

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Факультет экономических наук

Образовательная программа «Экономика»

Перевышина Татьяна Олеговна

БАКАЛАВРСКАЯ ВЫПУСКНАЯ РАБОТА

**Социально-экономические и пространственные факторы
использования московского парковочного пространства**

Рецензент

*Профессор, д-р социологических наук,
Тихонова Наталья Евгеньевна*

Научный руководитель

*Младший научный сотрудник
Кончева Елена Олеговна*

Москва 2019 г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	2
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	5
1.1 Факторы формирования парковочного поведения.....	5
1.2 Теоретическая схема предмета исследования. Система Гипотез	16
1.3 Методология исследования.....	18
ГЛАВА 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭМПИРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	19
2.1 Дескриптивный анализ	19
2.2 Регрессионный анализ	27
2.3 Спецификация модели.....	30
2.4 Тестирование качества параметров модели.....	35
2.4 Интерпретация результатов регрессионного анализа.....	39
2.5 Дискуссия	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	47
ПРИЛОЖЕНИЕ	52

Введение

На сегодняшний день нельзя поставить под сомнение актуальность дискуссии о парковочной политике. В Москве, в отличие от многих других мировых мегаполисов, парковочная политика лишь совсем недавно стала частью системной политики управления городским транспортом. В 90-х годах, вследствие изменения политического режима и развития рыночной экономики, в России началась активная фаза роста процесса автомобилизации, вследствие чего появилась необходимость в парковках. В начале этого периода парковочная политика следовала принципу «прогнозирования и обеспечения» и была направлена, главным образом, на удовлетворение потребностей растущего числа городских автомобилистов, не рассматривая негативные экстерналии от использования автомобилей. Нормы парковки постоянно пересматривались в сторону повышения вместимости.¹ В 2012 году произошел сдвиг парковочной парадигмы: Правительством Москвы было подписано постановление «Об организации платных городских парковок в городе Москве». Парковочная политика перешла в сторону нового принципа - «управление и контроль». Местные власти сократили рост общей вместимости парковки и начали лучше регулировать и использовать уже существующие места для стоянки, главным образом с помощью механизма цен.² На сегодняшний день политика московского городского транспорта в сфере парковочных услуг движется в сторону нового тезиса - «управление спросом» и имеет под собой три основные цели: способствование лучшей доступности и мобильности городских районов, способствование улучшению качества жизни в городе (качество воздуха и среды обитания); поддержка местной экономики и увеличение муниципального дохода. Переход от второго этапа к третьему определяется в профессиональной литературе как «сдвиг от старой парадигмы к новой».³

¹ Постановление Правительства Москвы от 25 января 2000 г. N 49 "Об утверждении Норм и правил проектирования планировки и застройки Москвы МГСН 1.01-99"

² Постановление Правительства Москвы № 289-ПП от 17 мая 2013 года

³ Litman, T. Parking Management Best Practices. Chicago, 2006. С.

Предполагается, что «Экономическая (социальная) теория» заложила основы регулирования парковки, поскольку парковка имеет характеристики частного блага.⁴ Управление спросом на это благо требует понимания его структуры, выявляемое через анализ парковочного поведения. *Парковочным поведением* называется система решений, которые принимает индивид, о том, как и где ему парковать транспортное средство. Оно формируется на основе условий среды, социально-экономических, экономических, демографических и других факторов. Косвенно судить о том, как введение платы за парковку повлияло на транспортные режимы москвичей можно по результатам исследований, опубликованных «Яндекс» и порталом «Московский паркинг»:

- Скорость движения транспортного потока увеличилась в среднем на 12%;
- Количество личного транспорта, въезжающего в пределы Садового кольца снизилось на 25%;
- Внутри Садового кольца загруженность транспортной сети уменьшилась на 18%, а в остальной части – только на 3%;
- Количество нарушений правил парковки сократилось на 64%;
- Оборачиваемость машиномест увеличилась в 4 раза.

После публикации этих данных в 2014 году прошло больше четырёх лет. За это время существенно расширилась зона покрытия платной стоянки, несколько раз поднимались парковочные тарифы. Последнее, наиболее масштабное изменение в ценовой политике произошло в конце 2018 года: для 5% наиболее популярных локаций, в их число входят Москва-Сити, Арбат, Патриаршие пруды, Тверская, тарифы были подняты практически в два раза. Исходя из этих данных, *целью* исследования является составление портрета регулярного потребителя услуг платного паркинга после повышения тарифа на стоянку в конце 2018 года.

⁴ Glazer A., Niskanen E. Parking fees and congestion //Regional Science and Urban Economics. – 1992. – Т. 22. – №. 1. – С. 123-132.

Задачами моего исследования являются:

1. Анализ опыта введения и функционирования платного паркинга в зарубежных странах и его влияние на транспортное поведение граждан.
2. Определение формы зависимости между социально-экономическими и пространственными факторами, а также парковочными характеристиками и регулярностью использования платной парковки.
3. Формирование портрета потребителя Московского паркинга.

Объектом исследования являются московские автомобилисты, а *предметом* исследования – парковочное поведение московских автомобилистов после последнего повышения парковочных тарифов.

Научная новизна состоит в определении формы зависимости между характеристиками автомобилистов и их парковочным поведением, а также систематизации факторов, влияющих на их парковочный режим. С *практической точки зрения* это исследование важно для идентификации структуры спроса на платный паркинг в Москве.

Работа состоит из двух основных частей. Первая часть представляет собой изучение теоретико-методологических аспектов исследования и включает в себя обзор работ о транспортном и парковочном поведении в разных странах мира, на основании которых формируется теоретическая и методологическая база исследования. Вторая часть является описанием и интерпретацией эмпирических результатов исследования, с обоснованием выбора методов анализа парковочного поведения. В ней содержится регрессионный и дескриптивный анализ общих и уникальных характеристик поведения автомобилистов, а также обоснование полученных результатов.

Глава 1. Теоретико-методологические аспекты исследования

Платные парковки стали неотъемлемой частью дизайна транспортной системы мегаполисов по всему миру. Как следствие появилась необходимость в изучении парковочного поведения горожан и структуры спроса на платные стоянки. Для того чтобы создать теоретическую базу для нашего исследования необходимо системно подойти к изучению существующих работ не только парковочного поведения, но и транспортного поведения в целом. Данный обзор литературы содержит три части: первая рассматривает влияние социально-экономических факторов на транспортное, а как следствие парковочное поведение, вторая часть содержит информацию о взаимосвязи между транспортными ресурсами, составляющими городской среды и использованием платной парковки, в третьей части исследуется вопрос того, как характеристики самой стоянки влияют на парковочное поведение.

1.1 Факторы формирования парковочного поведения

Социально-экономические факторы влияния на парковочное поведение

Пол, возраст, структура домашнего хозяйства и доход оказывают существенное влияние на способ передвижения.⁵ Наличие детей, высокий доход и возраст обычно являются факторами, которые связаны с более частым использованием автомобилей, а как следствие с более частой парковкой. Исследование, проведенное в Нидерландах и Бельгии, показало, вероятность того, что человек, который «никогда не будет пользоваться одной и той же парковкой», уменьшается в случае, если респондентом является мужчина, проживающий в Нидерландах и посещающий центральную деловую зону менее одного раза в год или неделю.⁶ Исследование зависимости расстояния

⁵ Dieleman F. M., Dijst M., Burghouwt G. Urban form and travel behaviour: micro-level household attributes and residential context //Urban studies. – 2002. – Т. 39. – №. 3. – С. 507-527.

⁶ van der Waerden P., Timmermans H., da Silva A. N. R. The influence of personal and trip characteristics on habitual parking behavior //Case Studies on Transport Policy. – 2015. – Т. 3. – №. 1. – С. 33-36.

от места парковки индивида до конечной точки назначения демонстрирует, что, отправляясь за еженедельными покупками вероятность того, что индивид оставит автомобиль в более чем 100 метрах от магазина возрастает, если он имеет среднее образование, низкий доход и редко пользуется автомобилем.⁷

Исследование, проведенное в университетском кампусе в Англии, показало, что после введения платного разрешения на парковку, существенно изменилось транспортное поведение студентов. Были выявлены гендерные различия в парковочном поведении.⁸ Женщины чаще парковались в кампусе, чем мужчины (дальнейший анализ показал, что 86% всех женщин-водителей парковались в кампусе, в сравнении с 66% водителей-мужчин). С другой стороны, мужчины чаще не оплачивали парковку, но пользовались ей (18% мужчин по сравнению с 8% женщин). Авторы специально не исследовали причины такой гендерной разницы, но некоторые наблюдения из литературы предлагают одно объяснение. Большое количество исследований показало, что мужчины склонны нарушать правила дорожного движения⁹ и, в частности, игнорировать ограничения на парковку¹⁰. Специалисты по транспортному планированию указывают, что в большинстве случаев несанкционированные парковки, с которыми они сталкивались в кампусе, устраивали студенты мужского пола. Также возможно, что парковка вне территории кампуса может быть менее безопасна для женщин, хотя жилые улицы, окружающие университет, являются тихими и не криминогенными по природе. Другими словами, женщины рискофобы в большей мере чем мужчины.

Парковочное поведение является предметом исследования не только в развитых странах, но и развивающихся. Так анализ, проведенный в Дакке,

⁷ van der Waerden P., Timmermans H., de Bruin-Verhoeven M. Car drivers' characteristics and the maximum walking distance between parking facility and final destination. – 2017.

⁸ Melia S., Clark B. What happens to travel behaviour when the right to park is removed? //Transport policy. – 2018. – Т. 72. – С. 242-247.

⁹ Maxwell J. P., Grant S., Lipkin S. Further validation of the propensity for angry driving scale in British drivers //Personality and Individual Differences. – 2005. – Т. 38. – №. 1. – С. 213-224.

¹⁰ Fletcher D. A five-year study of effects of fines, gender, race, and age on illegal parking in spaces reserved for people with disabilities //Rehabilitation Psychology. – 1995. – Т. 40. – №. 3. – С. 203.

столицы Бангладеш, показал, что взаимосвязь между средней арендной платой домохозяйств и спросом на парковку в спальнях районах является отрицательной. Этот эффект объясняется тем, что парковочное пространство формируется в жилых районах за счёт машин, находящихся в частной собственности, а владение автомобилем связано с определенным уровнем финансового состояния, позволяющим иметь личное парковочное место. Связь между арендной платой домохозяйства и финансовым состоянием также может объяснить формирование спроса на парковку в общественных местах, поскольку люди с более высоким доходом, как правило, чаще проводят семейные обеды и другие семейные мероприятия вне дома, а как следствие чаще пользуются парковками. Спрос на парковку в торговых центрах, также напрямую зависит от средней арендной платы домохозяйства. Это логично, поскольку этот показатель, вероятно, имеет четкую связь с экономическим благосостоянием человека и возможностью тратить деньги на покупки, а как следствие может повлиять на число поездок в торговые центры. Помимо этого, исследование в Дакке продемонстрировало, что на увеличение спроса на парковку в ресторанах и торговых центрах влияет повышение уровня грамотности. Это наблюдение объясняется тем, что у менее грамотных людей может не хватить смелости пойти в ресторан или в магазин. Они предпочитают уличные рынки торговым центрам. Кроме того, уровень грамотности пропорционален занятости и доходу, а также частоте использования автомобиля.¹¹ В рамках нашего исследования необходимо отметить, что Дакка является «развивающимся городом». Согласно рейтингу городов по уровню жизни, который составляется на основе таких показателей как политика-социальная среда, экономика, наличие цензуры, здравоохранение, качество образовательной системы, доступность и стоимость жилья, культурная жизнь, столица Бангладеш занимает 217

¹¹ SOBHANI M. G. et al. Impact of Socio-economic Factors on Parking Demand in Developing Cities//Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. – 2017. – Т. 11.

строчку, при этом Москва расположилась на 167.¹² Из-за разницы в уровне жизни некоторые факторы влияния на транспортное поведение жителей Дакки для москвичей окажутся незначимыми, таким, например, является уровень грамотности. В России грамотность достигает 100%, а в Бангладеш только 70%.¹³

Анализ транспортного поведения в города Упсала, Швеция, проведенный ученым Hanson в 1982, показывает, что для большинства аспектов моделей перемещений социально-демографические переменные могут быть более важными, чем влияние переменных, измеряющих пространственную форму и использование земли. Это исследование, как и многие, продемонстрировало, что возраст, доход, пол и, конечно же, наличие автомобилей оказывают явное влияние на поведение в поездках.

Влияние характеристик транспортных ресурсов и факторов городской среды на парковочное поведение

Поведение во время поездок в городских районах определяется повседневной деятельностью людей, пространственной организацией и городской средой.^{14,15,16,17,18,19}

Исследование, целью которого являлся анализ поведения автомобилистов при поиске парковочного места на улицах Великобритании,

¹² Международный рейтинг городов по уровню жизни: [Электронный ресурс] URL: <https://mobilityexchange.mercer.com/Insights/quality-of-living-rankings> .(Дата обращения 15.01.2019)

¹³ Международная статистика по грамотности: [Электронный ресурс] URL: <http://data.uis.unesco.org> . (Дата обращения: 29.02.2018)

¹⁴ Cervero R., Duncan M. 'Which Reduces Vehicle Travel More: Jobs-Housing Balance or Retail-Housing Mixing? //Journal of the American planning association. – 2006. – Т. 72. – №. 4. – С. 475-490.

¹⁵ Krizek K. J. Residential relocation and changes in urban travel: Does neighborhood-scale urban form matter? //Journal of the American Planning Association. – 2003. – Т. 69. – №. 3. – С. 265-281.

¹⁶ Naess P. 'New urbanism' or metropolitan-level centralization? A comparison of the influences of metropolitan-level and neighborhood-level urban form characteristics on travel behavior //Journal of Transport and Land Use. – 2011. – Т. 4. – №. 1. – С. 25-44.

¹⁷ Naess P. Residential location affects travel behavior: but how and why? The case of Copenhagen metropolitan area //Progress in Planning. – 2005. – Т. 63. – №. 2. – С. 167-257.

¹⁸ Zhang M. The role of land use in travel mode choice: Evidence from Boston and Hong Kong //Journal of the American planning association. – 2004. – Т. 70. – №. 3. – С. 344-360.

¹⁹ Miller E. J., Ibrahim A. Urban form and vehicular travel: some empirical findings //Energy Stud. Rev. – 1999. – Т. 9. – №. 2. – С. 3-21.

