способность пешеходных дорожек).

Наиболее значимым является 8-ой шаг методики, направленный на разработку организации дорожного движения. Его суть сводиться к разработке ПОД на основе спрогнозированной интенсивности ИТ к ЦТКБН. При этом важно учесть особенности ОДД (число полос на второстепенных и главных подходах, ширину полос движения, радиусов кривых в плане, продольных уклонов) и др. факторов, используемых в данном виде проектирования. В случае, наличия нескольких пересечений, осуществляющих запитывание, рассматриваемого ЦТКБН, интенсивность ИТ следует разделить пропорционально интенсивности транспортного потока в главном направлении, которое в подавляющем большинстве случаев является транзитным.

После расчета суточной генерации передвижений появляется возможность решения еще одной инженерной задачи, заключающейся в установлении емкости ТРР по культурно-бытовым целям. Решению этой задачи предшествуют два этапа.

Расчета суточной генерации передвижений к ТРР подразумевает под собой суммарную суточную генерацию передвижений по всем ЦТКБН находящимся в рассматриваемом ТРР. Далее по этим же объектам рассчитываются средневзвешенные КСН.

В итоге получаемую емкость ТРР можно будет разбить по часам с установлением пиковых значений. Принципиальная схема оценки транспортного спроса к ЦТКБН представлена на рисунке 4.49.

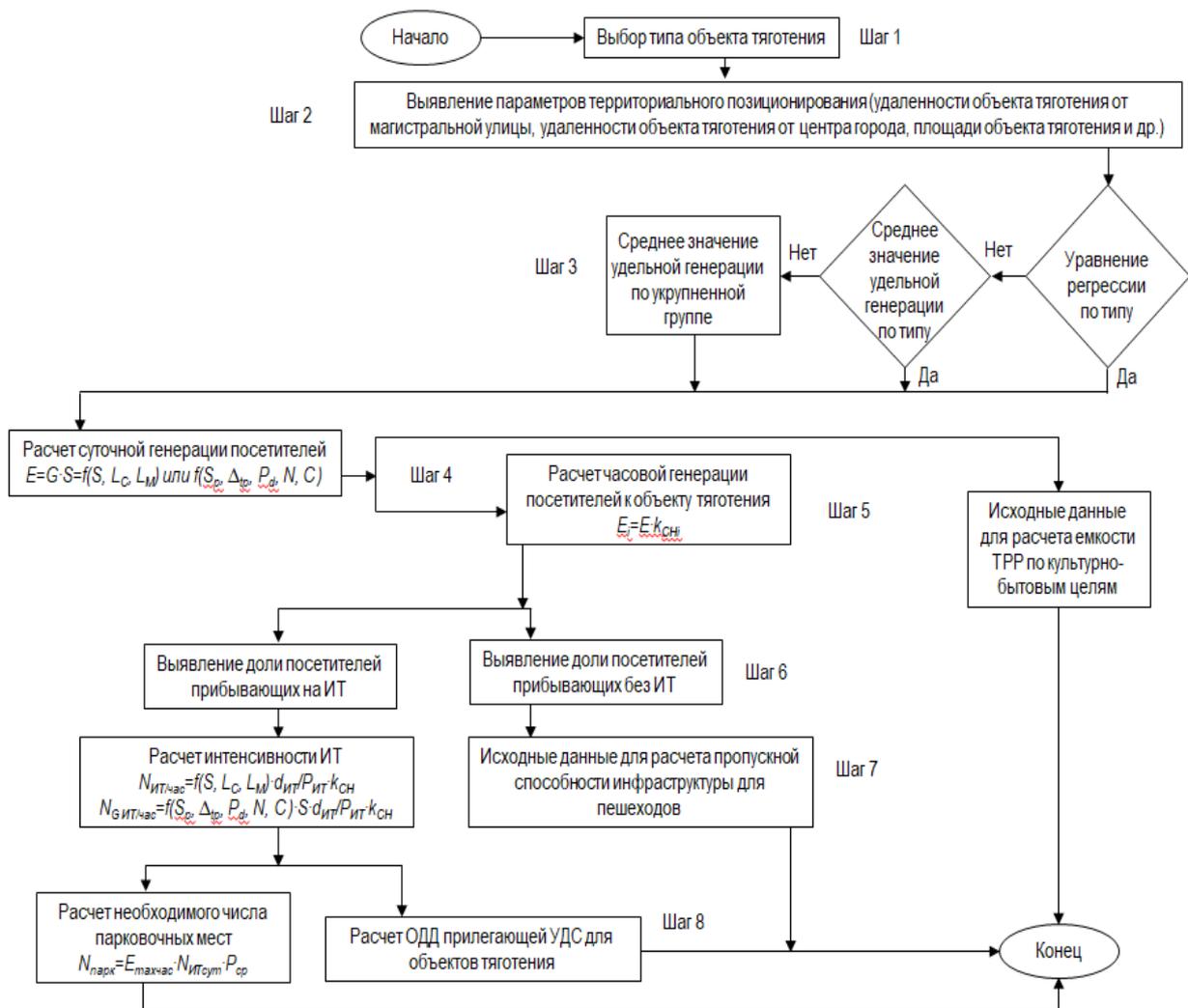


Рисунок 4.49 – Принципиальная схема оценки транспортного спроса к ЦТКБН

#### 4.8. Пример использования методики

Используя методику, приведенную в пункте 4.8. диссертационной работы, необходимо дать техническую оценку на основании сравнения полученных данных с данными функционированием реальных ЦТКБН. Примерами

использования методики послужили классические центры тяготения культурно-бытового назначения. Для города с численностью свыше 250 человек был взят объект типа продуктовые магазины «Универмаг» (г. Ангарск), для города с численностью 620 тыс. человек использовался кинотеатр «Чайка» расположенный в г. Иркутск, для города с численностью 1,1 млн. человек был взят МТЦ «Комсомолл» (г. Красноярск).

ЦТКБН расположенный в г. Ангарск относится к типу «Продуктовый магазин». Площадь территории занимаемая объектом составляет 2700 м<sup>2</sup>, расстояние от объекта до магистральной улицы составляет 10 м, расстояние от объекта до центра города составляет 1200 м. Согласно типу объекта значение удельной генерации передвижений составляет 1,106667 чел./м<sup>2</sup>, при вариационном размахе 0,398519/6,25 чел./м<sup>2</sup>.

Расчет суточной генерации передвижений производится с использованием уравнения регрессии для рассматриваемого типа объекта тяготения (табл. 4.11):

$$E = 1,23 \cdot 2700 + 0,01 \cdot 1200 = 3333$$

$$E = 3333 \text{ чел./сут.}$$

Далее необходимо произвести расчет часовой генерации передвижений по прибытию при помощи КСМ по формуле 4.1.:

$$E_{1800} = 3333 \cdot 0,105 = 351,29$$

$$E_{1800} = 351,29 \approx 351 \text{ чел./ч}$$

Расчет генерации передвижений для каждого часа по прибытию и убытию приведен в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Расчет генерации передвижений по часам суток

Часы суток	КСН для объектов «Продуктовые магазины» (Приложение Г)		Генерация передвижений, распределенная по часам суток, корр./час	
	По прибытию	По убытию	По прибытию	По убытию
7:00	0,0254	0,0267	84,6582	88,9911
8:00	0,0343	0,0346	114,3219	115,3218
9:00	0,0584	0,048	194,6472	159,984
10:00	0,0636	0,0623	211,9788	207,6459
11:00	0,0721	0,0673	240,3093	224,3109
12:00	0,0982	0,0937	327,3006	312,3021

Продолжение таблицы 4.12

13:00	0,0924	0,0943	307,9692	314,3019
14:00	0,0852	0,0806	283,9716	268,6398
15:00	0,0764	0,0796	254,6412	265,3068
16:00	0,0728	0,0741	242,6424	246,9753
17:00	0,084	0,0838	279,972	279,3054
18:00	0,1054	0,108	351,2982	359,964
19:00	0,0946	0,0964	315,3018	321,3012
20:00	0,0788	0,0876	262,6404	291,9708
21:00	0,0632	0,0742	210,6456	247,3086
22:00	0,0314	0,0332	104,6562	110,6556

Пик посещаемости для данного объекта будет наблюдаться в период времени с 18:00 до 19:00. Доля посетителей прибывающих к данному типу объекта тяготения на ИТ составляет 0,41, без ИТ соответственно 0,59. Суточная интенсивность транспортных средств рассчитывается по формуле 4.2.:

$$N_{сут} = 904 \text{ ед./сут.}$$

Необходимое число парковочных мест к данному кинотеатру рассчитывается по формуле 4.3:

$$N_{парк} = \frac{351 \cdot 0,41}{1,77} \cdot 0,46 = 37,4$$

$$N_{парк} = 37,4 \approx 38 \text{ ед}$$

ЦТКБН расположенный в г. Иркутск относится к типу «Кинотеатры». Площадь территории занимаемая объектом составляет 3000 м<sup>2</sup>., расстояние от объекта до магистральной улицы составляет 50 м, расстояние от объекта до центра города составляет 2320м. Согласно типу объекта значение удельной генерации передвижений к данному кинотеатру составляет 0,2123 чел./м<sup>2</sup>, при вариационном размахе 0,122/0,449 чел./м<sup>2</sup>.

Расчет суточной генерации передвижений производится с использованием уравнения регрессии для рассматриваемого типа объекта тяготения (табл.4.11):

$$E = 646,91 + 3,32 \cdot 3000 - 48,09 \cdot 50 - 3,36 \cdot 2320 = 405,91$$

$$E = 405,91 \approx 406 \text{ чел./сут.}$$

Далее необходимо произвести расчет часовой генерации передвижений по прибытию при помощи КСН по формуле 4.1.:

$$E_{21:00} = 406 \cdot 0,169 = 68,614$$

$$E_{21:00} = 68,614 \approx 69 \text{ чел./ч}$$

Расчет генерации передвижений для каждого часа по прибытию и убытию приведен в таблице 4.13.

Доля посетителей прибывающих к данному объекту тяготения на ИТ составляет 0,44, без ИТ соответственно 0,56. Суточная интенсивность транспортных средств рассчитывается по формуле 4.2.:

$$N_{сут} = 124 \text{ ед./сут.}$$

Таблица 4.13 – Расчет генерации передвижений по часам суток

Часы суток	КСН для объектов «Кинотеатры» (Приложение Г)		Генерация передвижений, распределенная по часам суток, корр./час	
	По прибытию	По убытию	По прибытию	По убытию
9:00	0,0061	0,0014	2,4766	0,5684
10:00	0,0288	0,0188	11,6928	7,6328
11:00	0,0412	0,0328	16,7272	13,3168
12:00	0,0793	0,05	32,1958	20,3
13:00	0,0554	0,0636	22,4924	25,8216
14:00	0,0487	0,0452	19,7722	18,3512
15:00	0,0544	0,0568	22,0864	23,0608
16:00	0,0653	0,0488	26,5118	19,8128
17:00	0,0622	0,0644	25,2532	26,1464
18:00	0,1158	0,1546	47,0148	62,7676
19:00	0,1264	0,1426	51,3184	57,8956
20:00	0,111	0,0906	45,066	36,7836
21:00	0,169	0,2068	68,614	83,9608
22:00	0,1545	0,1498	62,727	60,8188
23:00	0,0186	0,0174	7,5516	7,0644

Пик посещаемости для данного объекта будет наблюдаться в период времени с 21:00 до 22:00 (рисунок 4.50)

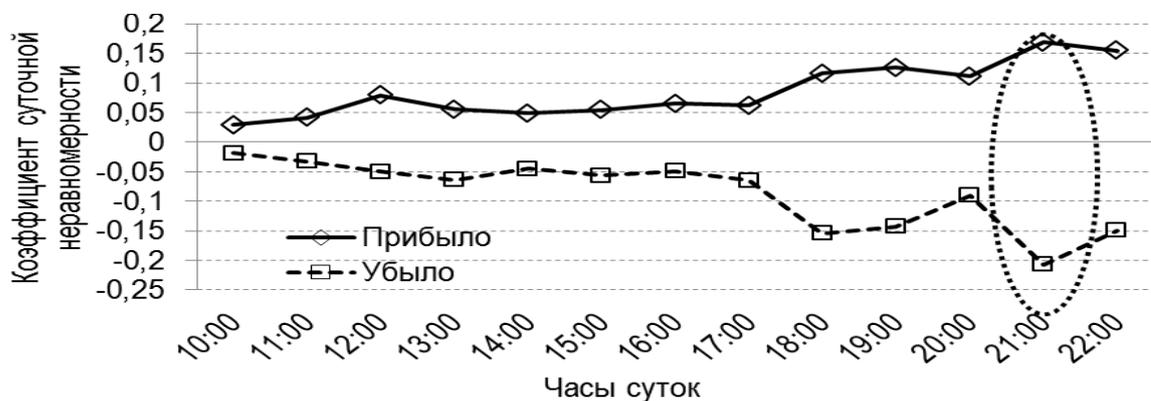


Рисунок 4.50 – Коэффициенты неравномерности по часам суток для объектов типа «Кинотеатры»

Необходимое число парковочных мест к данному кинотеатру рассчитывается по формуле 4.3.:

$$N_{\text{парк}} = \frac{68,6 \cdot 0,44}{1,8} \cdot 1,59 = 26,6$$

$$N_{\text{парк}} = 26,6 \approx 27 \text{ ед}$$

ЦТКБН расположенный в г. Красноярск относится к типу «МТЦ». Площадь территории занимаемой объектом составляет 27500 м<sup>2</sup>., расстояние от объекта до магистральной улицы составляет 135 м, расстояние от объекта до центра города составляет 3150 м. Согласно типу объекта значение удельной генерации передвижений составляет 0,8092182 чел./м<sup>2</sup>, при вариационном размахе 0,062374/2,266667 чел./м<sup>2</sup>.