было проведено с использованием качественного подхода и продемонстрировало, что в целом поиск парковки не является большой проблемой, но при анализе конкретных регионов Англии было выявлено, что транспортные средства, ищущие место для стоянки, могут сталкиваться с некоторыми трудностями. Были выявлены различия между торгово-деловыми центрами Восточного Мидленда и Лестера. Для Восточного Мидленда поиск места для стоянки «не являлся проблемой из-за наличия многоуровневых парковок», тогда как в Лестере «поиск места для непродолжительной стоянки являлся проблемой в районах, где уличные автостоянки расположены не очень удобно». Помимо этого, было выявлено, что поиск места для стоянки является более серьезной проблемой в крупных городах графства Линкольншир, а также в рыночных городах, «с бесплатной уличной парковкой, в районах с узкими улицами и множеством магазинов, привлекающих большое количество посетителей», таких, например, как Лаут.²⁰

Расположение рабочих мест и точек розничной торговли рассматривается во многих работах в качестве ключевых факторов, определяющих парковочное и транспортное поведение. Достаточно часто изучение транспортного поведения в этом разрезе демонстрирует разные результаты для разных стран. Согласно отчету о транспортном поведении в Норвегии, опубликованном в 2015 году, люди, работающие в центральных частях города, предпочитают автомобиль общественному транспорту, по сравнению с людьми, работающими не в центральных районах.²¹ Однако, исследование транспортного поведения в Портленде, штат Орегон, США, показало обратное: люди, работающие в пригородных районах чаще ездят на автомобиле, чем пользуются общественным транспортом.²²

²⁰ Brooke S., Ison S., Quddus M. On-street parking search: A UK local authority perspective. – 2017.

²¹ Christiansen Petter, Engebretsen Øystein, Hanssen Jan Usterud, 2015. Parkeringsstilbud ved bolig og arbeidsplass. Fordelings effekter på bilbruk og bilhold i byer og bydeler. TØI-rapport 1439/2015.

²² Peng Z., Dueker K. J., Strathman J. G. Residential location, employment location, and commuter responses to parking charges //Transportation Research Record. – 1996. – Т. 1556. – №. 1. – С. 109-118.

Особой темой изучения являются жилые районы. Так, например, люди, живущие на окраинах городов, перемещаются на автомобилях значительно чаще, а соответственно паркуются чаще, чем люди, живущие в центре.²³ При этом жители пригорода менее чувствительны к изменениям цены на парковку, чем жители центральных районов.²⁴ Работа опубликованная Peter van der Waerden, Harry Timmermans и Marloes de Bruin-Verhoeven в 2017 году была посвящена изучению влияния личных характеристик водителя на расстояние между местом парковки автомобиля и конечной точкой маршрута. Вероятность того, что машина будет оставлена дальше от точки назначения возрастает, если индивид проживает в пригороде. Такое явление может объясняться тем, что жители пригорода хуже ориентируются в городской среде и готовы оставлять автомобиль на первом свободном парковочном месте, даже если оно относительно далеко от места назначения. В рамках экономической теории поведение жителей пригорода можно объяснить отсутствием полной информации о транспортно-парковочной ситуации.

Большой пласт исследований сосредоточен на том, как плотность населения, плотность рабочих мест и точек розничной торговли в местном²⁵ и городском масштабе²⁶ влияет на транспортное поведение. Исследования показали, что использование автомобилей является наименьшим в плотно застроенных крупных городских районах, в районах, расположенных близко к городскому центру, а также в районах, где работает большое количество людей. Специалисты по транспортному поведению, Engebretsen и Christiansen, в 2011 документально подтвердили, что в Норвегии использование автомобилей является наиболее значительным в малых и средних городских районах, особенно если они менее развиты с точки зрения рабочих мест, магазинов и услуг.

²³ Engebretsen Ø., Christiansen P. Urban structure and travel behaviour //Institute of Transport Economics. TØI Report. – 2011. – Т. 1178. – С. 2011.

²⁴ Peng Z., Dueker K. J., Strathman J. G. Residential location, employment location, and commuter responses to parking charges //Transportation Research Record. – 1996. – Т. 1556. – №. 1. – С. 109-118.

²⁵ Næss P. Urban form and travel behavior: Experience from a Nordic context //Journal of Transport and Land use. – 2012. – Т. 5. – №. 2. – С. 21-45.

²⁶ Newman P. G., Kenworthy J. R. Cities and automobile dependence: An international sourcebook. – 1989.

Исследование спроса на парковку в Дакке²⁷, о котором упоминалось ранее, показало, что высокая плотность населения, оказывает негативное влияние на спрос на парковку около мечетей, в торговых центрах и коммерческих зонах. Обычно в таком городе, как Дакка, из-за огромного общественного спроса почти в каждой общине есть собственная мечеть, поэтому люди, живущие рядом, предпочитают ходить в неё пешком, а парковочные места остаются невостребованными. Население Бангладеш увеличивается день ото дня,²⁸ а также растёт число владельцев автомобилей,²⁹ а как следствие образуются пробки. Из-за сильной загруженности дорог стоимость топлива для личного транспорта имеет тенденцию к увеличению,³⁰ что часто вынуждает людей проживать в местах, откуда они могут легко добраться до желаемых мест назначения пешком или используя традиционные виды транспорта, не требующие топлива, такие, например, как рикша. Поэтому спрос на парковку в этих районах тоже снижен. Ещё одним фактором, который объясняет полученные результаты, является развитие общественного транспорта. Из-за быстрого роста населения в последние годы правительство Бангладеш развивает услуги общественного автобуса (AC / Non-AC), который также снижает использование личного транспорта, снижая спрос на парковку.

Услуги общественного транспорта и использование ограничительных мер (запрет на стоянку водителей без попутчика, ограничения по времени, типу двигателя, плата за парковку и т. д.) влияют на выбор режима пользования платной парковкой в развитых странах. Анализ транспортного поведения в Портленде, штат Орегон, США, проведенный Zhongren Peng, Kenneth J. Dueker и James G. Strathman в 1996, задокументировал, что

²⁷ SOBHANI M. G. et al. Impact of Socio-economic Factors on Parking Demand in Developing Cities//Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. – 2017. – Т. 11.

²⁸ Population growth (annual %): [Электронный ресурс] URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.GROW?end=2017&locations=BD&page=6&start=1960&type=shaded&view=map&year=2017> . (Дата обращения 29.02.2019)

²⁹ Bangladesh Motor Vehicle Registered: Bangladesh: Total: [Электронный ресурс] URL: <https://www.ceicdata.com/en/bangladesh/motor-vehicle-registered/motor-vehicle-registered-bangladesh-total> . (Дата обращения 29.02.2019)

³⁰ LP Gas: [Электронный ресурс] URL: <https://databd.co/profiles/industries/profile-lp-gas> . (Дата обращения 29.02.2019)

плата за парковку оказывает влияние на выбор режима поездки только в совокупности с показателями работы общественного транспорта и места жительства индивида.

Влияние характеристик стоянки на парковочное поведение

Правила парковки рассматриваются как основа парковочной политики и могут быть определены как «руководящие принципы, которые регулируют, кто, когда и как долго может парковаться в определенном месте...».³¹ Основными характеристиками парковки являются факторы стоимости, ограничения пользователей и временные ограничения. Первый, вероятно, является наиболее доминирующим и спорным с административной точки зрения инструментом регулирования.³² Именно его мы рассмотрим в данном исследовании, так как он пока что является единственным применяемым на территории Москвы.

Связь между правилами парковки и выбором парковочного режима имеет большое значение. Рассмотрим несколько ситуаций:

- отсутствие парковки является наиболее эффективным способом сокращения вероятности использования личного автомобиля;
- бесплатная парковка с большим количеством мест для стоянки увеличивает вероятность использования личного автомобиля;
- платная парковка с большим количеством мест для стоянки не оказывает влияние на использование автомобиля;
- бесплатная, но ограниченная парковка в вдвое снижает вероятность использования автомобиля по сравнению с бесплатной парковкой с большим количеством мест для стоянки.

³¹ Litman T., Burwell D. Issues in sustainable transportation //International Journal of Global Environmental Issues. – 2006. – Т. 6. – №. 4. – С. 331-347.

³² Mingardo G., van Wee B., Rye T. Urban parking policy in Europe: A conceptualization of past and possible future trends //Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2015. – Т. 74. – С. 268-281.

Эти, несколько обобщённые, выводы о парковочной политике говорят о том, что почти одинаково эффективно объединять ограниченное количество парковочных мест с платой за парковку.³³

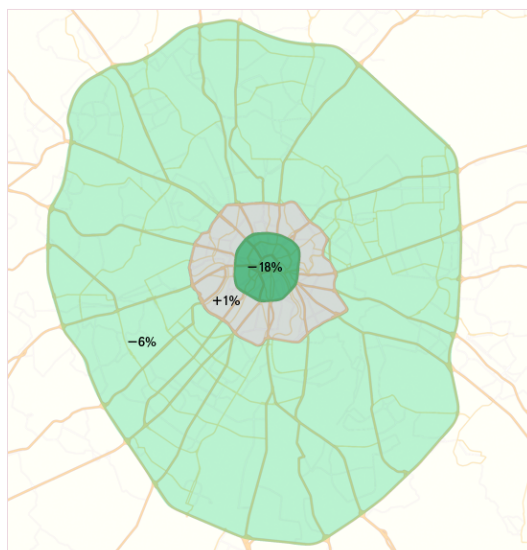
Анализ транспортного поведения в Эдинбурге, Шотландия, выявил, что контролируемые парковочные зоны, в сочетании с другими мерами, могут сократить количество поездок на работу.³⁴ Введение платной парковки в центральном районе, обычно предполагает дальнейшее её расширение, во многом из-за так называемого «проливного эффекта». «Проливной эффект» был зафиксирован и в центральном районе Эдинбурга.³⁵ Более 11 000 человек парковали автомобили на бесплатных уличных стоянках в прилегающих к центру районах, затем шли пешком или садились на автобус до конечного пункта назначения. Из-за этого в районах, прилегающих к центру города, наблюдалась значительная нагрузка на парковку, а как следствие образовывались пробки. Такой же эффект наблюдался в Москве в 2014 после введения платной парковки в центральном районе. Внутри Садового кольца загруженность уменьшилась на 18%, однако на Рисунке 1 видно небольшой рост загруженности между Садовым и Третьим транспортным кольцом, который объясняется тем, что некоторые автомобилисты, парковавшиеся ранее в самом центре, теперь оставляют машины с внешней стороны Садового кольца. Тем самым ограничивая движение в этой районе.³⁶

³³ Christiansen P. et al. Parking facilities and the built environment: Impacts on travel behaviour //Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2017. – Т. 95. – С. 198-206.

³⁴ Rye T., Cowan T., Ison S. Expansion of a controlled parking zone (CPZ) and its influence on modal split: the case of Edinburgh //Transportation planning and technology. – 2006. – Т. 29. – №. 01. – С. 75-89.

³⁵ Ison S., Rye T. Parking-special issue of Transport Policy //Editorial Transport Policy. – 2006. – Т. 13. – №. 6. – С. 445-446.

³⁶ Яндекс.Исследования: [Электронный ресурс] URL: https://yandex.ru/company/researches/2014/ya_parking . (Дата обращения: 19.02.2019)



ПО ДАННЫМ ЯНДЕКС.ПРОБОК, ФЕВРАЛЬ 2014 И 2013

Рисунок 1 – Изменение загруженности дорог в разных зонах Москвы по сравнению с прошлым годом. Источник: Яндекс Исследования, 2014

Peter Christiansen (2014) провел исследование, связанное с изучением влияния платной парковки на транспортное поведение для сотрудников Норвежской администрации автомобильных дорог в Осло, и показал, что введение умеренной платы за парковку привело к значительному сокращению использования автомобилей в рабочих поездках. Сотрудники стали более позитивно относиться к плате после ее введения из-за сокращения заторов. Кроме того, плата за парковку повысила гибкость водителей, так как позволила приезжать на работу позже, но все еще иметь возможность найти свободное парковочное место.³⁷

Su and Zhou (2012) показали, что работодатели могут влиять на снижение количества поездок на работу в одиночку, предоставлением скидки на парковку для автомобилей с попутчиком («карпулинг»), уменьшением количества парковочных мест и увеличением платы за парковку для тех, кто ездит один. Исследователи выяснили, что индивиды, передвигающиеся с попутчиком, менее чувствительны к стоимости парковки, чем те, кто ездят в одиночку. Это может объясняться тем, что «карпулинг» позволяет делить

³⁷ Peng Z., Dueker K. J., Strathman J. G. Residential location, employment location, and commuter responses to parking charges //Transportation Research Record. – 1996. – Т. 1556. – №. 1. – С. 109-118.

расходы не только на топливо, но и на стоянку. Если совместные поездки являются «регулярными», повышение цены не парковку, не станет ощутимым для пользователей, а как следствие не окажет влияния на их транспортное и парковочное поведение.

Работа, опубликованная Mehdi Nourinejad и Matthew J. Roorda в 2017, была посвящена влиянию почасовой оплаты парковки на спрос на поездки. Применение платы за парковку может снижать или стимулировать спрос в зависимости от эластичности времени ожидания парковки к почасовому тарифу. Так увеличение цены парковки, всегда увеличивает спрос на поездки, в случае, когда время ожидания парковочного места очень сильно зависит от цены парковки. С другой стороны, когда время ожидания не зависит от парковочного ценообразования, повышение стоимости почасовой оплаты может, как и увеличить так и уменьшить спрос на поездки.

Из-за различных социально-экономических условий в разных странах требования к парковке также не одинаковы, что отражается в разном парковочном поведении автомобилистов. Исследования платной парковки в туристических районах Пекина показало, что расстояние до конечной точки маршрута и плата за парковку являются наиболее важными факторами, влияющими на принятие решения о месте парковки.³⁸

В 2001 году David A. Hensher и Jenny King исследовали стоимость парковки и наличие парковочных мест в центрально-деловом района Сиднея. Результаты анализа показали, что цена парковки занимает важную роль в формировании структуры спроса и предложения на определенное парковочное место. Увеличение почасовой ставки парковки на 1% приводит к 0,541% снижению вероятности выбора места стоянки в непосредственной близости от места назначения, снижению вероятности выбора парковки в других местах в центрально-делового района Сиднея на 1,015%. Наибольшее

³⁸ Ma X. et al. Parking choice behavior investigation: A case study at Beijing Lama Temple //Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2013. – Т. 96. – С. 2635-2642.

влияние изменение цены оказывает на «другие места центрально-делового района», что позволяет предположить, что те, кто выбирают парковку как можно ближе к своему конечному пункту назначения, относительно менее чувствительны к ценам парковки, по сравнению с другими пользователями парковки в «центрально-деловом районе». В целом существует высокая чувствительность к ценам на парковку, намного превышающая стоимость автомобиля и даже время в пути при выборе способа передвижения.

1.2 Теоретическая схема предмета исследования. Система Гипотез

Основываясь на анализе существующей литературы в сфере парковочного поведения, приведенном выше, можно составить теоретическую модель исследования:

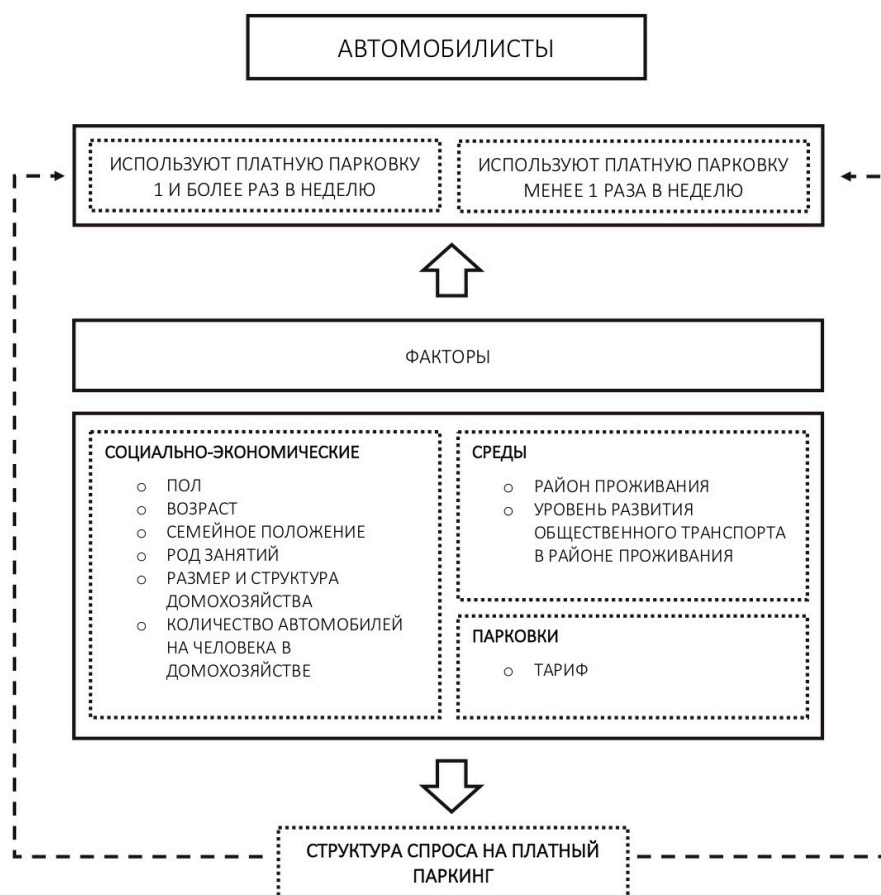


Рисунок 2 – Теоретическая схема предмета исследования.

Мы разделяем автомобилистов на две группы: первая – использует платную парковку 1 и более раз в неделю (их в данном кейсе мы считаем регулярными пользователями платной парковки), а вторая – использует платную парковку менее 1 раза в неделю (эти пользователи не являются регулярными). На парковочное поведение обеих этих групп оказывают влияние ряд различных факторов, классификация которых была произведена на основе уже существующих исследований. Социально-экономические факторы дают описание автомобилиста и структуры его домохозяйства. Так как большинство поездок совершается из дома, необходимым является включение в нашу модель факторов среды, описывающих место проживания и структуру общественного транспорта в районе проживания индивида. Одним из самых важных факторов является парковка, хотя и выражаемая через тариф, но несущая еще и пространственный смысл. Каждый из этих факторов оказывает влияние на парковочное поведение, а как следствие на структуру спроса на платный паркинг.

В работе тестируются следующие гипотезы:

1. **Пол** оказывает влияние на регулярность использования платной парковки.
2. **Возраст** оказывает влияние на регулярность использования платной парковки.
3. **Уровень занятости** оказывает влияние на регулярность использования платной парковки.
4. **Семейное положение** оказывает влияние на регулярность использования платной парковки.
5. **Количество детей в домохозяйстве** положительно влияет на регулярность использования платной парковки.
6. **Количество автомобилей на человека в домохозяйстве** положительно влияет на регулярность использования платной парковки.

7. **Район проживания индивида** оказывает влияние на регулярность использования платной парковки.
8. **Степень развития общественного транспорта в районе проживания индивида** отрицательно влияет на регулярность использования платной парковки.
9. **Тариф**, в районе, где индивид обычно оставляет автомобиль, оказывает влияние на регулярность использования парковки.

1.3 Методология исследования

Исследование основывается на самостоятельно собранных данных опроса (см. Приложение 1), проведенного среди 340 пользователей автомобильных интернет-форум и групп в социальных сетях: «Авто.Mail.ru», «Avto.ru», «Подслушано автомобилисты. Москва». Респонденту задавалось от 15 до 18 вопросов, в зависимости от того к какой группе режима пользования парковки он/она относится. На основе собранных данных был проведен дескриптивный и регрессионный анализ. В регрессионном анализе в качестве зависимой переменной была выбрана регулярность использования платной парковки, независимыми переменными является ряд социально-экономических, пространственных и парковочных переменных. Регрессионный анализ был проведен с помощью Python, статистического пакета StatsModels, и R.

Глава 2. Результаты эмпирического исследования

2.1 Дескриптивный анализ

Опрос, проведенный на онлайн форумах автомобилистов, охватил аудиторию в 343 человека, однако для анализа было отобрано только 287. Респондентам было задано ряд вопросов, касающихся социально-экономических, пространственных факторов и факторов парковки.

Для начала рассмотрим основные социально-экономические параметры выборки:

Таблица 1.
Общая характеристика выборки

Пол респондента	Кол-во	%	Степень занятости	Кол-во	%
Мужской	182	63%	Работающий	247	86%
Женский	105	37%	Безработный	40	14%
Уровень дохода домохозяйства	Кол-во	%	Возрастная группа	Кол-во	%
Менее 25 000	3	3%	от 18 до 25 лет	36	13%
От 25 000 до 50 000	11	10%	от 26 до 30 лет	20	7%
От 50 000 до 75 000	12	11%	от 31 до 35 лет	48	17%
От 75 000 до 100 000	17	16%	от 36 до 40 лет	53	18%
От 100 000 до 250 000	20	19%	от 41 до 45 лет	55	19%
Более 250 000	44	41%	от 46 до 55 лет	57	20%
			старше 55 лет	18	6%
Количество взрослых в домохозяйстве	Кол-во	%	Количество детей в домохозяйстве	Кол-во	%
1	61	21%	Нет детей	161	56%
2	125	44%	1	71	25%
3	70	24%	2	43	15%
4 и более	31	11%	3 и более	12	4%

Типичный респондент – это работающий мужчина от 31 до 55 лет. Доход домохозяйства, в котором он состоит превышает 250 000 рублей в месяц, при этом структура его домохозяйства имеет следующий вид: двое взрослых без детей.

Так как целью данного исследования является анализ того, как различные факторы влияют на регулярность использования платной парковки, основным вопросом, определяющим режим пользования, являлся: «Сколько раз в неделю вы пользуетесь платной городской парковкой?»

Таблица 2.
*Распределение автомобилистов по (не)регулярному
использованию платной парковки*

	Количество респондентов	Доля респондентов
Используют платную парковку менее 1 раза в неделю	180	63%
Используют платную парковку 1 и более раз в неделю	107	37%

Всех респондентов мы разделили на две группы: первые используют платную парковку менее 1 раза в неделю, их мы считаем их нерегулярными пользователями, а вторые используют 1 и более раз в неделю, эти пользователи считаются регулярными. Большая часть опрошенных, чуть более 60%, пользуются парковкой менее 1 раза в неделю. Ожидаемо, большая часть людей не являются регулярными пользователями платной городской стоянки, однако неожиданностью стал тот факт, что почти 40% опрошенных являются постоянными потребителями платного паркинга (см. Таблица 2).

Факторы, влияющие на регулярность использования платной парковки

В таблице, которая приведена ниже, продемонстрировано распределение респондентов по полу в зависимости от режима пользования платным городским паркингом.

Таблица 3.
*Распределение автомобилистов по полу в зависимости от режима использования
платной парковки.*

	Используют платную парковку менее 1 раза в неделю		Используют платную парковку 1 и более раз в неделю	
	Количество	%	Количество	%
Женщина	61	34%	44	41%
Мужчина	119	66%	63	59%

Проанализировав таблицу распределения по полу, можно сделать вывод, о том, что в обеих группах мужчины занимают доминирующую позицию. Однако, из дескриптивного анализа нельзя сделать вывод о том, как пол влияет на парковочное поведение.

Подавляющее большинство респондентов, принявших участие в опросе, являются занятыми: среди тех, кто использует платную парковку менее 1 раза в неделю это 84%, а среди тех, кто 1 и более раз - 90%.

Таблица 4.

Распределение автомобилистов по типу занятости в зависимости от режима использования платной парковки (в %).

	Используют платную парковку менее 1 раза в неделю		Используют платную парковку 1 и более раз в неделю	
	Количество	%	Количество	%
Работают	151	84%	96	90%
Не работают	29	16%	11	10%

Дескриптивный анализ семейного положения показал, что большая часть опрошенных состоит браке (см. Таблица 5). Количество женатых или замужних, среди нерегулярно использующих платную парковку, достигает 72%. Среди регулярных пользователей платной городской стоянки чуть меньшая, но все же преобладающая доля опрошенных тоже состоит в браке. Как следствие, имеет смысл анализировать не только индивида, но и домохозяйство, в котором он/она состоит.

Таблица 5.

Распределение автомобилистов по семейному положению в зависимости от режима использования платной парковки.

	Используют платную парковку менее 1 раза в неделю		Используют платную парковку 1 и более раз в неделю	
	Количество	%	Количество	%
Женат/Замужем	130	72%	71	66%
Холост/Не замужем	50	28%	36	34%

Респондентам было задано ряд вопросов о структуре их домохозяйства: о количестве взрослых, детей и машин в домохозяйстве. Первый касается количества детей, проживающих с ними совместно.

Таблица 6.

Распределение автомобилистов по количеству детей в зависимости от режима использования платной парковки (в %).

	Используют платную парковку менее 1 раза в неделю	Используют платную парковку 1 и более раз в неделю
Имеют детей	44%	44%
Не имеют детей	56%	56%

Распределение автомобилистов, по критерию наличия детей показывает, что в обеих группа преобладают домохозяйства без детей (56%). Многие исследования парковочного поведения демонстрируют тот факт, что домохозяйства с детьми являются рискофобами,³⁹ а как следствие предпочитают платную парковку бесплатной, так как она сокращает время, увеличивает безопасность и т.д.⁴⁰

Когда опрос реализовывался, респондентам задавались вопросы про количество автомобилей и количество взрослых в домохозяйстве. С помощью этих факторов был сформирован новый признак, показывающий сколько автомобилей, приходится на одного члена домохозяйства:

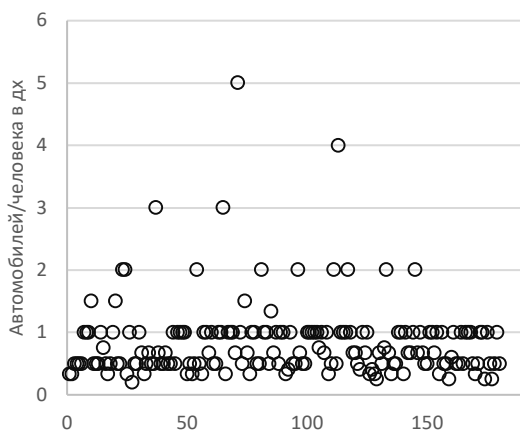


Рисунок 3 – Распределение **регулярных** пользователей по количеству авт/ чел в домохозяйстве

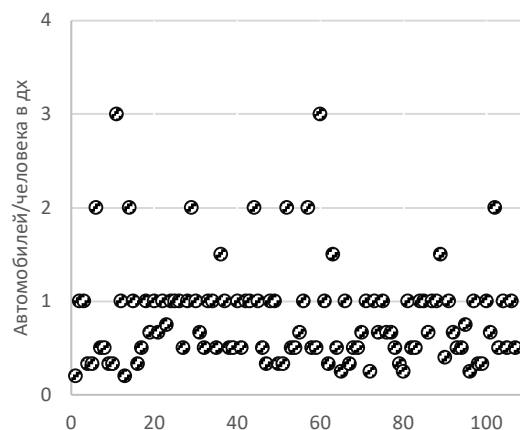


Рисунок 4 – Распределение **нерегулярных** пользователей по количеству авт/ чел в домохозяйстве

³⁹ Fletcher D. A five-year study of effects of fines, gender, race, and age on illegal parking in spaces reserved for people with disabilities //Rehabilitation Psychology. – 1995. – Т. 40. – №. 3. – С. 203.

⁴⁰ Maxwell J. P., Grant S., Lipkin S. Further validation of the propensity for angry driving scale in British drivers //Personality and Individual Differences. – 2005. – Т. 38. – №. 1. – С. 213-224.

Для обеих групп наблюдается тенденция того, что домохозяйство имеют 1 и менее автомобилей на человека. Этот показатель демонстрирует уровень автомобилизации, который отражается на частоте поездок домохозяйства, а как следствие на парковочном поведении индивида.

Многие исследования посвящены изучению влияния общественного транспорта на парковочное поведение. Так как основной пассажиропоток в Москве идет через метрополитен,⁴¹ в нашей работе респондентам был задан вопрос о том, как далеко они проживают от ближайшей станции метро и им было предложено несколько вариантов ответа:

- Пешая доступность;
- 15-20 минут на наземном общественном транспорте;
- Более 20 минут на наземном общественном транспорте;
- Возможность добраться только на автомобиле.