Расчет суточной генерации передвижений производится с использованием уравнения регрессии для рассматриваемого типа объекта тяготения (табл. 4.9).:

$$E = 0,73 \cdot 27424 = 20019,52$$

$$E = 20019,521 \approx 20020 \text{ чел./сут.}$$

Далее необходимо произвести расчет часовой генерации передвижений по прибытию при помощи КСМ по формуле 4.1.:

$$E_{1300} = 20020 \cdot 0,111 = 2216,21$$

$$E_{1800} = 2216,21 \approx 2216 \text{ чел./ч}$$

Расчет генерации передвижений для каждого часа по прибытию и убытию приведен в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Расчет генерации передвижений по часам суток

Часы суток	КСН для объектов «МТЦ» (Приложение Г)		Генерация передвижений, распределенная по часам суток, корр./час	
	По прибытию	По убытию	По прибытию	По убытию
7:00	0,0043	0,0019	86,086	38,038
8:00	0,0187	0,0044	374,374	88,088
9:00	0,0567	0,0248	1135,134	496,496
10:00	0,0754	0,0431	1509,508	862,862
11:00	0,0775	0,0806	1551,55	1613,612
12:00	0,0914	0,0831	1829,828	1663,662
13:00	0,1107	0,1112	2216,214	2226,224

## Продолжение таблицы 4.14

14:00	0,0971	0,0928	1943,942	1857,856
15:00	0,093	0,0867	1861,86	1735,734
16:00	0,089	0,0935	1781,78	1871,87
17:00	0,0843	0,0915	1687,686	1831,83
18:00	0,1037	0,1231	2062,074	2464,462
19:00	0,0848	0,0954	1697,696	1909,908
20:00	0,0849	0,1199	1699,698	2400,398
21:00	0,0624	0,1272	1249,248	2546,544

Пик посетителей для данного объекта будет наблюдаться в периоды времени с 13:00 до 18:00 составляют 0,17 и 0,21 соответственно.

Доля посетителей прибывающих к данному объекту тяготения на ИТ составляет 0,49, без ИТ соответственно 0,51. Суточная интенсивность транспортных средств рассчитывается по формуле 4.2.:

$$N_{сут} = 8513 \text{ ед./сут.}$$

Необходимое число парковочных мест к данному кинотеатру рассчитывается по формуле 4.3.:

$$N_{парк} = \frac{6216 \cdot 0,49}{1,28} \cdot 0,85 = 721,13$$

$$N_{парк} = 721,13 \approx 721 \text{ ед}$$

#### 4.9. Производственная проверка и экономическое обоснование методики

В результате проведенных исследований были получены основные количественные характеристики, в том числе суточная генерация передвижений к различным ЦТКБН, представлена методика сбора и обработки данных для выявления транспортного спроса к ЦТКБН. В связи с этим необходимо провести технико-экономическое сравнение числа передвижений ЦТКБН, полученной как с помощью предлагаемой методики, так и при помощи данных натурных исследований. Для проверки сходимости результатов исследований и предлагаемой методики решено было использовать тот же объект, который приводился в примере использования методики – кинотеатр «Чайка» города Иркутск, как наиболее типичный ЦТКБН, полностью удовлетворяющий

основным критериям выбора объекта (приведены в Главе 3). Технико-экономическое сравнение подразумевает сопоставление фактического объема передвижений, которые генерирует рассматриваемый объект в течение суток со значениями, получаемыми при помощи предлагаемой методики. На рисунке 4.51 представлен план проведения исследования.



Рисунок 4.51. – План проведения исследования кинотеатра «Чайка» г. Иркутска

Посты были распределены между въездом на территорию кинотеатра, прилегающими парковками и основным входом в кинотеатр. Натурное исследование было разбито на 5 интервалов с 9:00 до 23:00. Замеры проводились во вторник. В таблице 4.15 представлены данные по числу передвижений, полученные с помощью натуральных замеров и расчета по предлагаемой методике.

Таблица 4.15 – Число передвижений к объекту тяготения кинотеатр «Чайка»

Часы суток	Прибытие			Убытие		
	Натурный замер	Расчет	Отклонение, %	Натурный замер	Расчет	Отклонение, %
9:00	1	3	67	1	1	0
10:00	18	13	-38	8	8	0
11:00	11	17	35	6	13	54
12:00	14	32	56	18	20	10
13:00	20	23	13	18	26	31
14:00	22	20	-10	22	18	-22
15:00	24	22	-9	25	23	-9
16:00	30	27	-11	17	20	15
17:00	18	25	28	31	26	-19

## Продолжение таблицы 4.15

17:00	18	25	28	31	26	-19
18:00	34	47	28	41	63	35
19:00	32	51	37	29	58	50
20:00	47	45	-4	49	37	-32
21:00	93	69	-35	84	84	0
22:00	53	63	16	71	61	-16
23:00	13	8	-63	10	8	-25

Данные таблицы 4.15 проиллюстрированы на рисунке 4.52.

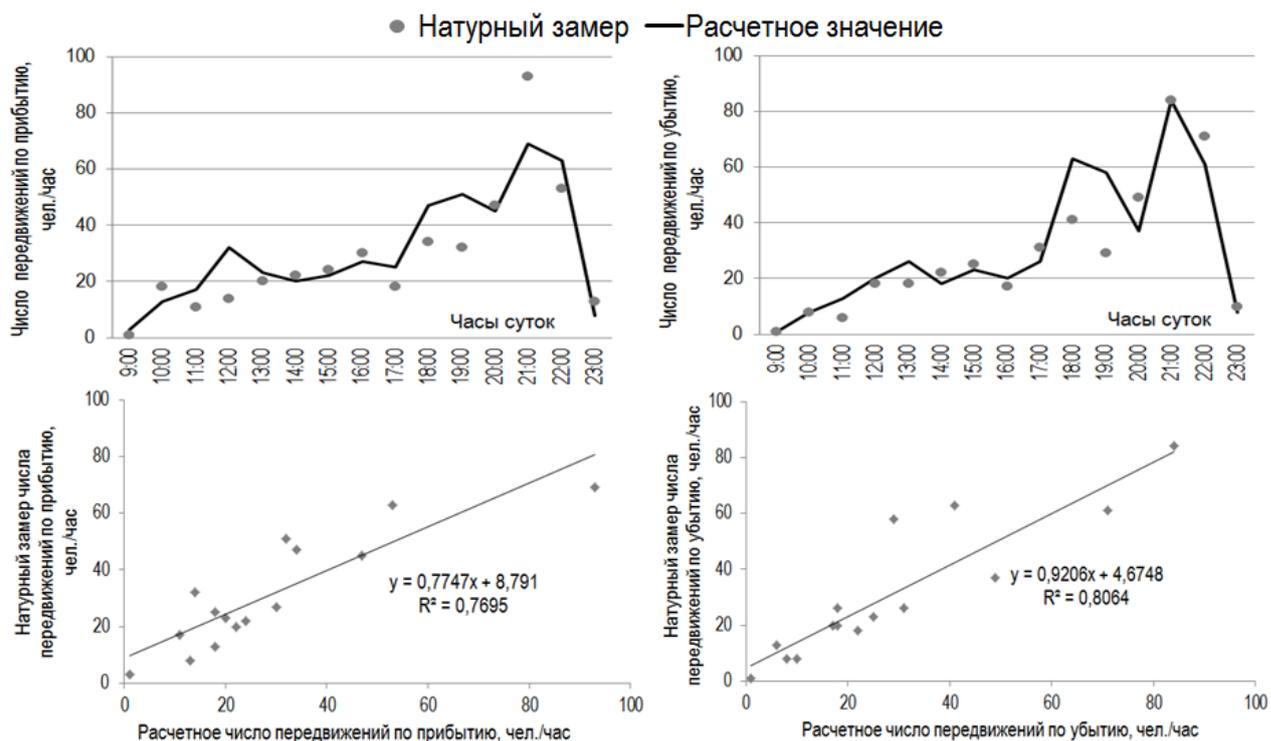


Рисунок 4.52 – Результаты статистического сравнения числа передвижений, полученных натурными замерами и рассчитанных с помощью методики

Основываясь на приведенных данных можно сделать ряд выводов свидетельствующих о не значительном среднем отклонении по прибытию и убытию, которое не превышает 7%. Кроме того, статистическая обработка данных показала достаточно высокие значения коэффициента множественной детерминации, как по прибывающим (0,77), так и по убывающим (0,81) передвижениям. Статистическое сравнение также было получено для объектов городов Ангарска и Красноярска (рис. 4.53).

Из статистического сравнения видно, что невязка между натурными и расчетными значениями для объекта г. Ангарск (численность населения свыше

230 тыс. чел.) составляет 16%, а для г. Красноярск (численность населения свыше 1 млн. чел.) составляет 12%.

На следующем шаге сравнения необходимо сопоставить трудоемкость оценки транспортного спроса на основе количественных характеристик ЦТКБН и с использованием натурального исследования. Сравнительные данные калькуляции себестоимости сведены в таблицу 4.16.

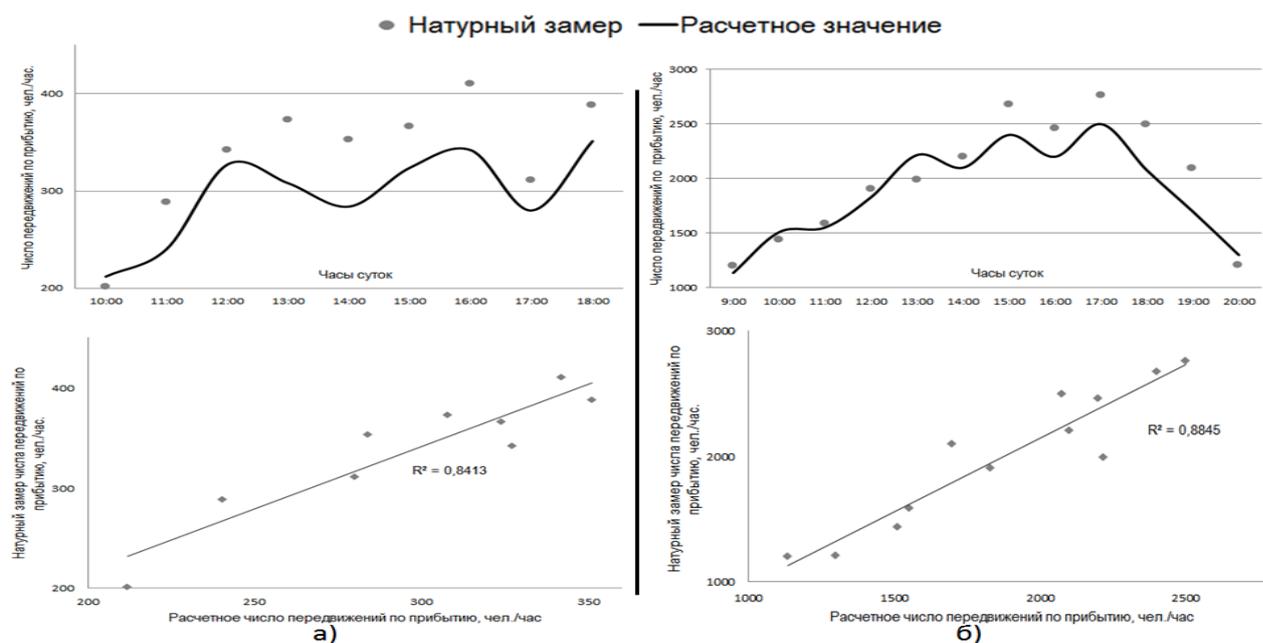


Рисунок 4.53 – Сравнение числа передвижений по прибытию полученных натурными замерами и рассчитанных с помощью методики по объекту а) г.