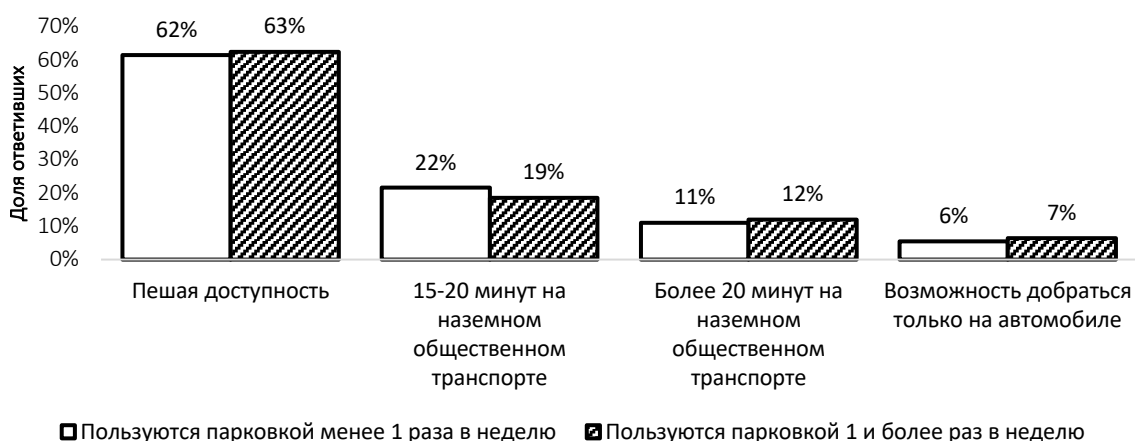


Рисунок 5 – Распределение респондентов по близости проживания к метро

Наш опрос показал, что большинство респондентов проживают в пешей доступности от метро (более 60%). При этом несколько большая доля людей, пользующих платной парковкой 1 и более раз в неделю, живет относительно далеко от метро.

Помимо этого, автомобилистам был задан вопрос о районе проживания. Данные показали, что большая часть опрошенных проживает между Третьим

⁴¹ Отчет Московского транспорта «Развитие транспортной системы Москвы», январь 2017.
http://transport.mos.ru/common/upload/public/Инфоцентр/транспортная%20система%20Москвы_rus.pdf

Транспортным кольцом и МКАДом. Ниже приведен график, демонстрирующий распределение автомобилистов по районам проживания в Москве и Московской области.

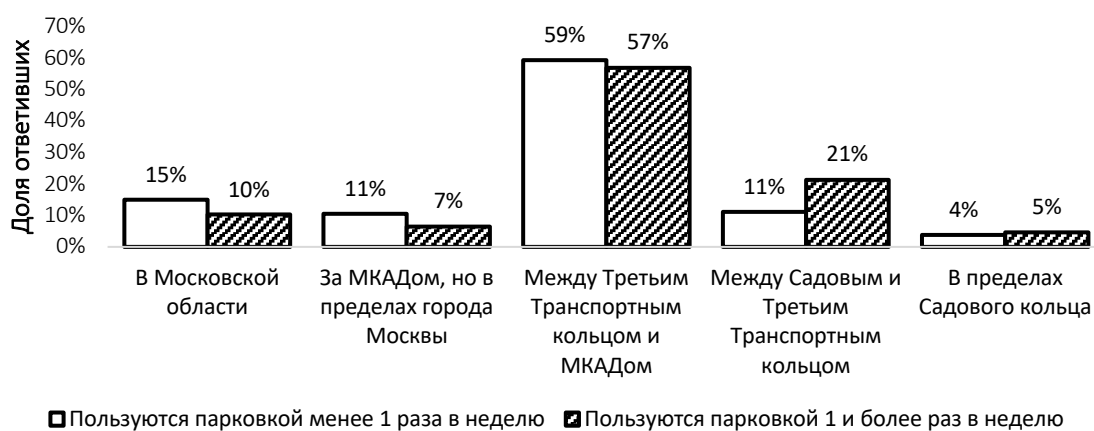


Рисунок 6 – Распределение автомобилистов по **районам проживания** в зависимости от режима пользования платной парковкой

Исследовать парковочное поведение без изучения самих факторов парковки не представляется возможным. Поэтому респондентам был задан вопрос о том, какой парковочный тариф в районе, где они обычно оставляют автомобиль. Один из часто упоминаемых на практике комментариев касается чувствительности водителей автомобилей к изменению места парковки. Водители автомобилей часто заявляют: «Я всегда пользуюсь одной и той же парковкой при посещении определенного места назначения». Это может указывать на то, что, по крайней мере, для некоторых автомобилистов выбор парковки является привычкой с точки зрения выбора при посещении определенного пункта назначения. В данном случае тариф несет в себе не только экономический смысл, но и пространственный. Однако в рамках нашего исследования выяснилось, что доминирующая группа опрошенных, не оставляет автомобиль постоянно в районе с одним и тем же тарифом. Помимо этого, дескриптивный анализ позволяет сделать вывод о том, что, что люди, которые регулярно пользуются платной парковкой склонны постоянно передвигаться по городу в своих поездках и оставлять автомобиль в разных районах.

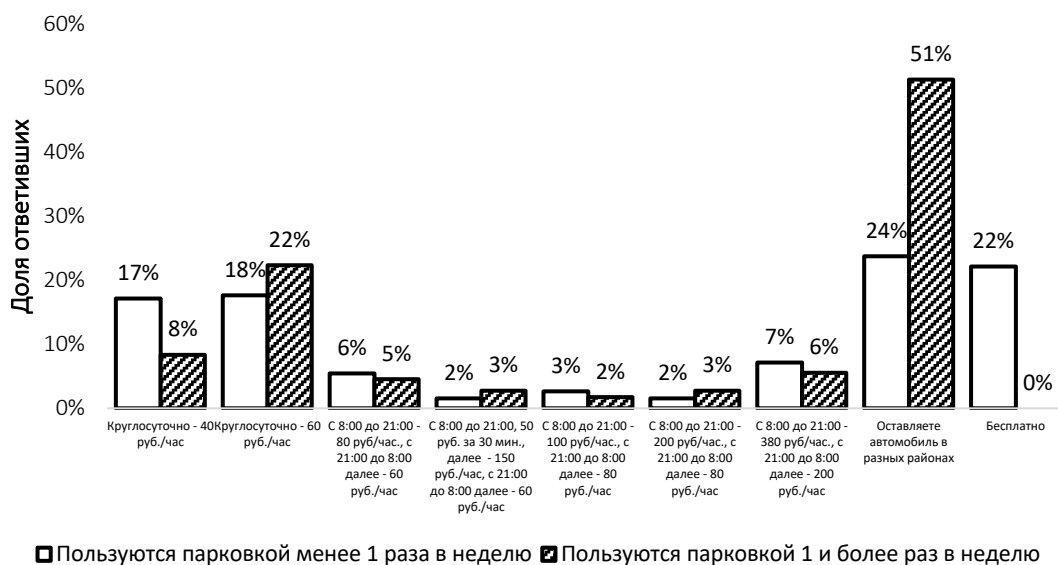


Рисунок 7 – Распределение автомобилистов по **парковочному тарифу** в зависимости от режима пользования платной парковкой

Часть вопросов было адресовано только респондентам, которые пользуются парковкой регулярно. Один из них касался наличия парковочного абонеента, резидентского разрешения, парковочного разрешения инвалида или разрешения многодетной семьи.

Таблица 7.
Распределение респондентов, пользующихся платной парковкой 1 и более раз в неделю, по наличию у них парковочных абонементов/резидентских разрешений/разрешений многодетной семьи/парковочных разрешений инвалида.

	Количество респондентов	Доля респондентов
Имеют разрешение	14	13%
Не имеет разрешение	93	87%

По данным из таблицы, представленной выше, следует, что большинство регулярных пользователей не используют парковочный абонемент (93%) и отдают предпочтение разовой оплате. Помимо парковочного абонеента, пользователем платного городского паркинга предлагаются следующие способы оплаты:

- Веб-портал / Мобильное приложение «Парковки Москвы»;
- SMS-сообщение;
- Паркомат;
- Наличными через терминалы QIWI;

- Через «Visa Qiwi Wallet»;
- Яндекс.Навигатор;

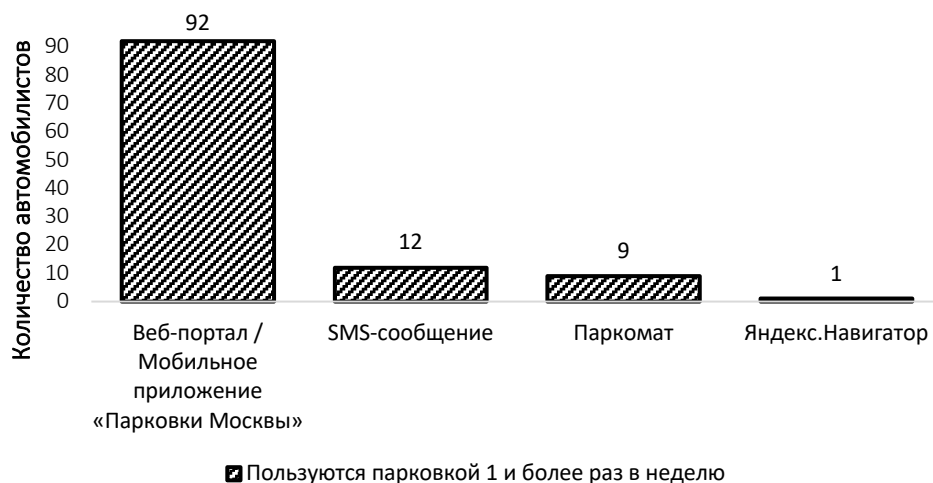


Рисунок 8 – Распределение регулярных пользователей парковки по способу оплаты платного паркинга

Некоторые респонденты используют несколько способов оплаты паркинга, но самым популярным является оплата через Веб-портал или мобильное приложение «Парковки Москвы» (см. Рисунок 8). Этот способ является наиболее удобным с точки зрения пользователя, по сравнению с паркоматом или SMS-сообщениями, с экономической точки зрения портал «Парковки Москвы» не требует комиссии, как это делает, например, «Яндекс.Навигатор».

Таблица 8.
Распределение респондентов, пользующихся платной парковкой 1 и более раз в неделю, по длительности стоянки.

	Количество респондентов	Доля респондентов
<= 1 часа	33	31%
2 часа	39	36%
3-5 часов	20	19%
6-8 часов	9	8%
9-10 часов	6	6%

Также интересным является вопрос о том, какова продолжительность стоянки регулярных пользователей (см. Таблица 8). Большая часть опрошенных оставляют транспортное средство на платной городской стоянке

в среднем на 2 часа (36%). Чуть меньшая доля автомобилистов, использующих платную парковку 1 и более раз в неделю, оставляет автомобиль на 1 час и менее. Длительная стоянка, более 5 часов, не является популярной среди регулярных пользователей. Это может быть объяснено тем, что платная парковка чаще используется для развлекательных или рабочих эпизодических поездок, не подразумевающих продолжительную стоянку.

Исходя из информации о том, что большинство автомобилистов, которые используют платную парковку менее 1 раза в неделю, вообще не платят за нее, оставляя автомобиль на бесплатных стоянках во дворах или ищут зоны, не покрытые платным паркингом, важным является вопрос о том готовы ли нерегулярные пользователи вообще платить за стоянку?

Таблица 9.

Распределение автомобилистов, пользующиеся платной парковкой менее 1 раза в неделю, по готовности платить за неё

	Количество респондентов	Доля респондентов
Готовы платить	97	53%
Вообще не готовы платить	83	47%

Данные опроса показывают, что большинство опрошенных готовы платить за стоянку (см. Таблица 9), однако максимальные суммы, которые они называют слишком малы, и равны в среднем 5 – 10 руб/час. Этот показатель, конечно, не позволит функционировать платным городским парковкам в Москве. Формирование цены на платной паркинг, формируется на основе закона спроса и предложение, и цена, называемая автомобилистами, не соответствует рыночной.

2.2 Регрессионный анализ

В рамках регрессионного анализа мы исследуем бинарную логит-модель с ограничениями и без, с зависимой переменной «регулярность использования платной парковки». Важно учитывать привычное (регулярное) поведение в стратегиях управления спросом на поездки по причине того, что на выбор, который не является преднамеренным, «сложно оказывать влияние

рациональными аргументами (например, повышенными затратами), поскольку лицо, делающее выбор, склонно сбрасывать со счетов некоторую информацию».⁴²

Таблица 10.

Зависимые переменные регрессии для определения факторов влияния на регулярность использования платной парковки

Социально-экономические	
<i>sex</i>	Женщина – 1; Мужчина – 0
<i>age</i>	Возраст
<i>marital</i>	В браке – 1; не в браке – 0
<i>occupation</i>	Занятый – 1; Безработный – 0
<i>hhadult</i>	Количество взрослых в домохозяйстве
<i>hhchildren</i>	Количество детей в домохозяйстве
<i>hhcar</i>	Количество машин в домохозяйстве
Среды	
<i>residents_1</i>	Проживает в пределах Садового кольца
<i>residents_2</i>	Проживает между Садовым кольцом и ТТК
<i>residents_3</i>	Проживает между ТТК и МКАДом
<i>residents_4</i>	За МКАДом, но в пределах города Москвы
<i>residents_5</i>	В Московской области
<i>pt_1</i>	Ближайшая станция метро в пешей доступности
<i>pt_2</i>	Ближайшая станция метро в 15-20 минутах на наземном транспорте
<i>pt_3</i>	Ближайшая станция метро в более 20 минутах на наземном транспорте
<i>pt_4</i>	До ближайшей станции метро можно добраться только на автомобиле
Парковки	
<i>tariff_1</i>	Круглосуточно – 40 руб./час
<i>tariff_2</i>	Круглосуточно – 60 руб./час
<i>tariff_3</i>	С 8:00 до 21:00 – 80 руб./час., с 21:00 до 8:00 далее – 60 руб./час
<i>tariff_4</i>	С 8:00 до 21:00, 50 руб. за 30 мин., далее – 150 руб./час, с 21:00 до 8:00 далее – 60 руб./час
<i>tariff_5</i>	С 8:00 до 21:00 – 100 руб./час., с 21:00 до 8:00 далее – 80 руб./час
<i>tariff_6</i>	С 8:00 до 21:00 - 200 руб./час., с 21:00 до 8:00 далее - 80 руб./час
<i>tariff_7</i>	С 8:00 до 21:00 - 380 руб./час., с 21:00 до 8:00 далее - 200 руб./час
<i>tariff_8</i>	Парковка в разных районах

⁴² Gärling T., Axhausen K. W. Introduction: Habitual travel choice //Transportation. – 2003. – Т. 30. – №. 1. – С. 1-11.

Модель 1 включает в себя социально-экономические, парковочные факторы, факторы района проживания, а также доступность общественного транспорта для индивида. После первичного анализа (см. Таблица 11) выяснилось, что в Модели 1 многие факторы оказались незначимыми, в качестве альтернативы была построена ограниченная Модель 2. Так как в обоих моделях были использованы категориальные переменные, к которым относятся степень развития общественного транспорта в районе проживания, район проживания и тариф на парковку, чтобы избежать ловушки искусственных переменных, в качестве базовых были выбраны `pt_1`, `residents_2`, `tariff_3`. Количественное описание переменных модели дано в Приложении 3, а качественное в Таблице 10.

Выбросы

Перед началом тестирования выясним есть ли в наших моделях выбросы. Выбросы – это измерения, которые выделяются из общей выборки, что оказывает существенное влияние на подгонку модели. Формально, выбросы могут быть проверены стандартизированными остатками, с помощью «Bonferroni Outlier Test».⁴³ Результаты этого теста для нашей модели показывают отсутствие выбросов (см. Приложение 4).

Для проверки наличия горизонтальных выбросов используется Расстояние Кука (D_i). Выделим те наблюдения, для которых $D_i > 3/n$ т.е. те наблюдения для которых Расстояние Кука больше 0,03. Эти наблюдения является выбросами. Данное тестирование выявило 3 горизонтальных выброса (62, 63 и 287) (см. Приложение 5). Уберем самый значительный из них – 287, чтобы скорректировать результаты оценки наших моделей.

⁴³ Zhang Z. Residuals and regression diagnostics: focusing on logistic regression //Annals of translational medicine. – 2016. – Т. 4. – №. 10.

2.3 Спецификация модели

Таблица 11.

Регрессия с зависимой переменной регулярность использования платной парковки

	Модель 1		Модель 2	
Независимые переменные	β	$P > z $	β	$P > z $
Социально-экономические				
<i>ln(age)</i>	-0.6464	0.288		
<i>sex</i>	0.2840	0.343		
<i>marital</i>	-0.1952	0.602		
<i>occupation</i>	0.8021	0.063	0.7197	0.092
<i>carperadult</i>	-0.3232	0.675		
<i>hhchildren</i>	0.0453	0.916		
<i>hhcar</i>	0.5689	0.411		
Среды				
<i>residents_1</i>	-0.5134	0.496	-0.4937	0.484
<i>residents_3</i>	-0.7295	0.071	-0.6736	0.088
<i>residents_4</i>	-1.5661	0.012	-1.4868	0.015
<i>residents_5</i>	-1.5467	0.016	-1.4178	0.021
<i>pt_2</i>	0.1617	0.662	0.1397	0.701
<i>pt_3</i>	0.7289	0.145	0.6532	0.179
<i>pt_4</i>	1.1974	0.095	1.2692	0.068
Парковки				
<i>tariff_1</i>	1.3707	0.030	1.2221	0.049
<i>tariff_2</i>	2.0499	0.000	2.0503	0.000
<i>tariff_4</i>	2.5477	0.012	2.4337	0.012
<i>tariff_5</i>	1.5620	0.112	1.5532	0.111
<i>tariff_6</i>	2.5639	0.009	2.4820	0.010
<i>tariff_7</i>	1.4596	0.041	1.4485	0.038
<i>tariff_8</i>	2.6627	0.000	2.6149	0.000
<i>const</i>	-0.4737	0.835	-2.4475	0.000
N	286		286	
Pseudo R ²	0.1583		0.1452	
Log-Likelihood	-159.54		-162.01	
P-value	1.269e-05		1.743e-06	

Гипотеза о неадекватности в обоих регрессионных моделях отвергается на любых адекватных уровнях значимости ($Prob > z \sim 0$). Первая модель объясняет 16% вариаций регулярности использования платной парковки, вторая объясняет 15%. Учитывая тот факт, что наше исследование проводится на микроданных данный результат является приемлемым. Для Модели 1 значимы большинство факторов среды и парковки, однако из социально-экономических переменных значимым оказался только фактор занятости индивида. По этой причине в Модели 2 для анализа из социально-

экономических факторов была взята только занятость. Чтобы определиться с формой спецификации модели для оценки параметров необходимо привести ряд тестов, сравнивающих качество наших моделей.

Тест Отношения Правдоподобия (Likelihood ratio test)

Данный тест используется для проверки ограничений на параметры статистической модели. Идея теста состоит в сравнении функций правдоподобия для моделей с ограничениями и без. Статистика для этого теста выглядит следующим образом:

$$LR = 2(l_L - l_S) = 2 \ln \frac{L_L}{L_S} \sim \chi^2(q)$$

l_L – значение логарифмической функции для модели без ограничений
 l_S – значение логарифмической функции для модели с ограничениями

Таблица 12.
Likelihood ration test

	Модель 1	Модель 2
Df	22	16
Log-Likelihood	-159.54	-162.01
Chisq		4.9565
Pr(>Chisq)		0.5494

Дополнительные переменные в модели почти всегда увеличивают логарифмическую вероятность и уменьшают отклонение модели по сравнению с нулевым отклонением, но необходимо проверить, является ли наблюдаемая разница в ограниченной модели статистически значимой. В Таблице 12 приведены результаты LR-теста. Они говорят о том, что Модель 1 обеспечивает лучшую подгонку модели, так как ограничение модели является статистически незначимым при любом адекватном уровне значимости.

Тест Хосмера-Лемешоу (Hosmer-Lemeshow test)

Еще одним показателем качества тестирования модели является статистика Хосмера-Лемешоу. Идея этого теста состоит в том, что выборка разбивается на несколько групп на основе схожести предсказанных вероятностей, для каждой из которых определяется среднее значение зависимой переменной по группе

$$p_j = \bar{y}_j = \sum_{i=1}^{n_j} y_{ij}/n_j$$

и предсказанная средняя вероятность по группе

$$\bar{p}_j = \sum_{i=1}^{n_j} p_{ij}/n_j$$

Значение статистики Хосмера-Лемешоу определяется по формуле

$$HL = \sum_{j=1}^J \frac{n_j(p_j - \bar{p}_j)^2}{\bar{p}_j(1 - \bar{p}_j)} \sim \chi^2(J - 2)$$

Таблица 13.
Hosmer -Lemeshow test

	Модель 1	Модель 2
χ^2	9.4265	10.795
Df	8	8
p-value	0.3076	0.2136

Значение статистики Хосмера–Лемешоу не должно быть меньше уровня значимости 0,05. Оптимальными считаются p-value не меньше 0,5–0,6. Результаты оценки наших моделей показывают, что прогнозные качества наших моделей не идеальны, но тем менее фактические и прогнозные значения моделей близки друг к другу. (см. Таблица 13)

Тест Вальда (Wald test)

Тест Вальда используется для оценки статистической значимости каждого коэффициента в модели и рассчитывается по формуле

$$W = \frac{(\hat{\beta} - \beta_0)^2}{\text{var}(\hat{\beta})} \sim \chi^2(q)$$

$\hat{\beta}$ – оценка параметра методом β_0 – предполагаемое значение максимального правдоподобия параметра модели

Таблица 14.
Wald Test

Независимые переменные	χ^2	Df	$P(> \chi^2)$
age	2.410	1	0.284
sex	0.897	1	0.342
marital	0.272	1	0.601
occupation	3.656	1	0.056*
carperadult	0.176	1	0.675
hhchildren	0.011	1	0.916
hhcar	0.678	1	0.409
residents_1	0.466	1	0.495
residents_3	3.656	1	0.069*
residents_4	6.767	1	0.009***
residents_5	6.114	1	0.013**
pt_2	0.190	1	0.663
pt_3	2.122	1	0.145
pt_4	2.814	1	0.093*
tariff_1	0.2434	1	0.025**
tariff_2	0.3596	1	5.784e-05****
tariff_4	0.4420	1	0.014**
tariff_5	0.2924	1	0.139
tariff_6	0.4440	1	0.011**
tariff_7	0.2713	1	0.041**
tariff_8	0.4851	1	8.898e-10****

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$, **** $p < 0$

Идея теста состоит в проверки гипотезы о том, отличается ли коэффициент независимой переменной от нуля. Если тест не может отклонить нулевую гипотезу, значит, удаление переменной из модели не окажет существенного вреда.

Результаты теста Вальда, представленные в Таблице 14, говорят, о том, что удаление из модели таких переменных как age, sex, marital, carperadult, hhchildren, hhcar, residents_1, pt_2, pt_3, tariff_5 не окажут существенного влияния на качество модели. Следовательно, наше предположением о том, что

ограниченная модель может быть использована для описания парковочного поведения в рамках данного теста подтверждается.

Информационные критерии (AIC и BIC)

Чтобы окончательно определиться с тем какая модель лучше подходит для анализа - используем два информационных критерия Акаике и Шварца.

Таблица 15.
Информационные критерии

	Модель 1	Модель 2
AIC	363.07	356.03
BIC	443.58	414.59

Информационные критерии не подразумевают содержательную интерпретацию и используются только для сравнения моделей между собой. Для обоих применяемых нами критериев, чем меньше их значение, тем выше относительно качество модели. Анализ наших моделей с помощью информационных критериев показал превосходство ограниченной Модели 2. Однако нужно иметь в виду, что BIC накладывает больший штраф на увеличение количества параметров по сравнению с AIC:

$$AIC = \frac{2k}{n} - \frac{2l}{n}$$

$$BIC = k \ln n - 2l$$

k – количество использованных параметров

n – объем выборки

l – значение логарифмической функции правдоподобия модели

Составим сравнительную таблицу всех проведенных тестов для наших моделей и выберем лучшую:

Таблица 16.
Сравнительная таблица качества моделей

	Модель 1	Модель 2
Pseudo R ²	0.1583	0.1452
Likelihood ratio test	+	
Hosmer-Lemeshow test	0.3076	0.2136
Wald test		+
AIC	363.07	356.03
BIC	443.58	414.59

Сравнительная характеристика наших моделей не дала нам конкретного ответ на вопрос: «Какая модель лучше подходит для прогнозирования парковочного поведения?». Но если учитывать, тот факт, что псевдо R^2 всегда будет увеличиваться с увеличением признаков и наше исследование имеет ограниченное количество наблюдений, то допустимо признать превосходство ограниченной Модели 2 над расширенной Моделью 1.

2.4 Тестирование качества параметров модели

Мультиколлинеарность

Помимо прочего необходимо протестировать модель на отсутствие мультиколлинеарности, так как она приводит к неустойчивости оценок. Для этого проведем тест вздутия дисперсии (VIF) и построим корреляционную матрицу. Если значение индекса VIF окажется в интервале $[1;3]$, значит мультиколлинеарность слабая и устранять её нет необходимости.

Таблица 17.

Индекс вздутия дисперсии

Параметр	VIF
occupation	1.1
residents_1	1.3
residents_3	2.2
residents_4	1.6
residents_5	2.2
pt_2	1.2
pt_3	1.3
pt_4	1.4
tariff_1	1.5
tariff_2	1.7
tariff_4	1.1
tariff_5	1.1
tariff_6	1.1
tariff_7	1.3
tariff_8	1.9
const	17.5

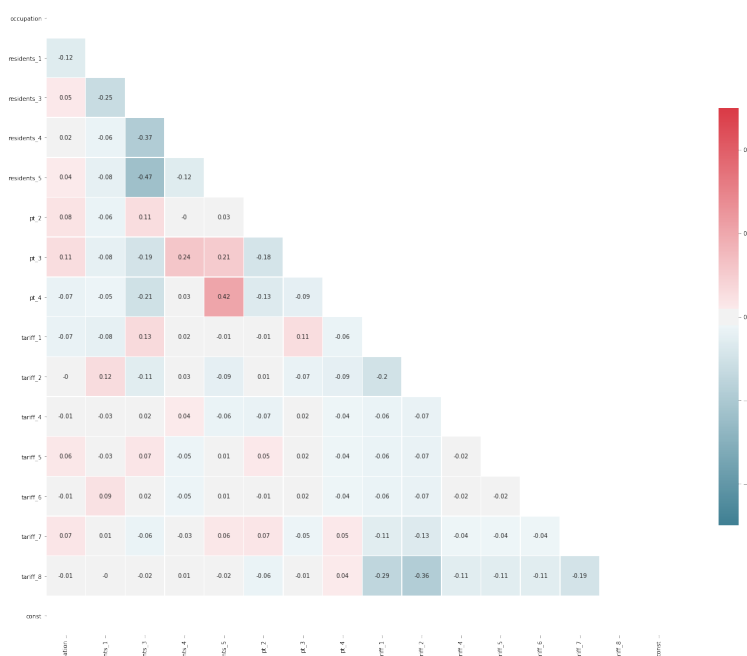


Рисунок 10 – Корреляционная матрица

Индекс вздутия дисперсии показал, что все значения индекса находятся в пределах допустимого интервала (за исключением константы). Корреляционная матрица говорит нам о том, что для наших моделей не

существует парных значений коэффициентов корреляции у регрессоров, превышающих 0,8. Это означает, что мультиколлинеарность в нашей модели отсутствует.

Предсказательная сила моделей



Рисунок 11 – Матрица ошибок модели

Основываясь на Матрице ошибок модели, приведенный выше (см. Рисунок 11), рассчитаем предсказательную силу с помощью трех показателей: Accuracy, Sensitivity и Specificity. Первая отражает долю правильных ответов нашей модели и рассчитывается по формуле:

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = \frac{138 + 67}{138 + 67 + 39 + 42} = 0.72$$

Эту метрику возможно применить в нашей модели, так как размер классов регулярных и нерегулярных пользователей примерно одинаковый. Наша модель с точностью 72% определяет регулярность пользования платной парковки индивидом.

Вторая метрика отражает долю регулярных пользователей платной парковки, которые правильно идентифицированы моделью как таковые:

$$sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{67}{67 + 42} = 0.62$$

Модель с вероятностью 62% правильно идентифицирует регулярного пользователя платной парковки.

Последняя метрика – Specificity, демонстрирует долю нерегулярных пользователей парковки, которые правильно идентифицированы моделью как таковые:

$$specificity = \frac{TN}{TN + FP} = \frac{138}{138 + 39} = 0.78$$

Модель с вероятностью 78% правильно идентифицирует нерегулярных пользователей парковки.