Ангарск; б) г. Красноярск.

Таблица 4.16 – Калькуляция себестоимости сбора данных для расчета генерации передвижений к ЦТКБН

Статья затрат	Норматив, чел./час	Количество	Общая трудоемкость, чел./час	Стоимость, руб.
На основе типа объекта тяготения				
Установка программного обеспечения GIS	0,5	2	1	500
Выбор типа объекта тяготения	0,35	1	0,35	175
Выявление параметров территориального позиционирования	0,2	1	0,1	50
Расчёт суточной генерации посетителей	0,3	1	0,3	150
Расчёт часовой генерации посетителей	0,3	1	0,3	150

Продолжение таблицы 4.16

Выявление доли посетителя прибывающей на ИТ	0,3	1	0,3	150
Расчет интенсивности ИТ	0,3	1	0,3	150
Расчет необходимого числа парковочных мест	0,2	1	0,2	100
Итого			2,85	1425
Затраты на проведения исследования				
Составление плана обследования	0,5	1	0,5	75
Рекогносцировка объекта исследования на местности	2,8	1	2,8	420
Формирование рабочих бригад	1,5	1	1,5	225
Проведение обследования	15	3,35	50,25	7537,5
Оцифровка данных	1,6	3,35	5,36	804
Интеграция данных в единую БД	2,25	1	2,25	337,5
Статистическая обработка	6	1	6	900
Представление результатов в качестве количественных характеристик	0,5	1	0,5	75
Итого			69,16	10374

По данным приведенной таблицы видно, что методика оценки транспортного спроса к ЦТКБН на основе параметров их расположения городской территории имеет меньшую трудоемкость 2,85 чел./час по сравнению с 69,16 чел./час. Используя предложенную методику финансовые затраты можно сократить на 86,3 %, (в 7,3 раза) по сравнению с натурным исследованием. Также следует отметить, что точность предлагаемой методики, выше точности существующих методик.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Проведенные экспериментальные исследования ЦТКБН, позволили установить средние значения и вариационный размах основных количественных характеристик: удельная генерация передвижений для укрупненной группы «Торговля, общепит, сфера услуг» варьируется в пределах от 0,004 до 6,3 чел./м<sup>2</sup>; максимальное значение коэффициентов суточной неравномерности наблюдается в укрупненной группе «Офисы» и может достигать значения – 0,26; наибольший вариационный размах по характеристике продолжительность парковки имеют МТЦ в диапазоне от 20 до 200 мин.; наибольшее среднее наполнение ИТ наблюдается в укрупненной группе объектов «Здравоохранение, спорт, культура досуг» 2,6 чел.; среднее значение доли посетителей прибывающих на ИТ составило 0,51.

2. Полученные регрессионные уравнения, позволяют оценить транспортный спрос, выраженный числом передвижений к ЦТКБН по параметрам их расположения на городской территории. Точность уравнений регрессии подтверждается коэффициентом множественной детерминации, значение которого, в подавляющем большинстве уравнений, не ниже 0,8.

3. Разработанная математическая модель позволяет рассчитать интенсивности транспортных потоков, по параметрам расположения ЦТКБН на городской территории. Основным преимуществом модели является легкодоступные исходные данные, такие как площадь ЦТКБН его удаленность от центра города и магистральной улицы. При наличии данных о среднем времени передвижения к остановочному пункту, среднем времени подхода к остановочному пункту, площади парковки, числе филиалов и числе конкурентов в радиусе пешеходной доступности возможен расчет интенсивности транспортных потоков с более высокой точностью для объектов типа «Почта, телеграф», «Продуктовые магазины» и «Аптеки».

4. Разработана методика организации дорожного движения к ЦТКБН на основе параметров их расположения на городской территории, позволяет с

наименьшими затратами и требуемой точностью (сходимость по прибытию 7,3%, по отправлению 4.8%) выполнять градостроительно-транспортные проекты КСОД и ПОД для крупных городов с численностью населения 250-1000 тыс.чел. Полученная методика позволяет оценивать функционирование ЦТКБН и их влияние на транспортную сеть города, а также рассчитать количество мест для парковки, число и пропускную способность подъездных путей, что несомненно позволит снизить накладные затраты на поездку и повысит качество транспортного обслуживания населения при посещении ЦТКБН.

5. Техничко-экономическая оценка показывает высокую сходимость расчетных и натурных значений ( $R^2 = 0,77$ ), а так же позволяет снизить себестоимость получения исходных данных для прогнозирования транспортного спроса в 7,3 раз. Выполнена производственная проверка методики оценки транспортного спроса и прогнозирования интенсивности движения прилегающей УДС к ЦТКБН на базе профильной организации ООО «Дельта» г. Иркутск.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ГИС – географическая информационная система

ИТ – индивидуальный транспорт

КСН – коэффициент суточной неравномерности

КСОД – комплексная схема организации движения

КТС – комплексная транспортная схема

МТЦ – многофункциональный торговый центр

ОДД – организация дорожного движения

ОТ – общественный транспорт

ПОД – проект организации движения

ТРР – транспортный расчетный район

УДС – улично-дорожная сеть

ФОК – физкультурно-оздоровительный комплекс

ЦМТ – центр массового тяготения

ЦТКБН – центр тяготения культурно-бытового назначения

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Аксакова Л.К. Основы проектирования станций технического обслуживания легковых автомобилей: учеб. Пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 106 с.
2. Афифи А., Статистический анализ: подход с использованием ЭВМ / А. Афифи, С. Эйзен; пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
3. Бакутис В.Э. Городские улицы, дороги и транспорт. (Основы проектирования) / В.Э. Бакутис, Е.В. Овечников. -М. : Высш. шк., 1971. – 262 с.
4. Бирюкова Л.Г., Бобрик Г.И. и др. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие / Л.Г. Бирюкова [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 287 с.
5. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с.
6. Бочаров Ю.Н., Кудрявцев О.К. Планировочная структура современного города. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1972. – 160 с.
7. Буреева Н.Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП «STATISTICA». – Нижний Новгород, 2007, 112 с.
8. Бурков Д.Г. Оценка объема генерации к гаражным кооперативам индивидуального пользования на примере кооператива №4 г. Иркутска / Зедгенизов А.В., Бурков Д.Г., Зедгенизова А.Н. // Материалы VIII Международной науч.-практ. конф. «Передовые научные разработки - 2012». – Ч. 13 - Технические науки: Прага. Издательский дом «Образование и наука» 112 стр., 2012. – С. 44 – 51.
9. Бурков Д.Г. Оценка транспортного спроса к объектам культурно-бытового назначения на примере развлекательного центра «Звездный» г. Иркутска / Зедгенизов А.В., Бурков Д.Г., Корчева Д.В. // Вестник ИрГТУ, 2013.- № 11(82). – С. 201-205.
10. Бурков Д.Г. Оценка генерации корреспонденций на примере магазина алкогольной продукции «Морозов» г. Иркутск. / Иванов Д.Е., Бурков Д.Г., Зедгенизов А.В. ФГБОУ ВПО «СибАДИ» Международная науч.-практ. конф.

«Архитектура, Строительство. Транспорт» - Омск: Полиграфический центр КАН. 2015. – 50-55 с.

11. Бурков Д.Г. Оценка транспортного спроса к медицинским учреждениям на примере поликлиник г. Иркутска / Корчева Д.В., Бурков Д.Г. // Авиамашиностроение и транспорт Сибири : сб. статей V Всерос. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 16-18 апреля, 2015 г.). – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2015. – 380 с. – С. 213 – 219.

12. Бурков Д.Г. Особенности оценки транспортного спроса по трудовым, культурно-бытовым и деловым передвижениям / Бурков Д.Г. // Вестник ИрГТУ, 2015.- № 12(107). – С. 247–252.

13. Бурков Д.Г. Оценка объема генерации корреспонденций к оружейным магазинам в центральной части города / Бурков Д.Г., Зедгенизов А.В. // Вестник ИрГТУ, 2013.- № 4(75). – С. 102–106.

14. Бурков Д.Г. Оценка транспортного спроса к объектам культурно-бытового назначения на примере кинотеатра «Чайка» г. Иркутска / Зедгенизов А.В., Бурков Д.Г., Зедгенизова А.Н. // Вестник ИрГТУ, 2013.- № 12(83). – С. 181–184.

15. Бурков Д.Г. Оценка объема генерации корреспонденций к офисным зданиям в центральной части города / Бурков Д.Г., Зедгенизов А.В. // Вестник ИрГТУ, 2012.- № 12(71). – С. 162–166.

16. Бурков Д.Г. Оценка объема генерации корреспонденций к объектам сервиса на примере гаражных кооперативов города Иркутска / Бурков Д.Г., Зедгенизов А.В. // Авиамашиностроение и транспорт Сибири : сб. статей III Всерос. науч.-практ. конф. (Иркутск, 11–12 апреля, 2013 г.) – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2013. – 442 с. – С. 320 – 326.

17. Бурков Д.Г. Оценка объема генерации к гаражным кооперативам индивидуального пользования на примере кооператива №163 г. Иркутска / Д.Г. Бурков, А.Н. Зедгенизова, А.В. Зедгенизов : материалы VIII Международной науч.-практ. конф. «Новости научного прогресса – 2012». Технологии. Физика: София, Болгария. «Бял ГРАД-БГ» ООД. – 2012. – С. 21 – 26.

18. Бурков Д.Г. Оценка объема генерации к гаражным кооперативам индивидуального пользования на примере кооператива № 54 г. Иркутска / А.Н. Зедгенизова, А.В. Зедгенизов, Д.Г. Бурков : материалы VIII Международной науч.-практ. конф. «Наука: теория и практика – 2012». – Ч. 12: Технические науки. – Пшемысль. – 104. – С. 34–38.
19. Бурков Д.Г. Оценка объема генерации поездок к гаражным кооперативам индивидуального пользования / А.В. Зедгенизов, Д.Г. Бурков, А.Н. Зедгенизова : материалы VIII Международной науч.-практ. конф. «Научное пространство Европы – 2012». – Технические науки. – Пшемысль, Польша: Издательский дом «Образование и наука». – 2012. – С. 3–7. – 96 с.
20. Ваксман С.А. Надежность прогнозирования транспортных систем городов / С.А. Ваксман, В.Л. Швец // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов : тез. докл. III Свердловской конф. – Свердловск: СИНХ, 1990. – С. 25–28.
21. Васильев Е. М. Оптимизация планирования и управления транспортными системами / Е. М. Васильев, В. Н. Игудин. М. : Транспорт, 1987. – 208 с.
22. Власов, В. М. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В. М. Власов [и др.]; под общ. ред. В. М. Приходько. – М.: Наука, 2006. – 283 с.
23. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 1975. – 120 с.
24. Вукан В. Транспорт в городах, удобных для жизни // Мi, Территория будущего, 2011. – 576 стр.
25. Глик Ф.Г. Обследование транспортных потоков и прогнозирование нагрузки сети городских улиц и дорог / Ф.Г. Глик // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов: материалы четвертой Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: Ковмакс, 1998. – С. 59-61.
26. Гольц Г.А. Город как социокультурное явление исторического процесса. – М.:Наука, 1995. 351 с.