ROC-кривая

Чтобы оценить качество бинарной классификации для наших моделей и выбрать лучшую, необходимо провести ROC-анализ и проанализировать площадь под ROC-кривой. Площадь под ROC-кривой говорит о том, что модель верно предсказывает 76% исходов (см. Рисунок 12).

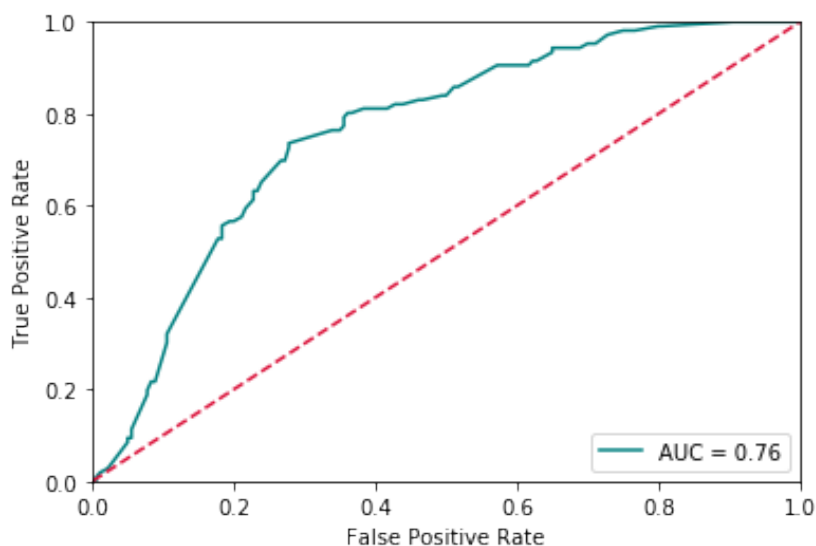


Рисунок 12 – ROC-кривая модели

Остатки модели

В логистической регрессии, как и в линейной, остатки могут быть определены как наблюдаемые значения минус ожидаемые, но при этом

данные, как и остатки в логистической регрессии являются дискретными. В результате чего традиционные графики необработанных остатков логистической регрессии (см. Приложение 6), как правило бесполезны. Именно поэтому гораздо чаще для оценки такой регрессии применяются *binned residual plot*⁴⁴ (см. Рисунок 9). Серые линии на графике обозначают границы стандартной ошибки, в пределах которой находится 95% наблюдений. Эта модель выглядит адекватной, поскольку большинство предсказанных значений попадает в границы стандартной ошибки.

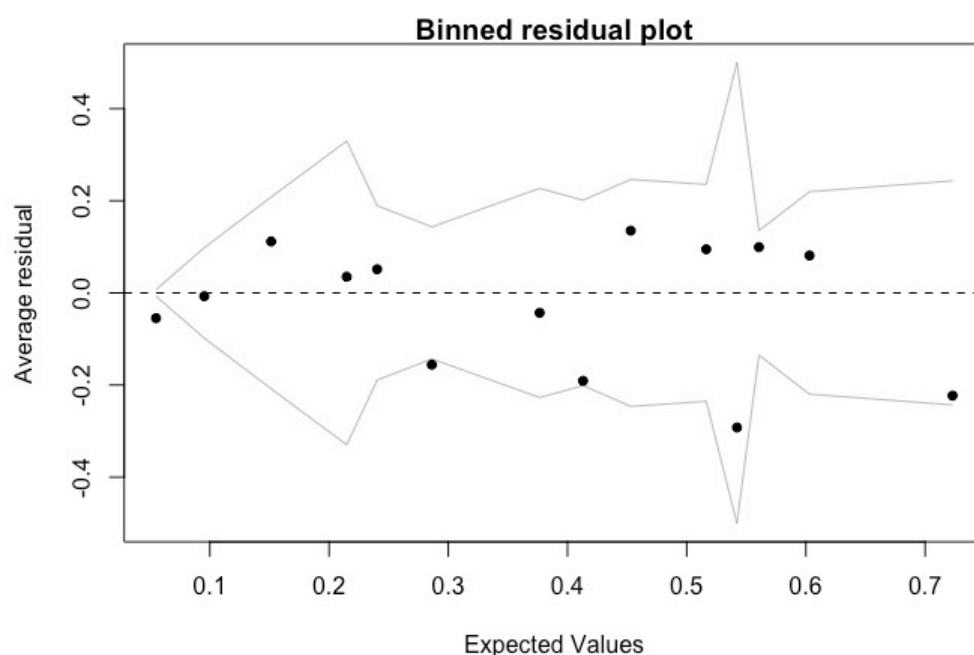


Рисунок 13 – *Binned residual plot*

Существуют выбросы остатков при ожидаемых значениях меньше 0,05. Это означает, что в этих значениях модель прогнозирует более высокую среднюю вероятность регулярного использования парковки, чем она есть на самом деле. Но в целом модель работает эффективно, когда ожидаемые значения больше 0,1.

⁴⁴ Gelman A., Hill J. Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models. – Cambridge university press, 2006.

2.4 Интерпретация результатов регрессионного анализа

На основании бинарной логистической регрессии были выявлены предельные эффекты факторов, влияющих на регулярность использования платной парковки (Таблица 18).

Таблица 18.

Предельные эффекты логит-регрессии			
Независимые переменные	dy/dx	σ	$P > z $
Социально-экономические			
<i>occupation</i>	0.1299	0.072	0.071
Среды			
<i>residents_1</i>	-0.0895	0.122	0.462
<i>residents_3</i>	-0.1249	0.073	0.086
<i>residents_4</i>	-0.2691	0.069	0.000
<i>residents_5</i>	-0.2374	0.078	0.002
<i>pt_2</i>	0.0361	0.070	0.608
<i>pt_3</i>	0.1449	0.094	0.123
<i>pt_4</i>	0.2534	0.125	0.042
Парковки			
<i>tariff_1</i>	0.2202	0.097	0.024
<i>tariff_2</i>	0.3641	0.073	0.000
<i>tariff_4</i>	0.4341	0.122	0.000
<i>tariff_5</i>	0.1432	0.231	0.535
<i>tariff_6</i>	0.4351	0.120	0.000
<i>tariff_7</i>	0.2704	0.115	0.018
<i>tariff_8</i>	0.4846	0.061	0.000

Социально экономические факторы

- Если человек **является занятым** вероятность того, что он пользуется платной парковкой 1 и более раз в неделю возрастает на 13 пп.

Факторы среды

- Если человек **проживает между Третьим Транспортным кольцом и МКАДом** это снижает вероятность регулярного использования платной парковки на 13 пп.
- Проживание **за МКАДом, но в пределах города Москвы** снижает вероятность регулярного использования платной парковки на 27 пп.
- Для **жителей Московской области** вероятность регулярного использования платной парковки снижается на 24 пп.

- Если до ближайшей станции метро индивид может добраться только на личном автомобиле, то вероятность использования платной парковки 1 и более раз в неделю возрастает на 25 пп.

Факторы парковки

- Если индивид обычно ездит в район, в котором действует **круглосуточный тариф – 40 руб./час**, это увеличивает вероятность регулярного использования платной парковки на 22 пп.
- Если индивид обычно ездит в район, в котором действует **круглосуточный тариф – 60 руб./час**, это увеличивает вероятность регулярного использования платной парковки на 36 пп.
- Если индивид обычно ездит в район, в котором с **8:00 до 21:00 тариф составляет 50 руб. за 30 мин., далее – 150 руб./час, с 21:00 до 8:00 далее – 60 руб./час**, это увеличивает вероятность регулярного использования платной парковки на 43 пп.
- Если индивид обычно ездит в район, в котором с **8:00 до 21:00 плата составляет 200 руб./час., с 21:00 до 8:00 далее - 80 руб./час**, это увеличивает вероятность регулярного использования платной парковки на 44 пп.
- Если индивид обычно ездит в район, в котором с **8:00 до 21:00 плата составляет 380 руб./час., с 21:00 до 8:00 далее - 200 руб./час**, это увеличивает вероятность регулярного использования платной парковки на 27 пп.
- Если индивид обычно **паркует автомобиль в разных районах города** это увеличивает вероятность использования платной парковки 1 более раз в неделю на 48 пп.

2.5 Дискуссия

Увеличение вероятности пользования платной парковкой 1 и более раз в неделю для работающего индивида может объясняться совокупностью нескольких факторов. Во-первых, транспортным режимом: рабочие поездки по своей природе являются регулярными, а как следствие предполагают пользование парковкой регулярно. Во-вторых, финансовым положением индивида: пользование платной парковкой предполагает определённый уровень дохода, который коррелирует с занятостью. В-третьих, повышением гибкости водителя, так как рабочие поездки обычно предполагают привязку к определённому времени, а платная парковка экономит время на поиск места для стоянки, позволяя приезжать на работу чуть позже.⁴⁵

Объяснение взаимосвязи между районом проживания респондента и регулярностью использования платной парковки в Москве основывается на работе Peter van der Waerden, Harry Timmermans и Marloes de Bruin-Verhoeven, посвященной исследованию взаимосвязи между индивидуальными характеристиками человека и расстоянию, на котором индивид паркует свой автомобиль. Некоторые выводы из этой работы позволяют сделать заключение о том, почему проживание в пригороде или Московской области увеличивает в большей мере вероятность регулярного использования платной парковки, чем проживание между ТТК и МКАДом. Жители пригорода, не обладая полной информацией о транспортно-парковочной ситуации, хуже ориентируются в городской среде, поэтому при выборе места для стоянки они проявляют себя как рискофобы, отдавая предпочтение платным стоянкам. Такая же логика в объяснении высокой вероятности регулярного пользования платной парковкой у респондентов, которые постоянно паркуются в разных районах. Отсутствие альтернативы в выборе режима передвижения, может являться причиной увеличения вероятности использования платной парковки

⁴⁵ Peng Z., Dueker K. J., Strathman J. G. Residential location, employment location, and commuter responses to parking charges //Transportation Research Record. – 1996. – Т. 1556. – №. 1. – С. 109-118.

1 и более раз в неделю для автомобилистов, которые могут добраться до ближайшей станции метро только на личном автомобиле.

Для интерпретации влияния стоимости стоянки на регулярность использования платной парковки обратимся к карте почасовых тарифов:

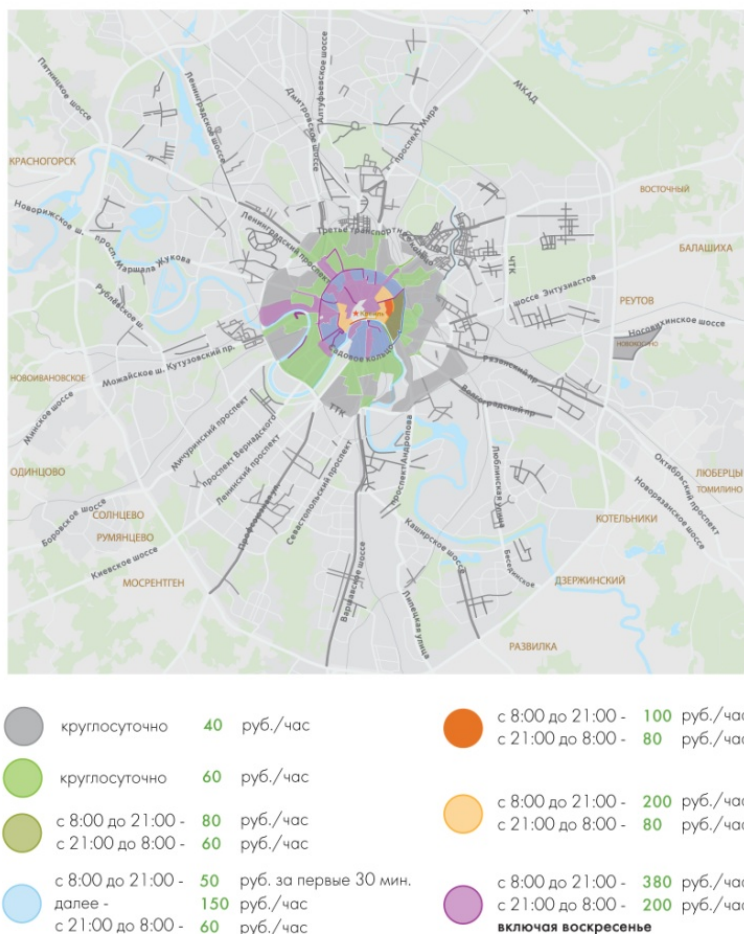


Рисунок 14 – Карта почасовых тарифов на Московский паркинг. Источник: Московский паркинг, 2018

Если сравнивать результаты регрессионного анализа по тарифам, то вероятность использовать платную парковку 1 и более раз в неделю возрастает в меньшей мере для людей обычно паркующихся в районе, где действует круглосуточный тариф – 40 руб./час. Это может объясняться тем, что в местах, где он действует зона платного паркинга введена не повсеместно, что значит в целом у автомобилиста есть возможность оставить машину на бесплатных легальных стоянках во дворах, менее загруженных улицах и т. д. Структура

предложения парковочных мест в данных районах позволяет максимизировать частное благосостояние автомобилиста путем оптимизации финансовых издержек на стоянку, что на общем фоне выражается в сравнительном снижении частоты использования платных стоянок. Так как парковочные места являются благом совместного потребления, ограниченное их количество и высокий тариф в районах с повышенным спросом объясняет сравнительно низкую вероятность регулярного использования платной стоянки.

Заключение

В рамках данного исследования был проведен анализ парковочного поведения московских автомобилистов, а также индивидуальных факторов, влияющих на регулярность, с которой они пользуются платными городским парковками.

В ходе исследования были изучены и систематизированы работы зарубежных специалистов по транспортному поведению, с помощью чего была составлена теоретическая схема исследования, выделяющая социально-экономические и пространственные факторы, а также парковочные характеристики. Информационной базой исследования стал опрос, проведенный на онлайн-форумах автомобилистов Москвы и Московской области, включающий анкеты 286 респондентов.

Работа проверяла следующие исследовательские гипотезы:

1. **Пол** оказывает влияние на регулярность использования платной парковки – не подтверждается. *Первичная расширенная модель показала, что пол не оказывает влияния на регулярность использования платной парковки.*
2. **Возраст** оказывает влияние на регулярность использования платной парковки – не подтверждается. *Первичная расширенная модель показала, что возраст не оказывает влияния на регулярность использования платной парковки.*
3. **Уровень занятости** оказывает влияние на регулярность использования платной парковки – не отвергается. *Если человек является занятым вероятность того, что он пользуется платной парковкой регулярно возрастает на 13 пп.*
4. **Семейное положение** оказывает влияние на регулярность использования платной парковки – не подтверждается. *Первичная расширенная модель показала, что семейное положение не*

оказывает влияния на регулярность использования платной парковки.