27. Горев А.Э. Основы транспортного моделирования: Практическое пособие / Горев А.Э., Бёттгер К., Прохоров М., Гизатуллин Р.Р. – СПб.: ООО «Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2015. – 158 с.
28. Горев А.Э. Основы теории транспортных систем: учеб. пособие / А.Э. Горев. – СПб.: СПбГАСУ, 2010. – 214 с.
29. Городков А.В. Основы территориально-пространственного развития городов: учеб. пособие / А.В. Городков, С.И. Федосова. – Брянск: БГИТА, 2009. – 326 с.
30. Градостроительный кодекс Российской Федерации : текст с изменениями и дополнениями на 2015 год. – М.: Эксмо, 2015. – 272 с.
31. Градостроительство: справочник проектировщика / под ред. В.Н. Белоусова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1978. – 367 с.
32. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессия / Е.З. Демиденко. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 302 с.
33. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке / Н. Джонсон, Ф. Лион. – М.: Мир, 1980 – 510 с.
34. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. / Д. Дрю. – М.: Транспорт, 1972 – 424 с.
35. Евтушенко М.Г. Инженерная подготовка территорий населенных мест: учеб. пособие для архит. спец. вузов / М. Г. Евтушенко, Л.В. Гуревич, В. Л. Шафран ; Под ред. В. Л. Шафрана. – М.: Стройиздат, 1982. – 207 с.
36. Ефремов И.С. Теория городских пассажирских перевозок: учеб. пособие для вузов / И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. – М.: Высш. шк., 1980. – 535 с.
37. Завадский Ю.В. Решение задач автомобильного транспорта и дорожно-строительных машин с помощью регрессионно-корреляционного анализа: учеб. пособ. / Ю.В. Завадский. – М.: 1981. – 116 с.
38. Закс Л. Статистическое оценивание / пер. с нем. В.Н. Варыгина; под ред. Ю.П. Аллера, В.Г. Горского. – М.: Статистика, 1976. – 598 с.
39. Зедгенизов А.В. Основные направления развития транспортного планирования на первой ступени (Trip Generation) / А.В. Зедгенизов, А.Н.

Зедгенизова, А.Ю. Михайлов // Совершенствование образования в области городского транспортного планирования: материалы Российско-Германской конф. по транспортно-градостроительному планированию (Иркутск, 25–26 июня 2012 г.). – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. – 138 с.

40. Зедгенизов А.В. Оценка генерации поездок торгово-деловым центром, включающим различные объекты тяготения/ А.В. Зедгенизов, А.Н. Зедгенизова // Вестник СИБАДИ. – 2012. – № 2 (24). – С. 18–23.

41. Зедгенизов А.В. Оценка объема генерации корреспонденций к супермаркету в будние дни / А.В. Зедгенизов, А.Н. Зедгенизова, А.Г. Левашев // Вестник ИрГТУ. – 2012. – № 5 (64). – С. 97–101.

42. Зедгенизов А.В. Факторы, влияющие на формирование транспортных расчетных районов на примере развития территории г. Иркутска с 2005 по 2015 годы / А.В. Зедгенизов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость : научный журнал. – Иркутск : Изд-во ИрНИТУ, 2016. – № 2 (17). – С. 221 – 228.

43. Зедгенизова А.Н. Совершенствование методов оценки спроса на услуги автомобильного транспорта на основе характеристик использования городских территорий: автореф. дис. канд. техн. наук. – Иркутск, 2013. – 20 с.

44. Зубков Г.Н. Применение модели и методов структурного анализа систем в градостроительстве / Г.Н. Зубков. – М.: Стройиздат, 1984. – 152 с.

45. Зырянов В.В. Моделирование транспортных потоков как метод логистического управления транспортными процессами мегаполисов и способ рационального планирования дорожной сети в городах / Зырянов В.В., Миротин Л.Б.// Вестник транспорта. М.: №1, 2008, стр. 37-44.

46. Зырянов В.В. Моделирование дорожного движения: монография. Ростов н/Д: Рост.гос.строит.ун-т., 2013.

47. Зырянов В.В. Развитие систем управления транспортным процессом в городах. // Комплексное решение территориальных проблем дорожного движения. Сб. научн. трудов МАДИ. М.: МАДИ, 1983. – с. 57-60.

48. Ильин В. И. Поведение потребителей : учеб. пособие / В. И. Ильин.- СПб.: Питер, 2000. – 83 с.
49. Карнаухова, В.К., Краковская, Т.А. Сервисная деятельность: учебное пособие / Под общ.ред. Ю.М.Краковского. М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2006. – 256 с.
50. Канаян К. Проектирование магазинов и торговых центров / К.Канаян, Р.Канаян, А.Канаян – М.: Юнион-Стандарт Консалтинг, 2005 – 424 с.
51. Коган Л. Б. Развитие социально-культурных функций и пространственной среды городов: автореф. дис. ... д-ра архитектуры. — М., 1989. — 50 с.
52. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / Н.Ш. Кремер. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 543 с.
53. Леман Э. Проверка статистических гипотез. – М.: НАУКА, 1964. – 498 с.
54. Леонтьев Р. Г. Проблемы эффективности модернизации городской дорожной сети / Р. Г. Леонтьев, И. Н. Пугачёв // ВИНТИ. Транспорт: наука, техника, управление. 2008. — Вып. 4. С. 34–45.
55. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов: Учебник для студентов вузов.— М.: Транспорт, 1990.—240 с.
56. Лысак И.А. Методы научных исследований: Учебное пособие. – Уфа: Уфимск. Гос. Ин-т сервиса, 2005. – 122 с.
57. Любивая А.И. Социокультурный сервис за рубежом: учебное пособие / А.И. Любивая, А.М. Купчинова. СПб.: СПбГАСЭ, 2006. – 111 с.
58. Макарова Т.А. Введение в социально-культурный сервис и туризм. Учебное пособие. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2005. – 96с.
59. Малоян Г. А. Регулирование развития крупного города в системе расселения; ЦНИИП по градостр-ву. – М.: Стройиздат, 1989. – 168 с.
60. Малоян Г.А. Основы градостроительства : учеб. пособие. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. – 120 с.
61. Мейтленд Б. Пешеходные торгово-общественные пространства / пер. с англ. А.Р. Анисимова; под ред. И.Р. Федосеевой. – М.: Стройиздат, 1989. – 159 с.  
Maitland B. Shopping malls: planning and design. – Constraction Press, 1985.

62. Меркулов Е.А. Проектирование дорог и сетей пассажирского транспорта в городах: учеб. пособие для вузов / Меркулов Е.А. и др. – М.: Стройиздат, 1970. – 417 с.
63. Михайлов А.Ю. Анализ прогнозов генерального плана Иркутска и транспортных обследований 1995 1998 гг. //Город: прошлое, настоящее, будущее- Сб науч. тр. ИрГТУ - Иркутск: ИрГТУ, 2000. - С. 217 - 220.
64. Михайлов А.Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей / А.Ю. Михайлов. – Новосибирск: Наука, 2004. – 266 с.
65. Моисеев Ю.М., Шимко В.Т. Общественные центры: учеб. пособие для архит. и строит. спец. вузов / под общ. ред. Н.Н. Миловидова, Б.Я. Орловского, А.Н. Белкина. – М.: Высш. шк., 1987. – 96 с.
66. Наумова С. А. Экономика и предпринимательство в социально-культурном сервисе и туризме: учеб. Пособие / С. А. Наумова. Томск: изд. ТПУ, 2003. – 127 с.
67. Орлов И.Б. Социокультурный сервис на современном этапе / И.Б.Орлов // Вестник МГУС. Серия. Гуманитарные науки. 2007. № 2(2). С. 16–19.
68. Осипова О.Я. Транспортное обслуживание туристов. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 368с.
69. Пашигоров, А.С. Коммерческое планирование в индустрии развлечений: дис. . канд. экон. наук : 08.00.05. : защищена. 23.05.2005/ А.С. Пашигоров; Санкт-Петербургский торгово-экономический институт. СПб., 2005. – 147 с.
70. Петерс Е.В. Градостроительство и планирование населенных мест: текст лекций / ГУ КузГТУ/ - Кемерово, 2005. – 163 с.
71. Позаченюк Е.А. Территориальное планирование. Учебное пособие для студентов. Симферополь 2012. – 285с.
72. Предтеченский В.М. Проектирование зданий с учетом организации движения людских потоков: учеб. пособие для вузов / В.М. Предтеченский, А.И. Милинский. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Стройиздат, 1979. – 375 с.

73. Ромм А.П. Комплексная оценка и функциональное зонирование территории в градостроительном проектировании : дис. ... д-ра архитектуры : 18.00.04. – Москва, 2002. – 206 с.
74. Руководство по преобразованию жилой застройки в сложившихся частях городов / ЦНИИП градостроительства. М.: Стройиздат, 1983. – 74 с.
75. Руководство по проведению транспортных обследований в городах / Белорус. гос. и.-и. и проект. ин-т. градостр.-ва. Госстроя. – М.: Стройиздат, 1982 – 72 с.
76. Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах. М-. : М-во трансп. Рос. Федерации. Гос. служба дорож. хоз-ва, 2003. — 67 с.
77. Руководство по проектированию новых городов / ЦНИИП градостроительства. – М.: Стройиздат, 1982. – 87 с.
78. Руководство по реконструкции городов. Административные центры городов. – М.: Стройиздат, 1979. – 159 с.
79. Сафонов Э.А. Транспортные системы городов и регионов: учеб. пособие. Издательство АСВ, – М., 2005. – 272 с.
80. Сербер Д. Линейный регрессионный анализ. / Д. Сербер ; пер. с англ. М.: Мир, 1980. – 456 с.
81. Сигаев А. В. Планировочные и транспортные проблемы городских агломераций. М., Стройиздат, 1978. – 152 с.
82. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании транспортных дорог и организации движения / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
83. Соколов Л.И. Административные центры городов. – М :Стройиздат, 1979. – 159 с., ил.
84. Соколов Л.И. Центр города: функции, структура, образ. – М.: Стройиздат, 1992. – 352 с.

85. Солодкий А.И. Транспортная инфраструктура: учебник и практикум для академического бакалавриата/ А.И. Солодкий, А.Э. Горев, Э.Д. Бондарева; под ред. А.И. Солодкого –М.: Издательство Юрайт, 2016.- 290с.
86. СНиП II-60-75. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов. Нормы проектирования / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 67 с
87. СНиП 2.07.01–89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений / Госстрой СССР. – М.: ЦНТИ Госстроя СССР, 1989. – 56 с.
88. СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с
89. СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования /– М.: Минстрой России, 2014.
90. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения /– М.: Минстрой России, 2014.
91. Стрельников А. И. Моделирование транспортных систем на начальных стадиях градостроительного проектирования : автореф. дис. . канд. техн. наук / А. И. Стрельников. М., 1978. – 16 с.
92. Стальная В.А. Разработка метода оценки конкурентного потенциала предприятий индустрии развлечений: авторефер. дис. ... канд. экономических наук : 08.00.05. – СПб, 2009.
93. Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов / Ю.В. Трофименко, М.Р. Якимов. – М.:Логос, 2013. 464 с.
94. Фишельсон М.С. Городские пути сообщения: учеб. пособие для вузов. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1980. – 296 с.
95. Хаскевер К. Управление и организация в сфере услуг / К. Хаскевер, Б. Рендер, Р. Рассел, Р. Мердик. 2-е изд., пер. с англ. под ред. В.В.Кулибановой. СПб.: Питер, 2002. – 752 с.

96. Хорев Б. С. Проблемы городов (Урбанизация и единая система расселения в СССР). –2-е изд-е, перераб. и доп. – М.: «Мысль», 1975. – 432 с.
97. Шештокас В.В. Гаражи и стоянки: учеб. Пособие для вузов // Шештокас В.В., Адомавичус В.П., Юшкявичус П.В. – М.:Стройиздат, 1984. – 214 с.
98. Швецов, В. И. Математическое моделирование загрузки транспортных сетей / В. И. Швецов, А. С. Алиев. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 64 с.
99. Черепанов В.А. Транспорт в планировке городов: учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1970. – 303 с.
100. Черников В.Г. Инновации в социально-культурном сервисе и туризме: Учебное пособие. – Рыбинск.: РГАТА, 2006. – 138с.
101. Юдин В.А., Самойлов Д.С. Городской транспорт: учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1975. – 287 с.
102. Якимов М. Р. Транспортные системы крупных городов. Анализ режимов работы на примере города Перми / М. Р. Якимов. — Пермь : Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 184 с.
103. Яркин Е. К. Планировочная организация движения транспорта, в городах : учеб. пособие / Е. К. Яркин Е. В. Харченко. Новочеркасск : Юж.-Рос. гос. техн. ун-т, 2000; – 120 с.
104. Baervald I.E. Transportation and Traffic Engineering Handbook / I.E. Baervald. Prentice Hall, Engelwood Cliffs, 1976. – 1080 p.
105. Bhat C. R. and Koppelman, F. S. (1999). Activity-based Modeling of Travel demand. In Handbook of Transportation Science, 35 – 61 p.
106. Dumazedier, J. Ver une civilization du loisir? / J. Dumazedier. P.: 1962. –347 p.
107. Grant, J. Mixed use in theory and practice: Canadian experience with implementing a planning principle. Journal of the American Planning Association.- 2002.- 68(1), P.71–85.
108. Goulias K., Pendylala R., Kitamura R. “Practical Method for the Estimation of Trip Generation and Trip Chaining”, Transportation Research Record 1285, Transportation Research Board. – Washington, DC. – 1990.

109. Giuliano, G., & Dargay, J. Car ownership, travel and land use: A comparison of the US and Great Britain. *Transportation Research Part A*.- 2005. – 40 p.
110. Highway Capacity Manual 2000. – Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., USA, 2000. – 1134 p.
111. Horn, M. (2002). Multi-modal and demand-responsive passenger transport systems: a modelling framework with embedded control systems. *Transportation Research Part A* 36, 167–188 p.
112. Kitamura R. Life-Style and Travel Demand // Transportation Research Board Special Report 220, Transportation Research Board. – Washington, DC. – 1988.
113. Lohse D. Grundlagen der Strabenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Band 2: Verkehrsplanung, 2. Aufgabe, Berlin, Verlag für Bauwesen GmbH. 1997. - P. 326.
114. Martin W. A., McGuskin N. A. Travel Estimation Techniques for Urban Planning // National Cooperative Research Program Report 365. Transportation Research Board. National Research Council.–Washington, DC. – 1998.
115. Meurs H. Dynamic Analysis of Trip Generation // Transportation Research. – 1990. – Vol. 24A, № 6. – P. 427–442.
116. Monzon J., Gouliia K., Kitamura R. Trip Generation Models for Infrequent Trips, *Transportation Research Record* 1288 // Transportation Research Board. – Washington, DC. – 1989.
117. Ortuzar J D., Willumsen L. G. Modeling Transport / 3-rd edition. – John Willey & Sons Ltd, 2008. – 499 p.
118. Papacostas C.S., Prevedouros P. D. Transportation Engineering and Planning / 3-rd edition. – Prentice Hall, 2001. – 685 p.
119. Pucher J. Urban passenger transport in the United States and Europe: A comparative analysis of public policies. Part 1. Travel behavior, urban 356 development and automobile use. *Transport Reviews*. -1995.-15(2).-P. 99 – 117.
120. Recker W.W., McNally M.G. and Root G.S. Model of Complex Travel Behavior: An Operational Model // *Transportation Research Part A*. – 1986b. – Vol. 20A. – P. 319–330.

121. Strathman J., Dueker K., Davis J. Effects of Household Structure and Selected Travel Characteristics on Trip Chaining // Transportation 21. – 1994. – P. 24–45.
122. Trip Generation Handbook, 2nd Edition: An ITE Recommended Practice. – Washington, DC: ITE. – 2004.
123. Trip Generation, 8th Edition. Washington, DC: Institute of Transportation Engineers (ITE). – 2008.
124. Trip Generation, 9th Edition. Washington, DC: Institute of Transportation Engineers (ITE). – 2012.
125. Trip Generation Manual San Diego Municipal Code Land Development Code, Institute of Transportation Engineers (ITE). – 2003.
126. Texas Trip Generation Manual, 1st Edition. Volume 1: User's Guide. Austin, Texas Department of Transportation. – 2014.
127. Wang F., Guldman J.-M. A Spatial Equilibrium Model for Region Size, Urbanization Ratio and Rural Structure // Environment and Planning. 1997. Vol. 29. P. 929-941.
128. Wissen L. A Model of Household Interactions in Activity Patterns. – 1989.
129. Yao L., Guan H. Trip generation Model Based on Destination // Attractiveness Tsinghua science and technology. – October 2008. – Vol.13, № 5. – P. 632–635.
130. <http://megalektsii.ru/s56093t1.html>.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А 1 – Классификация ЦТКБН

Код использования территории	Наименование типа использования территории
2	Торговля, общепит, сфера услуг
21	Многофункциональные торговые центры, универмаги
22	Продуктовые магазины
23	Мебель
24	Одежда
25	Спортивные товары
26	Строительные товары
27	Компьютеры, оргтехника
28	Канцелярские товары
29	Хозяйственные товары
210	Бытовая техника
211	Аптеки
212	Ювелирные украшения
213	Цветы
214	Торговые площади, рынки открытого типа
215	Книги
216	Автозапчасти
217	Алкомаркеты
218	Зоомагазины
219	Столовые
220	Рестораны, кафе, бары
221	Шиномонтаж
222	АЗС
223	Автомойка
224	Станция технического обслуживания автомобилей
225	Фотосалоны
226	Дом быта
227	Парикмахерская, салон красоты
228	Автосалоны
229	Ритуальные службы
230	Туристические агентства
231	Религиозные учреждения (церкви, приходы, монастыри)
231	Агентства недвижимости
232	Банкоматы
233	Гаражные кооперативы
3	Образование, здравоохранение, спорт, культура, досуг
31	Детские сады, ясли
32	Средние школы
33	Специализированные учреждения (муз. Школа, худ. Школа)
34	Учебные заведения среднего и нач. проф. обр. (колледжи, техникумы, ПТУ)
35	Учебные заведения ВПО (институты, академии, университеты)

36	Научно-исследовательские институты (без очного обучения студентов)
37	Школы раннего развития детей
38	Больницы, госпитали
39	Поликлиники
310	Санатории, профилактории
311	Травматологические пункты
312	Стоматология
313	Косметология
314	Театры/музеи
315	Кинотеатры
316	Клубы
317	Парки культуры и отдыха (ПКиО)
318	Общественные места (набережные, аллеи, парки)
319	Физкультурно-оздоровительные центры (ФОК)
320	Зоопарки
321	Аквапарки
322	Бани/сауны
323	Бильярдные клубы
324	Стадионы
325	Боулинг клубы
326	Библиотеки
327	Интернет кафе
328	Туристические базы (кемпинги)
4	Офисы
41	Банки, прием платежей
42	Типографии
43	Ломбарды
44	Нотариусы
45	Страхование
46	Юридические консультации
47	Проектные организации (институты, лаборатории)
48	Государственная дума
49	Налоговая инспекция
410	Общественные приемные
411	Пенсионный фонд
412	Отделы социального обеспечения
413	Суды (мировой, арбитражный, уголовный...)
414	МВД
415	МЧС
416	Почта, телеграф, АТС

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Основные количественные характеристики функционирования ЦТКБН (удельная генерация передвижений, продолжительность парковки, доля посетителей на ИТ)

Таблица Б 1. – Статистическая оценка удельной генерации передвижений

Группа объектов	Тип объекта	Генерация передвижений, чел./м <sup>2</sup>	
		Вариационный размах	Среднее значение
«Торговля, общепит, сфера услуг»		0,055333/6,28	1,025
	21	0,062374/2,266667	0,751
	22	0,398519/6,25	2,391
	23	0,086131/0,160023	0,123
	24	0,055333/0,55	0,303
	26	0,132852/1,264647	0,567
	211	0,75/6,283333	3,639
	213	0,88	0,88
	217	1,228571/2,1	1,579
	220	0,035/1	0,525
	221	0,332994	0,332994
	222	0,114074	0,114074
	223	0,03628/0,447502	0,244
	224	0,004738/0,011203	0,007
	227	1,02	1,02
	229	0,5125	0,5125
	231	0,015233/0,020087	0,01766
	233	0,004738/0,011203	0,007
	«Здравоохранение, спорт, культура, досуг»		0,036712/0,797633
38		0,036712	0,036712
39		0,330279/0,797633	0,464
315		0,122/0,449	0,2123
319		0,03/0,194	0,12
322		0,016/0,019	0,018
328		0,012	0,012
«Офисы»		0,01523/3,71429	1,47033
	41	0,966917/4,18	2,021
	44	0,279817/1,316667	0,798
	47	0,106283/0,124884	0,116
	416	0,473333/3,714286	1,9
	412	0,438462	0,438462

Таблица Б 2. –Статистическая оценка продолжительности паркирования

Группа объектов	Тип объекта	Средняя продолжительность паркирования, мин	
		Вариационный размах	Среднее значение
«Торговля, общепит, сфера услуг»		10/84,5	32,5
	21	17,5/176	50,9
	22	10/33,6	27,9
	23	53,2/57,2	55,2
	24	21	21
	26	29,7/77,9	57,1
	211	10/77,6	21,2
	213	10	10
	217	10/22,36	17,1
	221	16,5	16,5
	222	48,5	48,5
	223	29,3/226	86,9
	224	152/319	220,2
	227	10	10
	229	11	11
	231	11/24,32	17,66
	233	152/319	220,2
«Здравоохранение, спорт, культура, досуг»		38,6/189,6	75,5
	38	157	157
	39	41/66,58	54,5
	315	38,6/189,6	95,5
	319	60/189,6	109,4
	322	103/115,9	109,4
«Офисы»		11/151	51,8
	41	11/72,4	31,1
	44	23,3	27,7
	47	151	151
	410	52,2	52,2
	412	103,8	103,8
	416	12,92/87,14	36,6

Таблица Б 3. – Статистическая оценка доли посетителей на ИТ

Группа объектов	Тип объекта	Доля посетителей на ИТ	
		Вариационный размах	Среднее значение
«Торговля, общепит, сфера услуг»		0,03/1	0,4
	21	0,259/0,839	0,492
	22	0,030/0,883	0,419
	23	0,518	0,518
	24	0,054/0,56	0,307
	26	0,574/0,8	0,736
	211	0,08/0,56	0,283
	213	0,13	0,13
	217	0,598/0,8	0,731
	220	0,56/0,81	0,515
	221	1	1
	222	1	1
	223	0,391/1	0,696
	224	0,718/0,873	0,419
	227	0,244	0,244
	229	0,541	0,541
	230	0,777	0,777
	233	0,418/0,473	0,419
«Здравоохранение, спорт, культура, досуг»		0,158/1	0,6
	38	0,88	0,88
	39	0,281/0,366	0,342
	315	0,158/0,76	0,438
	319	0,29/0,9	0,544
	322	1	1
«Офисы»		0,1/0,7	0,4
	41	0,142/0,393	0,286
	44	0,536/0,658	0,597
	47	0,1/0,379	0,24
	412	0,404	0,404
	410	0,144/0,552	0,364
	416	0,132/0,221	0,177

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В 1. – Среднее наполнение автомобиля по типам объектов