5. **Количество детей в домохозяйстве** положительно влияет на регулярность использования платной парковки – не подтверждается. *Первичная расширенная модель показала, что количество детей в домохозяйстве не оказывает влияния на регулярность использования платной парковки.*
6. **Количество автомобилей на человека в домохозяйстве** положительно влияет на регулярность использования платной парковки – не подтверждается. *Первичная расширенная модель показала, что количество автомобилей на человека в домохозяйстве не оказывает влияния на регулярность использования платной парковки.*
7. **Район проживания индивида** оказывает влияние на регулярность использования платной парковки – не отвергается. *Если человек проживает между Третьим Транспортным кольцом и МКАДом это снижает вероятность регулярного использования платной парковки на 13 пп., проживание за МКАДом, но в пределах города Москвы снижает вероятность регулярного использования платной парковки на 27 пп., для жителей Московской области вероятность регулярного использования платной парковки снижается на 24 пп.*
8. **Степень развития общественного транспорта в районе проживания индивида** отрицательно влияет на регулярность использования платной парковки – не отвергается. *Если до ближайшей станции метро индивид может добраться только на личном автомобиле, то вероятность регулярного использования платной парковки возрастает на 25 пп.*
9. **Тариф** в районе, где индивид обычно оставляет автомобиль, оказывает влияние на регулярность использования парковки – не отвергается.

Результаты данного исследования позволяют сделать вывод о структуре спроса на Московское парковочное пространство. Регулярный пользователь платной стоянки является занятым, что подтверждается дескриптивным и регрессионным анализом. При этом человек, проживающий дальше от центра и вне шаговой доступности от объектов метрополитена регулярно пользуется услугами платного паркинга. Помимо этого, структура спроса варьируется от одной тарифной зоны к другой, что важно учитывать в стратегия парковочного управления. По данным дескриптивного анализа, не регулярные пользователи, в большинстве своем, если и готовы платить за стоянку, то суммы, которые явно не соответствуют Парето-оптимальному ценообразованию, то есть ориентироваться на них в принятии решений о парковочной политике не стоит.

В заключении необходимо отметить, что на данный момент зоны платных парковок введены в 18 городах России и еще в 7 городах ведется разработка проектов по их внедрению. Если изучение спроса на паркинг и ведется для этих городов, то происходит оно исключительно в контексте механизма образования цен, но для перехода к новой, более эффективной транспортной политике - «управления спросом», необходимо исследовать индивидуальные характеристики потребителей. Эта работа является важным элементом изучения парковочного поведения, задавая исследовательский тренд для дальнейшего обсуждения транспортного поведения в крупных российских мегаполисах. При наличии специализированных баз данных, разработка которых просто необходима для нашей страны, было бы интересно исследовать не только текущую структуру спроса, но и её динамическое изменение, являющееся более репрезентативным для оценки влияния парковочной политики.

Список использованной литературы

- 1) Brooke S., Ison S., Quddus M. On-street parking search: A UK local authority perspective. – 2017.
- 2) Cervero R., Duncan M. 'Which Reduces Vehicle Travel More: Jobs-Housing Balance or Retail-Housing Mixing? //Journal of the American planning association. – 2006. – Т. 72. – №. 4. – С. 475-490
- 3) Christiansen P. A case study of parking charges at work places—effects on travel behaviour and acceptance //Selected Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University. – 2014.
- 4) Christiansen P. et al. Parking facilities and the built environment: Impacts on travel behaviour //Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2017. – Т. 95. – С. 198-206.
- 5) Christiansen Petter, Engebretsen Øystein, Hanssen Jan Usterud, 2015. Parkeringstilbud ved bolig og arbeidsplass. Fordelingsffekter på bilbruk og bilhold i byer og bydeler. TØI-rapport 1439/2015.
- 6) Dieleman F. M., Dijst M., Burghouwt G. Urban form and travel behaviour: micro-level household attributes and residential context //Urban studies. – 2002. – Т. 39. – №. 3. – С. 507-527.
- 7) Engebretsen Ø., Christiansen P. Bystruktur og transport //TØI rapport. – 2011. – Т. 1178. – С. 2011.
- 8) Engebretsen Ø., Christiansen P. Urban structure and travel behaviour //Institute of Transport Economics. TØI Report. – 2011. – Т. 1178. – С. 2011.
- 9) Fletcher D. A five-year study of effects of fines, gender, race, and age on illegal parking in spaces reserved for people with disabilities //Rehabilitation Psychology. – 1995. – Т. 40. – №. 3. – С. 203.
- 10) Glazer A., Niskanen E. Parking fees and congestion //Regional Science and Urban Economics. – 1992. – Т. 22. – №. 1. – С. 123-132.
- 11) Hanson S. The determinants of daily travel-activity patterns: relative location and sociodemographic factors //Urban Geography. – 1982. – Т. 3. – №. 3. – С. 179-202.

- 12) Hensher D. A., King J. Parking demand and responsiveness to supply, pricing and location in the Sydney central business district //Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2001. – T. 35. – №. 3. – C. 177-196.
- 13) Ison S., Rye T. Parking-special issue of Transport Policy //Editorial Transport Policy. – 2006. – T. 13. – №. 6. – C. 445-446.
- 14) Krizek K. J. Residential relocation and changes in urban travel: Does neighborhood-scale urban form matter? //Journal of the American Planning Association. – 2003. – T. 69. – №. 3. – C. 265-281.
- 15) Litman T., Burwell D. Issues in sustainable transportation //International Journal of Global Environmental Issues. – 2006. – T. 6. – №. 4. – C. 331-347.
- 16) Litman, T. Parking Management Best Practices. Chicago, 2006. C. 272
- 17) Ma X. et al. Parking choice behavior investigation: A case study at Beijing Lama Temple //Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2013. – T. 96. – C. 2635-2642.
- 18) Maxwell J. P., Grant S., Lipkin S. Further validation of the propensity for angry driving scale in British drivers //Personality and Individual Differences. – 2005. – T. 38. – №. 1. – C. 213-224.
- 19) Melia S., Clark B. What happens to travel behaviour when the right to park is removed? //Transport policy. – 2018. – T. 72. – C. 242-247.
- 20) Miller E. J., Ibrahim A. Urban form and vehicular travel: some empirical findings //Energy Stud. Rev. – 1999. – T. 9. – №. 2. – C. 3-21.
- 21) Mingardo G., van Wee B., Rye T. Urban parking policy in Europe: A conceptualization of past and possible future trends //Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2015. – T. 74. – C. 268-281.
- 22) Naess P. 'New urbanism'or metropolitan-level centralization? A comparison of the influences of metropolitan-level and neighborhood-level urban form characteristics on travel behavior //Journal of Transport and Land Use. – 2011. – T. 4. – №. 1. – C. 25-44.

- 23) Næss P. Residential location affects travel behavior: but how and why? The case of Copenhagen metropolitan area //Progress in Planning. – 2005. – T. 63. – №. 2. – C. 167-257.
- 24) Næss P. Urban form and travel behavior: Experience from a Nordic context //Journal of Transport and Land use. – 2012. – T. 5. – №. 2. – C. 21-45.
- 25) Newman P. G., Kenworthy J. R. Cities and automobile dependence: An international sourcebook. – 1989.
- 26) Nourinejad M., Roorda M. J. Impact of hourly parking pricing on travel demand //Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2017. – T. 98. – C. 28-45.
- 27) Peng Z., Dueker K. J., Strathman J. G. Residential location, employment location, and commuter responses to parking charges //Transportation Research Record. – 1996. – T. 1556. – №. 1. – C. 109-118.
- 28) Rye T., Cowan T., Ison S. Expansion of a controlled parking zone (CPZ) and its influence on modal split: the case of Edinburgh //Transportation planning and technology. – 2006. – T. 29. – №. 01. – C. 75-89.
- 29) SOBHANI M. G. et al. Impact of Socio-economic Factors on Parking Demand in Developing Cities//Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. – 2017. – T. 11.
- 30) Su Q., Zhou L. Parking management, financial subsidies to alternatives to drive alone and commute mode choices in Seattle //Regional science and urban economics. – 2012. – T. 42. – №. 1-2. – C. 88-97.
- 31) van der Waerden P., Timmermans H., da Silva A. N. R. The influence of personal and trip characteristics on habitual parking behavior //Case Studies on Transport Policy. – 2015. – T. 3. – №. 1. – C. 33-36.
- 32) van der Waerden P., Timmermans H., de Bruin-Verhoeven M. Car drivers' characteristics and the maximum walking distance between parking facility and final destination. – 2017.

- 33) Zhang M. The role of land use in travel mode choice: Evidence from Boston and Hong Kong //Journal of the American planning association. – 2004. – Т. 70. – №. 3. – С. 344-360.
- 34) Zhang Z. Residuals and regression diagnostics: focusing on logistic regression //Annals of translational medicine. – 2016. – Т. 4. – №. 10.
- 35) Постановление Правительства Москвы от 25 января 2000 г. N 49 "Об утверждении Норм и правил проектирования планировки и застройки Москвы МГСН 1.01-99"
- 36) Постановление Правительства Москвы № 289-ПП от 17 мая 2013 года
- 37) Международная статистика по грамотности: [Электронный ресурс] // UNESCO. URL: <http://data.uis.unesco.org> . (Дата обращения: 29.02.2018)
- 38) Международный рейтинг городов по уровню жизни: [Электронный ресурс] // Mercer. URL: <https://mobilityexchange.mercer.com/Insights/quality-of-living-rankings> .(Дата обращения 15.01.2019)
- 39) Отчет Московского транспорта «Развитие транспортной системы Москвы: [Электронный ресурс] //Портал Московского транспорта. URL: http://transport.mos.ru/common/upload/public/Инфоцентр/транспортная%20система%20Москвы_rus.pdf . (Дата обращения: 01.03.2019)
- 40) Яндекс.Исследования: [Электронный ресурс] //Яндекс., 1997-2019. URL: https://yandex.ru/company/researches/2014/ya_parking . (Дата обращения: 19.02.2019)
- 41) О проекте Московского паркинга: [Электронный ресурс] //Портал Московского парковочного пространства. URL: <http://parking.mos.ru/about/127/>. (Дата обращения: 28.12.2018)
- 42) Bangladesh Motor Vehicle Registered: Bangladesh: Total: [Электронный ресурс] //CEIC., 1995-2018. URL: <https://www.ceicdata.com/en/bangladesh/motor-vehicle-registered/motor-vehicle-registered-bangladesh-total> . (Дата обращения 29.02.2019)

43) LP Gas: [Электронный ресурс] //DATABD.CO. URL:
<https://databd.co/profiles/industries/profile-lp-gas> . (Дата обращения 29.02.2019)

44) Population growth (annual %): [Электронный ресурс] //WBS., 1960-2017. URL:
<https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.GROW?end=2017&locations=BD&page=6&start=1960&type=shaded&view=map&year=2017> . (Дата обращения 29.02.2019)

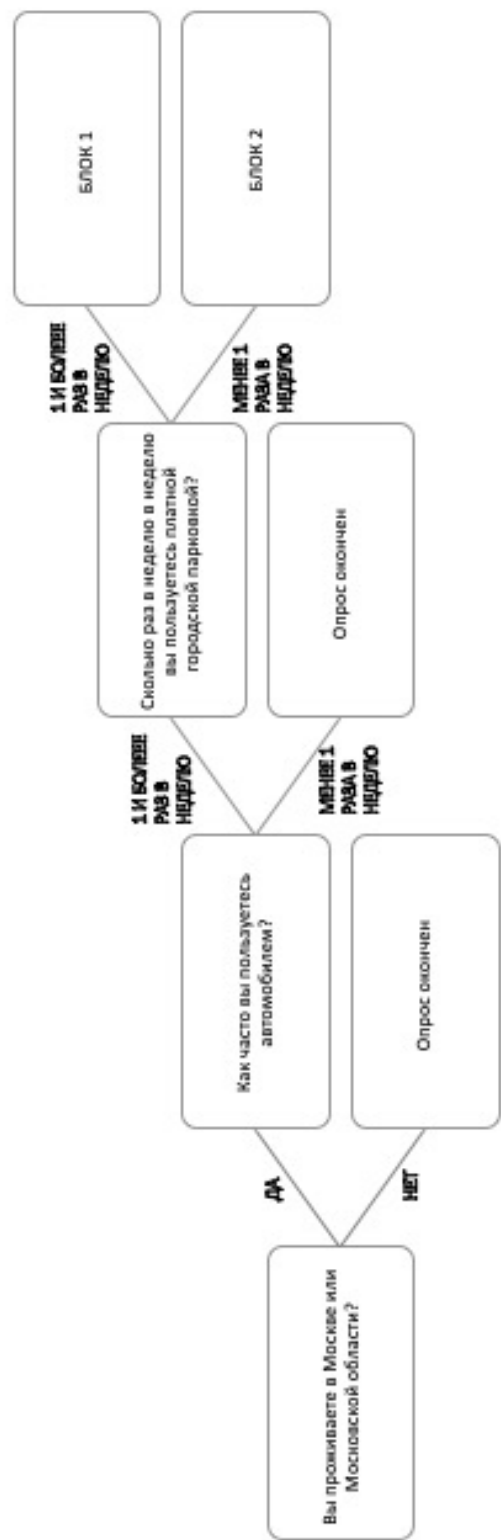


Рисунок 1 – Схема анкетирования

Ваш пол

М; Ж

Ваш возраст (укажите полное количество лет)

Ваш тип занятости

Занятый; Безработный

Семейное положение

Холост/не замужем; Женат/замужем

Укажите совокупный месячных доход вашего домохозяйства

Менее 25 000 рублей; от 25 000 до 50 000 рублей; от 50 000 до 75 000 рублей; От 75 000 до 100 000 рублей; От 100 000 до 250 000 рублей; более 250 000 рублей

Количество взрослых членов семьи, проживающих с вами совместно (с учетом вас)

Количество несовершеннолетних детей, проживающих с вами совместно

Сколько автомобилей в вашем домохозяйстве (семье)

В каком районе вы проживаете?

В пределах Садового кольца; Между Садовым и Третьим Транспортным кольцом; Между Третьим Транспортным кольцом и МКАДом; За МКАДом, но в пределах города Москвы; В Московской области

Сложно ли вам добираться до ближайшей станции метро?