«Офисы» / 1,46*													
	41	44	410	416	средн.				-	-	-	-	
7:00	1,26	-	-	-	1,26				-	-	-	-	
8:00	1,32	1,5	-	1,25	1,36				-	-	-	-	
9:00	1,26	2,25	1,2	1,22	1,48				-	-	-	-	
10:00	1,35	1,8	1,48	1,1	1,43				-	-	-	-	
11:00	1,36	2	1,57	1,53	1,62				-	-	-	-	
12:00	1,48	2	1,6	1,36	1,61				-	-	-	-	
13:00	1,46	1,5	1,64	1,38	1,50				-	-	-	-	
14:00	1,39	1,7	1,5	1,42	1,50				-	-	-	-	
15:00	1,48	1,65	1,59	1,62	1,59				-	-	-	-	
16:00	1,52	1,65	1,63	1,51	1,58				-	-	-	-	
17:00	1,25	-	-	1,36	1,31				-	-	-	-	
18:00	1,5	-	-	1,43	1,47				-	-	-	-	
19:00	1,32	-	-	1,68	1,50				-	-	-	-	
20:00	1,32	-	-	1,64	1,48				-	-	-	-	
21:00	1,26	-	-	-	1,26				-	-	-	-	
22:00			-	-	-				-	-	-	-	
«Здравоохранение, спорт, культура, досуг» / 1,59*													
	38	39	315	319	322	средн.			-	-	-	-	
7:00	1,5	2,28	-	1,24	-	1,67			-	-	-	-	
8:00	1,64	1,96	-	1,29	-	1,63			-	-	-	-	
9:00	1,73	1,94	1,37	1,27	1,48	1,56			-	-	-	-	
10:00	1,49	1,78	1,37	1,38	1,48	1,50			-	-	-	-	
11:00	1,57	1,79	1,25	1,38	1,38	1,47			-	-	-	-	
12:00	1,53	1,77	1,39	1,45	1,43	1,51			-	-	-	-	
13:00	1,61	1,72	1,32	1,57	1,23	1,49			-	-	-	-	
14:00	1,4	1,96	1,41	1,52	1,28	1,51			-	-	-	-	
15:00	1,46	1,98	1,52	1,27	1,48	1,54			-	-	-	-	
16:00	1,35	2,26	1,56	1,33	1,43	1,59			-	-	-	-	
17:00	1,39	2,12	1,42	1,24	1,43	1,52			-	-	-	-	
18:00	1,49	1,8	1,45	1,41	1,48	1,53			-	-	-	-	
19:00	1,46	-	1,81	1,62	1,73	1,66			-	-	-	-	
20:00	-	-	1,47	1,44	1,33	1,41			-	-	-	-	
21:00	-	-	1,8	1,7	1,53	1,68			-	-	-	-	
22:00	-	-	2,5	-	1,93	2,22			-	-	-	-	
«Торговля, общепит, сфера услуг» / 1,49*													
	21	22	23	24	26	211	217	222	223	224	233	средн.	-
7:00	1,26	1,49	-	-	-	1,26	-	1,3	-	-	1	1,28	-
8:00	1,42	1,66	-	-	-	1,35	-	1,3	1,1	1,23	1	1,32	-
9:00	1,57	1,54	-	1,75	1,49	1,44	1,51	1,4	1	1,11	1	1,40	-
10:00	1,65	1,55	1,77	1,41	1,43	1,39	1,59	1,4	2,5	1,23	1,1	1,54	-
11:00	1,74	1,64	1,75	1,5	1,5	1,48	1,91	1,3	1,4	1,37	1,1	1,52	-
12:00	1,73	1,68	1,71	1,5	1,47	1,39	1,56	1,5	1,3	1,48	1,2	1,50	-
13:00	1,53	1,72	1,86	1,5	1,52	1,38	1,63	1,8	1,2	1,27	1,2	1,52	-
14:00	1,53	1,78	1,77	1,25	1,46	1,38	1,79	1,2	2	1,36	1,3	1,53	-
15:00	1,57	1,8	1,57	1,5	1,53	1,49	1,69	1	1,2	1,78	1,1	1,48	-
16:00	1,57	1,73	1,65	1,5	1,44	1,35	1,29	1,7	1	1,38	1,1	1,44	-
17:00	1,55	1,82	1,75	1,5	1,41	1,37	1,56	1,3	1,5	1,33	1,1	1,48	-
18:00	1,53	1,8	2,1	1,5	1,5	1,37	1,59	1,6	1,2	1,28	1,1	1,51	-
19:00	1,6	1,79	-	-	1,39	1,38	1,59	1,3	2,3	1	1,28	1,52	-
20:00	1,48	1,92	-	-	1,3	1,42	1,61	1,3	1	2	1,17	1,48	-
21:00	1,56	2,1	-	-	-	1,56	1,4	1,3	2	2	1,1	1,63	-
22:00	-	2,33	-	-	-	1,33	1,8	1,5	2	-	1,1	1,70	-

\* среднее значение пол укрупненной группы.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.  
Коэффициенты суточной неравномерности

Таблица Г 1. – Коэффициенты суточной неравномерности по группе «Офисы»

	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
	КСН, по прибытию																
41	0,0179	0,0381	0,0559	0,1154	0,1125	0,1117	0,1187	0,1256	0,1034	0,1002	0,1135	0,0870	0,0456	0,0082	0,0179	-	-
44	-	0,1013	0,1281	0,1668	0,1888	0,0797	0,1307	0,1237	0,0771	0,0544	-	-	-	-	-	-	-
47	0,0141	0,1460	0,1095	0,0533	0,1014	0,1262	0,1513	0,0574	0,0848	0,0559	0,0453	0,0320	0,0270	0,0058	-	-	-
410	-	-	0,2678	0,1051	0,1559	0,1492	0,0373	0,0508	0,1153	0,1186	-	-	-	-	-	-	-
412	0,3151	0,2949	0,2233	0,3151	0,4340	0,3301	0,3651	0,1608	0,2771	0,5349	-	-	-	-	-	-	-
416	-	0,1344	0,1110	0,1385	0,1721	0,1512	0,1156	0,1635	0,1596	0,1847	0,2135	0,2161	0,1765	-	-	-	-
Среднее	0,1157	0,1429	0,1493	0,1490	0,1941	0,1580	0,1531	0,1136	0,1362	0,1748	0,1241	0,1117	0,0830	0,0070	0,0179	-	-
	КСН, по убытию																
41	0,0192	0,0339	0,0433	0,1029	0,1130	0,1130	0,1210	0,1342	0,1147	0,0937	0,1133	0,0906	0,0438	0,0056	0,0412	-	-
44	-	0,0875	0,0695	0,1157	0,1823	0,1895	0,1048	0,1488	0,0549	0,0907	-	-	-	-	-	-	-
47	-	0,0351	0,1579	0,1053	0,0702	0,1228	0,0877	0,1579	0,0702	0,1053	0,0877	-	-	-	-	-	-
410	-	-	0,1453	0,0946	0,1622	0,1926	0,0304	0,0236	0,1351	0,2162	-	-	-	-	-	-	-
412	-	0,0351	0,1579	0,1053	0,0702	0,1228	0,0877	0,1579	0,0702	0,1053	0,0877	-	-	-	-	-	-
416	-	0,0451	0,0554	0,0858	0,1721	0,0976	0,0148	0,0814	0,0908	0,1165	0,1267	0,1342	0,0563	0,0062	-	-	-
Среднее	0,0192	0,0473	0,1049	0,1016	0,1283	0,1397	0,0744	0,1173	0,0893	0,1213	0,1039	0,1124	0,0501	0,0059	0,0412	-	-

Таблица Г 2. – Коэффициенты суточной неравномерности по группе «Торговля, общепит, сфера услуг»

	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
	КСН, по прибытию																
21	0,0043	0,0187	0,0567	0,0754	0,0775	0,0914	0,1107	0,0971	0,0930	0,0890	0,0843	0,1037	0,0848	0,0849	0,0624	-	-
22	0,0254	0,0343	0,0584	0,0636	0,0721	0,0982	0,0924	0,0852	0,0764	0,0728	0,0840	0,1054	0,0946	0,0788	0,0632	0,0314	-
23	-	-	-	0,1204	0,1287	0,1108	0,1037	0,1307	0,1423	0,1185	0,0895	0,0555	-	-	-	-	-
24	-	-	0,2108	0,0997	0,0573	0,0725	0,0694	0,0967	0,0938	0,1392	0,1815	0,0847	-	-	-	-	-
26	-	-	0,0878	0,1247	0,1176	0,1089	0,1023	0,1028	0,1066	0,0970	0,0862	0,0398	0,0283	0,0012	-	-	-
211	0,0142	0,0379	0,0455	0,0639	0,0675	0,0660	0,0637	0,0730	0,0730	0,0859	0,0933	0,1255	0,0866	0,0736	0,0458	0,0496	-
213	-	-	0,0455	0,0227	0,0682	0,1364	0,1591	0,0909	0,0227	0,0227	0,1136	0,1364	0,1136	0,0682	-	-	-
217	-	-	0,0357	0,0521	0,0542	0,0751	0,0914	0,0614	0,0671	0,0537	0,0895	0,1141	0,0899	0,1261	0,0410	0,1179	-
220	-	-	0,0278	0,0167	0,1028	0,0454	0,0698	0,0929	0,0815	0,0749	0,0725	0,0779	0,0687	0,0496	0,0769	0,0435	0,0386
222	0,0493	0,0669	0,0634	0,0739	0,0599	0,0423	0,1056	0,0458	0,0810	0,0845	0,0493	0,0493	0,0387	0,0599	0,0669	0,0634	-
223	-	0,1190	0,0714	0,0476	0,0952	0,0714	0,0952	0,0476	0,0952	0,0476	0,0476	0,0714	0,0714	0,0476	0,0714	0,0000	-
224	-	0,0881	0,1223	0,0565	0,0841	0,0672	0,0626	0,0970	0,1188	0,1007	0,0864	0,0654	0,0247	0,0433	0,0210	-	-
227	-	-	-	0,1176	0,0196	0,1569	0,0588	0,0784	0,1373	0,0784	0,1569	0,1569	0,0392	-	-	-	-
229	-	-	0,1756	0,1512	0,1268	0,1024	0,1073	0,1561	0,1415	0,0390	-	-	-	-	-	-	-
231	0,0656	0,1815	0,1256	0,1355	0,0390	0,0683	0,0573	0,0308	0,0503	0,0737	0,1459	0,0264	0,0264	-	-	-	-
233	0,0034	0,0084	0,0133	0,0201	0,0392	0,0588	0,0402	0,0577	0,0507	0,0885	0,1014	0,0883	0,1382	0,1034	0,0878	0,0768	-
Среднее	0,0270	0,0694	0,0814	0,0776	0,0756	0,0858	0,0868	0,0840	0,0895	0,0791	0,0988	0,0867	0,0696	0,0670	0,0596	0,0547	0,0386
	КСН, по убытию																
21	0,0019	0,0044	0,0248	0,0431	0,0806	0,0831	0,1112	0,0928	0,0867	0,0935	0,0915	0,1231	0,0954	0,1199	0,1272	-	-
22	0,0267	0,0346	0,0480	0,0623	0,0673	0,0937	0,0943	0,0806	0,0796	0,0741	0,0838	0,1080	0,0964	0,0876	0,0742	0,0332	-
23	-	-	-	0,0486	0,1075	0,0858	0,1100	0,1078	0,1457	0,1560	0,1231	0,1155	-	-	-	-	-
24	-	-	0,0878	0,1199	0,0437	0,0712	0,0727	0,0933	0,0836	0,1463	0,1927	0,1328	-	-	-	-	-
26	-	-	0,0658	0,1180	0,1155	0,1080	0,1041	0,0985	0,1108	0,0949	0,0971	0,0448	0,0505	0,0083	-	-	-
211	0,0099	0,0311	0,0407	0,0637	0,0675	0,0659	0,0618	0,0784	0,0715	0,0848	0,0899	0,1161	0,0918	0,0874	0,0544	0,0547	-
213	-	-	0,0435	0,0870	0,0435	0,1087	0,1957	0,0435	0,0435	0,0652	0,0870	0,1522	0,1087	0,0217	-	-	-
217	-	-	0,0309	0,0474	0,0566	0,0694	0,0955	0,0596	0,0586	0,0479	0,1023	0,1315	0,0879	0,1216	0,0439	0,1157	-
220	-	-	0,0612	0,0136	0,0858	0,0416	0,0664	0,1001	0,0729	0,0798	0,0569	0,0764	0,0462	0,0268	0,1029	0,0282	0,0665
222	0,0352	0,0634	0,0634	0,0704	0,0563	0,0458	0,0951	0,0528	0,0880	0,0775	0,0599	0,0563	0,0317	0,0599	0,0739	0,0563	0,0141
223	-	0,0952	0,0714	0,0476	0,0952	0,0238	0,1190	0,0714	0,0714	0,0714	0,0714	0,0476	0,0476	0,0714	0,0476	0,0476	-
224	-	0,0309	0,0512	0,0589	0,0879	0,0650	0,0451	0,0992	0,1087	0,1228	0,0784	0,1254	0,0446	0,0608	0,0589	-	-
227	-	-	-	0,0727	0,0364	0,1455	0,0727	0,0727	0,1455	0,0727	0,1636	0,1455	0,0727	-	-	-	-
229	-	-	0,0992	0,1983	0,0992	0,1488	0,0992	0,0138	0,2782	0,0634	-	-	-	-	-	-	-
231	0,0250	0,0803	0,0966	0,1227	0,0971	0,0542	0,0851	0,0451	0,0467	0,0575	0,1662	0,1106	0,1106	-	-	-	-
233	0,1314	0,1361	0,0904	0,0544	0,0605	0,0737	0,0582	0,0665	0,0434	0,0746	0,0598	0,0371	0,0683	0,0435	0,0214	0,0041	-
Среднее	0,0384	0,0595	0,0625	0,0768	0,0750	0,0803	0,0929	0,0735	0,0959	0,0864	0,1016	0,1015	0,0733	0,0644	0,0672	0,0485	0,0403

Таблица Г 3. – Коэффициенты суточной неравномерности по группе «Здравоохранение, спорт, культура, досуг»

	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
	КСН, по прибытию																
38	0,1436	0,1526	0,0929	0,0766	0,0929	0,0725	0,0599	0,0676	0,0636	0,0517	0,0491	0,0474	0,0296	-	-	-	-
39	0,0568	0,1635	0,1396	0,1182	0,0953	0,0766	0,0872	0,0717	0,0626	0,0518	0,0519	0,0245	-	-	-	-	-
315	-	-	0,0061	0,0288	0,0412	0,0793	0,0554	0,0487	0,0544	0,0653	0,0622	0,1158	0,1264	0,1110	0,1690	0,1545	0,0186
319	0,0690	0,0718	0,0732	0,0653	0,0898	0,0817	0,0719	0,0758	0,0605	0,0555	0,0800	0,1359	0,0624	0,0521	0,0339	0,0000	-
322	-	-	0,1061	0,0139	0,0783	0,0455	0,0366	0,0455	0,0871	0,0732	0,0366	0,0783	0,1098	0,1553	0,0871	0,0922	-
328	-	0,0212	0,0423	0,0423	0,0985	0,1692	0,2254	0,1408	0,0423	0,0722	0,1036	0,0000	0,0423	0,0000	0,0000	-	-
Среднее	0,0898	0,1023	0,0767	0,0575	0,0827	0,0875	0,0894	0,0750	0,0618	0,0616	0,0639	0,0670	0,0741	0,0796	0,0725	0,0822	0,0186
	КСН, по убытию																
38	0,0368	0,0590	0,0725	0,0846	0,1043	0,0984	0,0983	0,1024	0,1078	0,0937	0,0646	0,0468	0,0307	-	-	-	-
39	0,0211	0,0985	0,1239	0,1229	0,1153	0,0945	0,0834	0,0973	0,0748	0,0731	0,0560	0,0374	-	-	-	-	-
315	-	-	0,0014	0,0188	0,0328	0,0500	0,0636	0,0452	0,0568	0,0488	0,0644	0,1546	0,1426	0,0906	0,2068	0,1498	0,0174
319	0,0090	0,0266	0,0704	0,0655	0,0748	0,0885	0,0779	0,0482	0,0598	0,0653	0,0595	0,0822	0,1013	0,1576	0,1118	0,0081	-
322	-	-	0,0000	0,0819	0,0741	0,0000	0,0819	0,0526	0,0789	0,1004	0,0000	0,0897	0,0000	0,1189	0,1871	0,1608	-
328	-	0,0245	0,0245	0,0431	0,0186	0,0955	0,0431	0,0650	0,1141	0,1226	0,0245	0,2527	0,1472	0,0000	0,0245	-	-
Среднее	0,0223	0,0522	0,0488	0,0695	0,0700	0,0712	0,0747	0,0685	0,0820	0,0840	0,0448	0,1106	0,0844	0,0918	0,1326	0,1062	0,0174

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Вероятностные распределения основных количественных характеристик ЦТКБН

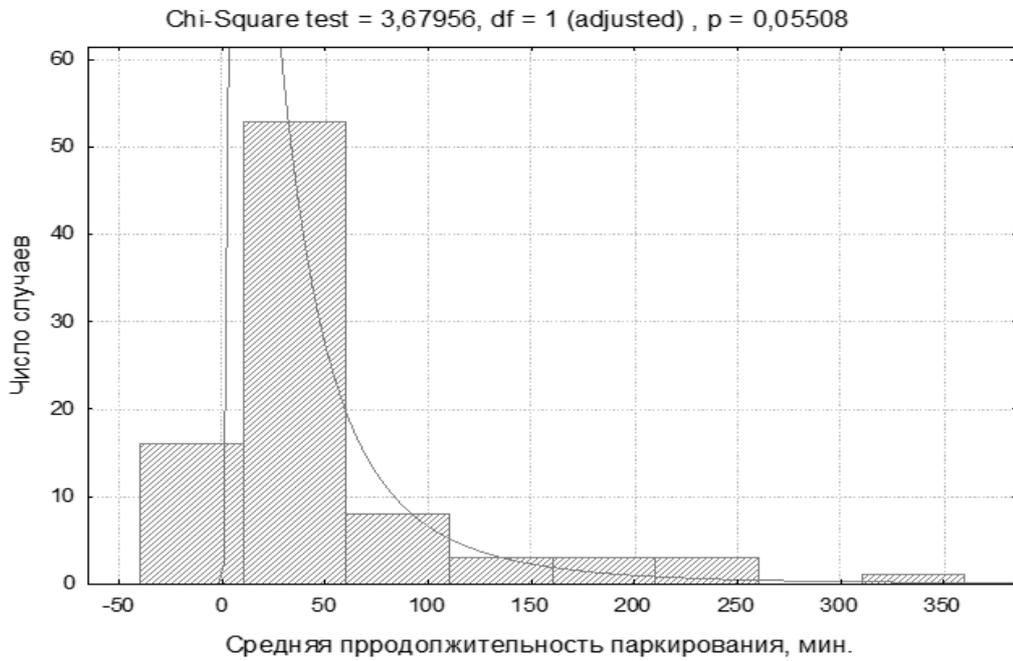


Рисунок Д 1 – Логарифмически нормальное распределение случайной величины средней продолжительности парковки

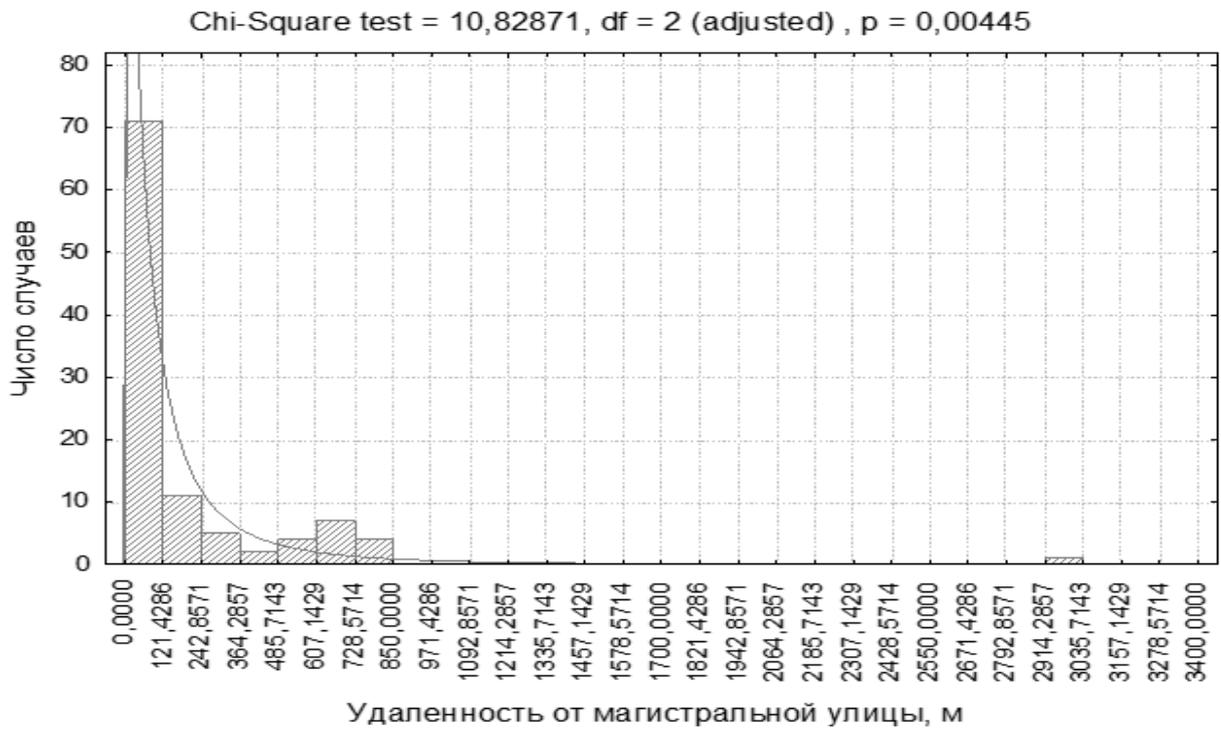


Рисунок Д 2 – Логарифмически нормальное распределение случайной величины удаленности от магистральной улицы

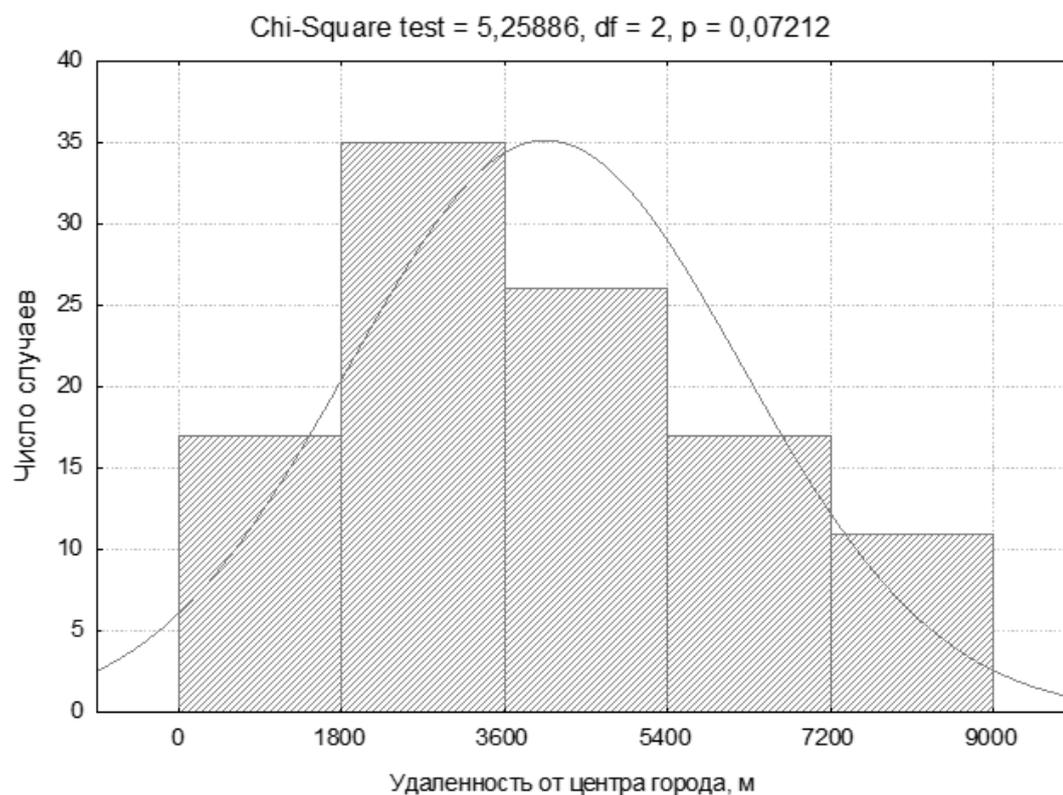


Рисунок Д 3 – Нормальное распределение случайной величины удаленности от центра города