Пешая доступность; 15-20 минут на наземном общественном транспорте; более 20 минут на наземном общественном транспорте; Возможность добраться только на автомобиле

В каком районе вы работаете?

В пределах Садового кольца; Между Садовым и Третьим Транспортным кольцом; Между Третьим Транспортным кольцом и МКАДом; За МКАДом, но в пределах города Москвы; В Московской области

В каких поездках вы обычно используете платную городскую парковку (множественный выбор)

Рабочие регулярные (постоянно езжу на работу в одно и то же место); Рабочие эпизодические (на деловые встречи); Развлекательных (кафе, рестораны и т.д.); Семейных (отвести ребенка в секцию, забрать родителей из больницы и т.д.); Другое

Какими способ вы чаще всего оплачиваете парковку?

Веб-портал / Мобильное приложение «Парковки Москвы»; SMS-сообщение; Паркомат; Наличными через терминалы QIWI; Через «Visa Qiwi Wallet»; Яндекс.Навигатор; Парковочный абонемент; Парковочное резидентское разрешение; Разрешение многодетной семьи; Парковочные разрешения инвалида

Тариф на городскую стоянку в районе, где вы обычно паркуете автомобиль

Круглосуточно - 40 руб./час;
круглосуточно - 60 руб./час; С 8:00 до 21:00 - 80 руб./час., с 21:00 до 8:00 далее - 60 руб./час; С 8:00 до 21:00, 50 руб. за 30 мин., далее - 150 руб./час, с 21:00 до 8:00 далее - 60 руб./час; С 8:00 до 21:00 - 100 руб./час., с 21:00 до 8:00 далее - 80 руб./час; С 8:00 до 21:00 - 200 руб./час., с 21:00 до 8:00 далее - 80 руб./час; С 8:00 до 21:00 - 380 руб./час., с 21:00 до 8:00 далее - 200 руб./час; Оставляете автомобиль в разных районах

Каким тарифом Парковочного абонеента вы пользуетесь?

Парковка на территории от внешней стороны Садового кольца до границ Москвы; Парковка на территории от внешней стороны Бульварного кольца до границ Москвы; Парковка на всех платных стоянках города на УДС; не пользуюсь парковочным абонементом

Какое среднее время вашей стоянки на платной городской парковке

Анкета. Блок 2

Ваш пол

М; Ж

Ваш возраст (укажите полное количество лет)

Ваш тип занятости

Занятый; Безработный

Семейное положение

Холост/не замужем; Женат/замужем

Укажите совокупный месячных доход вашего домохозяйства

Менее 25 000 рублей; От 25 000 до 50 000 рублей; от 50 000 до 75 000 рублей; От 75 000 до 100 000

В каком районе вы проживаете?

В пределах Садового кольца; Между Садовым и Третьим Транспортным кольцом; Между Третьим Транспортным кольцом и МКАДом; За МКАДом, но в пределах города Москвы; В Московской области

Сложно ли вам добираться до ближайшей станции метро?

Пешая доступность; 15-20 минут на наземном общественном транспорте; Более 20 минут на наземном общественном транспорте;

рублей; От 100 000 до 250 000
рублей; более 250 000 рублей

Возможность добраться только на
автомобиле

**Количество взрослых членов
семьи, проживающих с вами
совместно (с учетом вас)**

**Количество несовершеннолетних
детей, проживающих с вами
совместно**

**Сколько автомобилей в вашем
домохозяйстве (семье)**

**Как вы обычно передвигаетесь по
городу? (Множественный выбор)**

Общественный транспорт; Такси;
Каршеринг; Личный автомобиль;
Пешком; Другое

**Если вы пользуетесь личным
автомобилем, где вы обычно его
паркуете?**

Во дворах; На бесплатных
перехватывающих парковках; На
бесплатных городских парковках;
Другое

В каком районе вы работаете?

В пределах Садового кольца; Между
Садовым и Третьим Транспортным
кольцом; Между Третьим
Транспортным кольцом и МКАДом;
За МКАДом, но в пределах города
Москвы; В Московской области

**Тариф на городскую стоянку в
районе, где вы обычно паркуете
автомобиль**

Круглосуточно - 40 руб./час;
Круглосуточно - 60 руб./час; С 8:00
до 21:00 - 80 руб./час., с 21:00 до 8:00
далее - 60 руб./час; С 8:00 до 21:00,
50 руб. за 30 мин., далее - 150
руб./час, с 21:00 до 8:00 далее - 60
руб./час; С 8:00 до 21:00 - 100
руб./час., с 21:00 до 8:00 далее - 80
руб./час; С 8:00 до 21:00 - 200
руб./час., с 21:00 до 8:00 далее - 80

Какой максимальный	руб./час; С 8:00 до 21:00 - 380
парковочный тариф может	руб./час., с 21:00 до 8:00 далее - 200
увеличить вашу готовность	руб./час; Оставляете автомобиль в
пользоваться платной парковкой?	разных районах
(руб/час). Если вы вообще не	
готовы платить за парковку	
ставьте "0"	

```

import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import plotly
import statsmodels.api as sm
import statsmodels.formula.api as smf
from statsmodels.stats.outliers_influence import
variance_inflation_factor
import statsmodels.stats.diagnostic as
sm_diagnostic
from scipy import stats
import scipy as sp
from sklearn.metrics import roc_auc_score
from sklearn.metrics import confusion_matrix
import sklearn.metrics as metrics
data = pd.read_csv('done.csv')
data = data.drop(data.index[286])
y = pd.read_csv('y.csv')
y = y.drop(y.index[286])
np.linalg.det(X.values.T @ X.values)
cols1=['age', 'sex', 'hhadult', 'hhchildren',
'hhcar', 'carperadult', 'occupation', 'pt_2', 'pt_3',
'pt_4', 'tariff_1', 'tariff_2', 'tariff_4', 'tariff_5',
'tariff_6', 'tariff_7', 'tariff_8', 'const']
Xc1=X[cols1]
Xc1['age']=np.log(Xc1['age']+1)
Xc1['carperadult']=np.log(Xc1['carperadult']+1)
Xc1['hhadult']=np.log(Xc1['hhadult']+1)
Xc1['hhchildren']=np.log(Xc1['hhchildren']+1)
Xc1['hhcar']=np.log(Xc1['hhcar']+1)
model1=sm.Logit(y,Xc1).fit(maxiter=1000,tol=1e-
15)
roc_auc_score(y, model1.predict(Xc1))
threshold1=0.5
predicted_class=np.zeros(probs1.shape)
predicted_class[probs1>threshold1]=1
cm = confusion_matrix(y,predicted_class)
total=sum(sum(cm))
accuracy=(cm[0,0]+cm[1,1])/total
sensitivity = cm[0,0]/(cm[0,0]+cm[0,1])
specificity = cm[1,1]/(cm[1,0]+cm[1,1])
vif = pd.DataFrame()
vif["VIF Factor"]=[variance_inflation_factor
(Xc1.values, i) for i in range(Xc1.shape[1])]
vif["features"] = Xc1.columns
corr1=Xc1.corr(method='spearman')

alpha = 0.05
if p > alpha:
msg = 'Sample looks Gaussian (fail to
reject H0)'
else:
msg = 'Sample does not look Gaussian
(reject H0)'
result_mat = [['Length of the sample
data', 'Test Statistic', 'p-value',
'Comments'], [len(Xc1), stat, p, msg]]
swt_table = ff.create_table(result_mat)
cols2=[ 'occupation', 'pt_2', 'pt_3', 'pt_4',
'tariff_1', 'tariff_2', 'tariff_4', 'tariff_5',
'tariff_6', 'tariff_7', 'tariff_8', 'const']
Xc2=X[cols2]
model2 =sm.Logit(y,Xc2).fit(maxiter
=1000,tol=1e-15)
vif ["VIF Factor"]=[variance_inflation_
factor (Xc2. values, i) for i in
range(Xc2.shape[1])]
vif["features"] = Xc2.columns
corr2=Xc2.corr(method='spearman')
model1.aic
model2.aic
model1.bic
model2.bic
probs = model2.predict(Xc2)
fpr, tpr, threshold = metrics.roc_curve(y,
probs)
roc_auc = metrics.auc(fpr, tpr)
threshold=0.5
predicted_class1=np.zeros(probs.shape)
predicted_class1[probs>threshold]=1
predicted_class1
cm1 =
confusion_matrix(y,predicted_class1)
total1=sum(sum(cm1))
accuracy1=(cm1[0,0]+cm1[1,1])/total1
sensitivity1 = cm1[0,0]/ (cm1[0,0]+
cm1[0,1])
specificity1 = cm1[1,1]/ (cm1[1,0]+
cm1[1,1])
margeff2 = model2.get_margeff
(dummy=True)

```

Приложение 3. Описание переменных

Таблица 1. Описание переменных регрессии

								residents				pt			tariff							
	age	sex	hhchildren	hhcar	carperadult	occupation	marital	1	3	4	5	1	3	4	1	2	4	5	6	7	8	
count	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	
mean	3,661	0,366	0,304	0,920	0,569	0,861	0,700	0,042	0,585	0,091	0,132	0,206	0,115	0,059	0,139	0,195	0,021	0,024	0,021	0,066	0,341	
std	0,284	0,483	0,345	0,270	0,253	0,347	0,459	0,201	0,494	0,288	0,340	0,405	0,320	0,236	0,347	0,397	0,143	0,155	0,143	0,249	0,475	
min	2,996	0	0	0,693	0,182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25%	3,526	0	0	0,693	0,405	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
50%	3,689	0	0	0,693	0,511	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
75%	3,850	1	0,693	1,099	0,693	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
max	4,500	1	0,693	1,946	1,792	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

```
> outlierTest(r2)
No Studentized residuals with Bonferonni p < 0.05
Largest |rstudent|:
      rstudent unadjusted p-value Bonferonni p
267 2.279966          0.02261          NA
.....
```

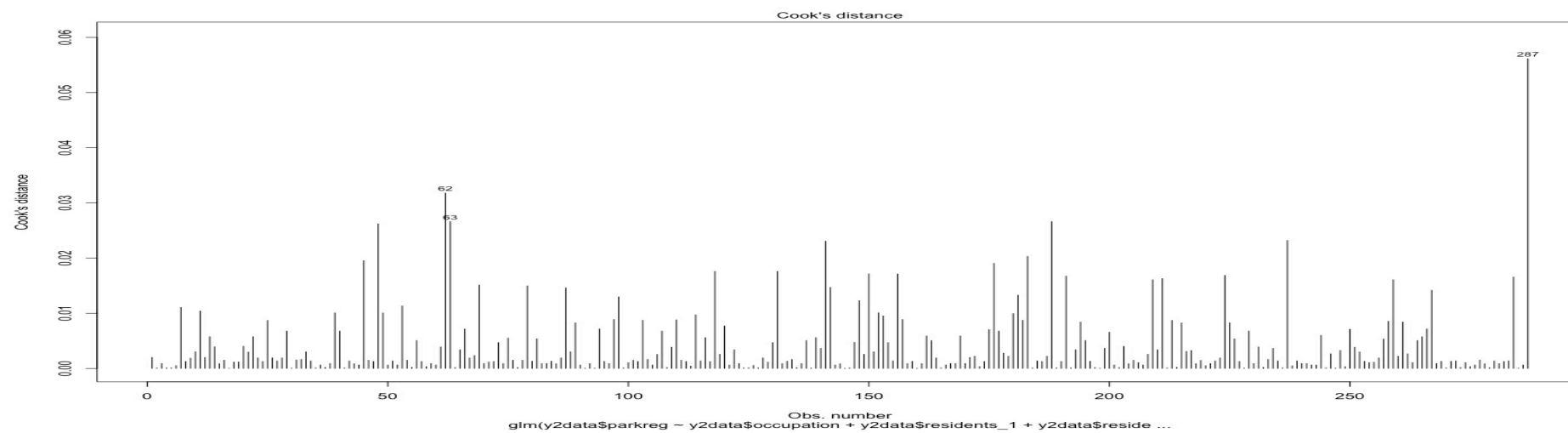


Рисунок 2 – Расстояние Кука

Приложение 6. Традиционные остатки бинарной логистической регрессии

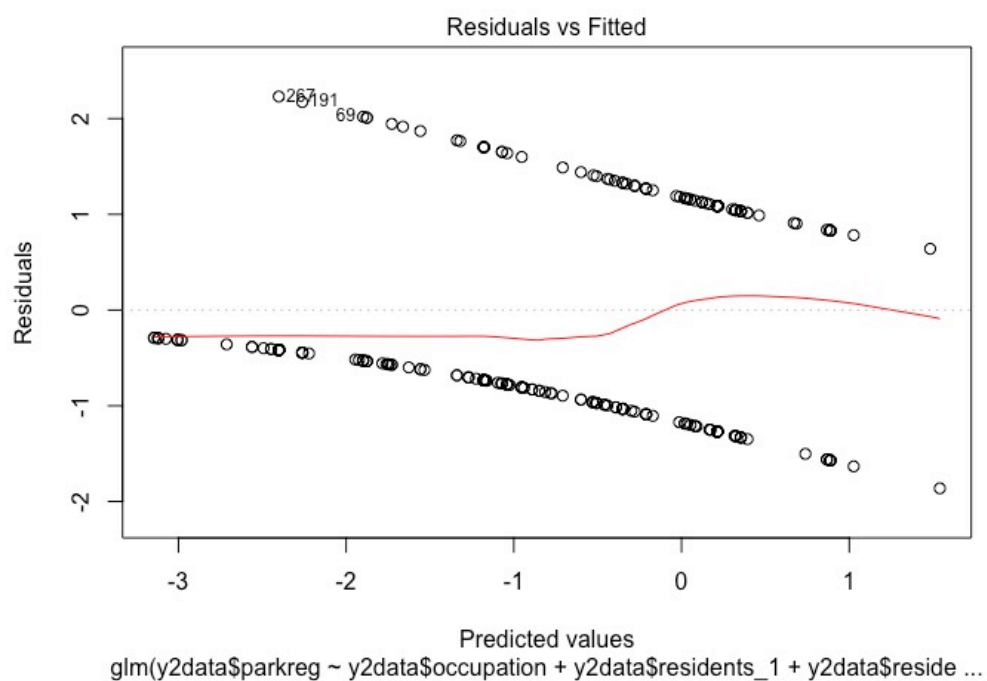


Рисунок 2 – Традиционный график остатков