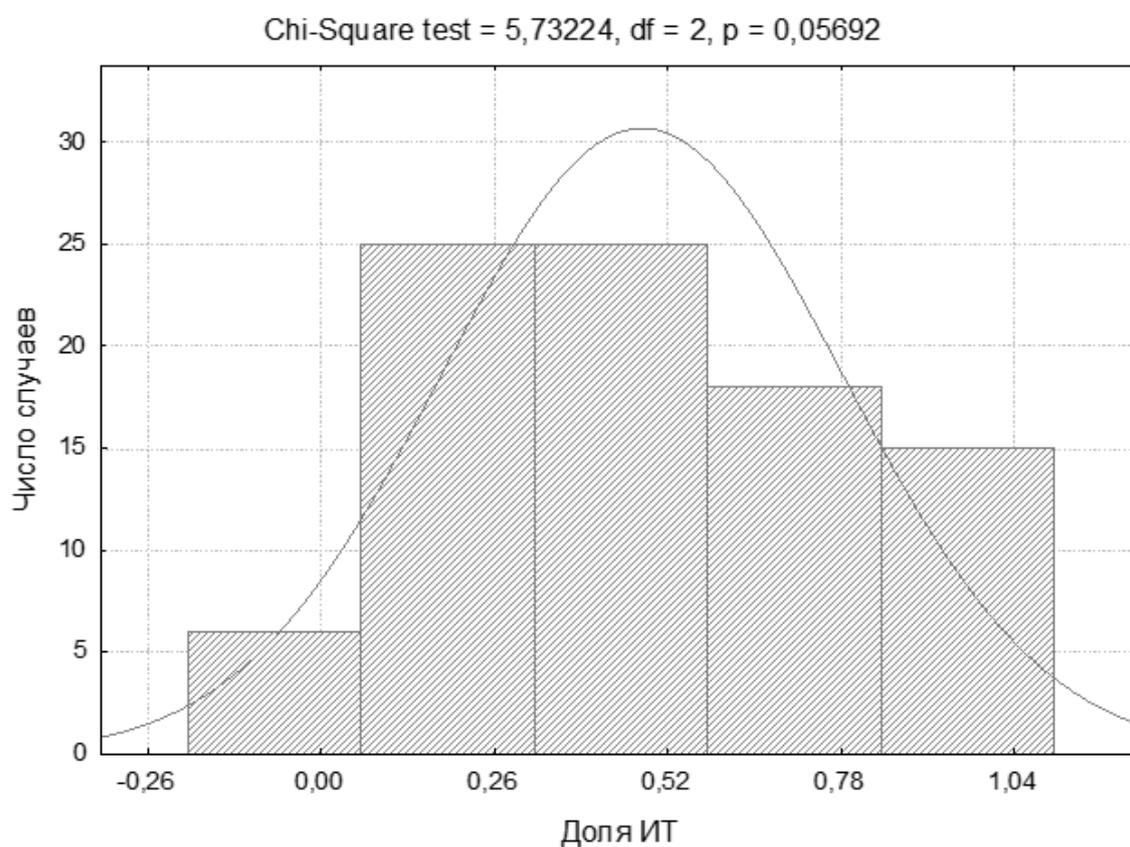


Рисунок Д 4 – Нормальное распределение случайной величины доли ИТ

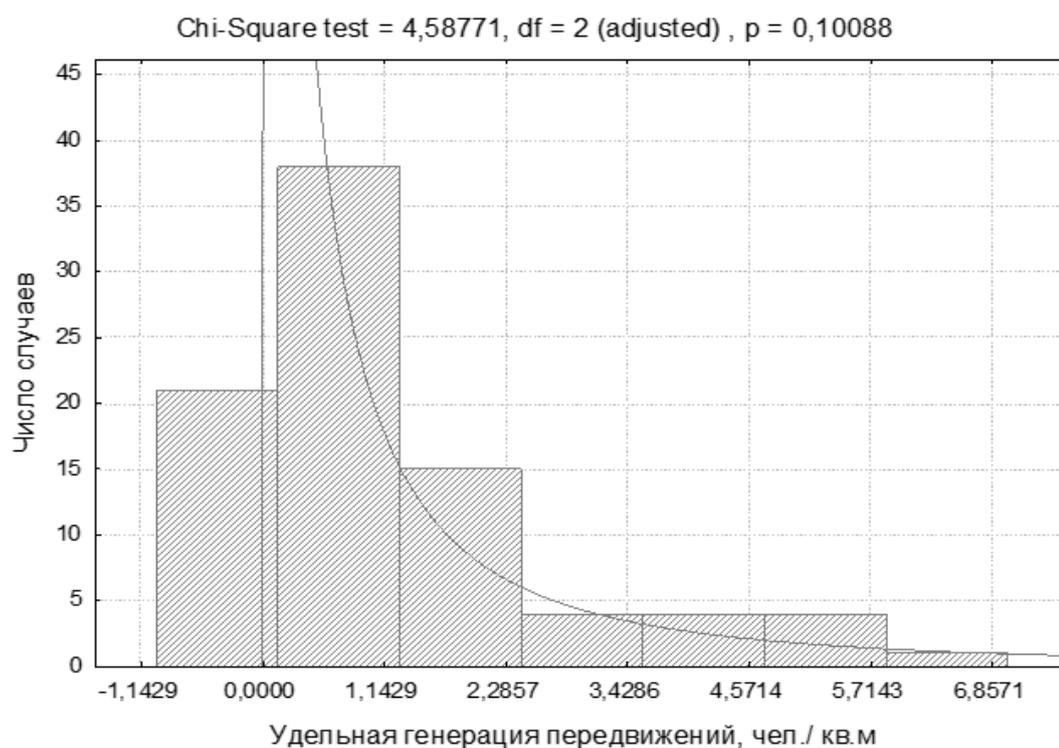


Рисунок Д 5 – Логарифмически нормальное распределение случайной величины удельной генерации передвижений

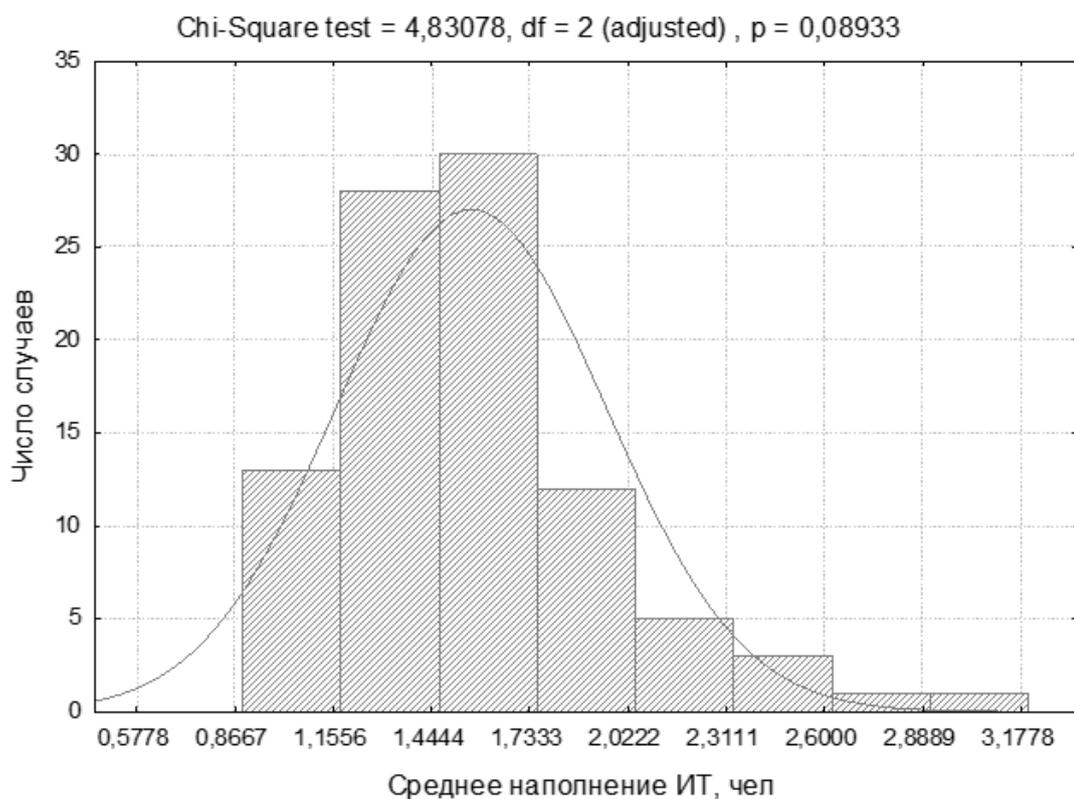


Рисунок Д 6 – Нормальное распределение случайной величины среднего наполнения ИТ

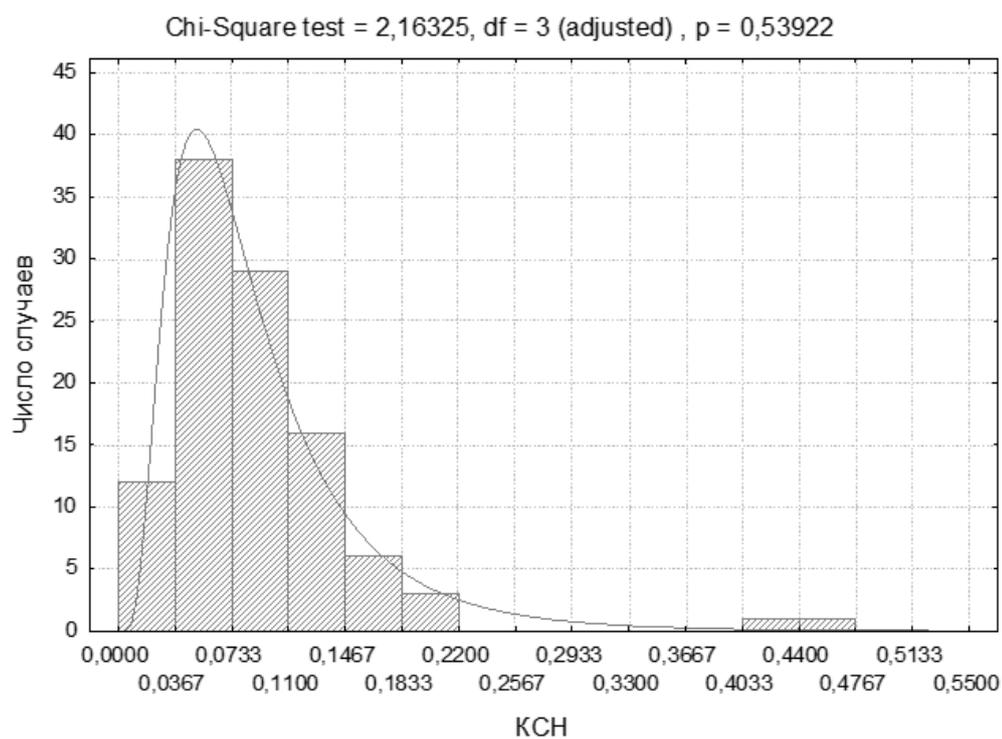


Рисунок. Д 7 – Логарифмически нормальное распределение случайной величины коэффициентов суточной неравномерности по прибытию (КСН)



**Общество с ограниченной ответственностью  
«Строительное Монтажное Эксплуатационное Предприятие  
«Дельта»**

ИНН 3801108107, КПП 384901001, ОГРН 1103801001798  
Юридический адрес: 664007, г.Иркутск, ул. Поленова,35.  
Почтовый адрес: 664007, г.Иркутск, ул. Поленова,35  
Телефоны: 8 (3952) 538-631.  
E-mail: smepd38@rambler.ru

« 14 » 12 2015 г.

№ 215

И.о. ректора ИрННТУ  
профессору Афанасьеву А.Д.

Справка о внедрении методики  
оценки транспортного спроса на автомобильном транспорте

Уважаемый Александр Диомидович!

Настоящим подтверждаем, что методика оценки транспортного спроса и прогнозирования интенсивности движения в местах сосредоточения объектов культурно-бытовой направленности, разработанная Бурковым Дмитрием Германовичем, применяется ООО «СМЭП «Дельта» при выполнении проектов ПОД, КСОД:

- ТРК «Комсомол» (г.Иркутск, ул.Верхняя Набережная,10);

- ремонт Ново-Ленинской объездной дороги с развязками на участке от ул.Сурнова до ул.Рабочего Штаба в г.Иркутске: установка светофорного объекта (р-н строительного рынка «Покровский»).

Применение методики позволяет в значительной степени снизить трудоемкость прогнозирования интенсивности и повысить эффективность организации дорожного движения.



В.М. Алецев