**Правительство Российской Федерации**

**федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования**

**"Национальный исследовательский университет   
"Высшая школа экономики"**

Факультет экономики

Кафедра прикладной математики и моделирования в социальных системах

Допускаю к защите

Заведующий кафедрой ПМиМСС, к. э. н., доцент кафедры ПМиМСС,

Потапов Д. Б.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Подпись)

«\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г.

**ВЫПУСКНАЯ** **КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

На тему: **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА РЫНКЕ СОТОВОЙ СВЯЗИ**

Студент группы Э-10-02

Мищенко Полина Константиновна

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Подпись)

Научный руководитель старший преподаватель кафедры прикладной математики и моделирования в социальных системах,

Чадов Алексей Леонидович

(Подпись)

Пермь, 2014

Оглавление

[Аннотация 3](#_Toc388617016)

[Введение 5](#_Toc388617017)

[1. Теоретическое обоснование 8](#_Toc388617018)

[2. Постановка исследовательской проблемы 14](#_Toc388617019)

[2.1 Выдвинутые гипотезы 15](#_Toc388617020)

[2.2 Предпосылки исследования 18](#_Toc388617021)

[3. Методология исследования и анализ данных 22](#_Toc388617022)

[3.1 Описание моделей 22](#_Toc388617023)

[3.2 Описание данных 27](#_Toc388617024)

[3.3 Структура данных 30](#_Toc388617025)

[4. Результаты и ограничения исследования 33](#_Toc388617026)

[Заключение 38](#_Toc388617027)

[Список использованной литературы 41](#_Toc388617028)

[Приложение 1 43](#_Toc388617029)

[Приложение 2 44](#_Toc388617030)

[Приложение 3 45](#_Toc388617031)

## Аннотация

Вопрос моделирования спроса на телекоммуникационные услуги имеет богатую историю. Поведение потребителей всегда было актуальной исследовательской областью. Такой интерес вызван тем, что отрасль связи обладает уникальными характеристиками – высокими фиксированными издержками и низкими предельными издержками. Для выпуска нового конкурентоспособного тарифа необходимо в мельчайших подробностях изучить принципы принятия решения со стороны потребителей. В настоящей работе моделируется механизм выбора тарифного плана, и оцениваются предельные изменения в вероятности выбора тарифа при изменении одной из его характеристик.

Расчеты базируются на реальных данных о профилях потребления абонентов и о тарифных планах, предоставленных компанией ОАО «Ростелеком». Так же используются методики определения издержек по альтернативным тарифам, разработанные в рамках предыдущих исследований. Изучается возможность оценки влияния мобильности индивида на потребление услуг сотовой связи, и именно этот вопрос представляет собой наибольший академический интерес. В работе используются модели мультиномиальных логистических регрессий, которые позволяют получить ответы на некоторые нетривиальные вопросы, с которыми часто сталкиваются провайдеры сотовой связи.

**Abstract**

Telecommunication aspect tends to be of high current interest. In most countries, mobile telephones have grown to be a central part of the telecommunication network - mobile penetration rates exceed fixed line penetration rates in all regions of the world, and by a margin of three to four times in some regions (Miravete, 2002).

Despite tremendous growth in mobile voice and data services, our understanding of how users consume these services is still limited, especially in Russia.

Wireless communication tariffs are designed in different ways. Although, these price schemes are intuitive to describe, modeling and empirical estimation of demand parameters under a nonlinear price structure are nontrivial.

The question is: Why do people choose one or another tariff? By what tariff characteristics are they primarily guided? Is there any influence of people mobility? Such questions are really popular among company’s managers and consumers.

That’s why the main objective of this research is to attempt to wide our understanding of the cellular service consumption principals.

The data is collected and provide by Rostelecom company, and includes information about tariffs and users. We have access to individual level consumption data for cellular service (number of calls and SMS, price, duration of every call, place of use), which allows us to build a model and draw useful conclusions.

## Введение

За последние 20 лет услуги сотовых операторов прочно вошли в нашу жизнь. Наблюдая за статистикой, можно сделать вывод, что мобильный телефон стал не просто средством связи, а необходимым атрибутом каждого человека. Телефонная связь стала доступна всем потребителям независимо от их дохода, а сам мобильный телефон превратился из товара роскоши в незаменимую для каждого человека вещь. Широкий спектр услуг, предоставляемых сотовыми операторами, в совокупности с технологическим усовершенствованием телефонов, сделали последние полноценной заменой множеству устройств, как развлекательного направления, так и устройств созданных для выполнения задач повышенной сложности.

В последние 15 лет данная область исследовалась в работах многих авторов: Miravete E. (2002, 2007, 2012), Lambrecht A., и Skiera B. (2006, 2007), Kim Y., и Telang R. (2010) и др. Большинство работ были опубликованы в период с 2002 года по 2012, что доказывает возросший интерес к теме мобильной связи.

По данным на 2012 год, на одного жителя РФ приходится по 1,5 сим-карты (Соломатин, 2012), что свидетельствует о высокой насыщенности рынка. Операторы сотовой связи для того чтобы удержать своих клиентов и приобрести новых разрабатывают все более разнообразные тарифы, призванные удовлетворять потребности всех типов абонентов.

Выбор тарифного плана для многих абонентов в таких условиях представляет собой проблему. По оценке интернет ресурса, специализирующегося на подборе оптимального тарифного плана, только 46% абонентов пользуются подходящим для себя тарифом (Сервис подбора тарифного плана мобильной связи, 2012). Однако можно утверждать, что данная оценка является смещенной, поскольку абоненты, воспользовавшиеся сервисом, изначально подозревали возможную неэффективность своего тарифного плана. Несмотря на это, процент использования неподходящего тарифа довольно высок, и для того, чтобы выяснить причины сложившейся ситуации, необходим глубокий анализ процедуры выбора тарифного плана.

Именно поэтому анализ потребления абонентов является особо **актуальным** вопросом для операторов сотовой связи.

**Целью** даннойработы является определение предельных изменений в вероятности выбора потребителем тарифа при изменении одной из характеристик тарифного плана. Иными словами, необходимо рассчитать насколько изменится популярность того или иного тарифного плана, при изменении одного из его параметров. Это позволит определить, к изменениям каких характеристик наиболее чувствительна популярность тарифа.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

* проанализировать исследования в области сотовой связи;
* описать и систематизировать тарифные планы и подготовить данные о потреблении абонентов для оценивания;
* разработать способ учета территориальной мобильности абонентов;
* подобрать релевантные модели для определения процедуры выбора тарифного плана и идентифицировать их на реальных данных;
* произвести проверку результатов на устойчивость на большей по объему выборке;
* проинтерпретировать полученные результаты.

Таким образом, **объектом исследования** являются тарифные планы сотовой связи и профили потребления абонентов. Эти данные были предоставлены одним из крупнейших сотовых операторов Пермского Края ОАО «Ростелеком». **Предметом исследования** является механизм принятия решения о смене тарифного плана.

**Научная значимость** работы заключается в определении процедуры выбора тарифных планов потребителями и оценке влияния различных факторов на данный выбор. Среди факторов рассматриваются стоимостные характеристики тарифов и территориальная мобильность абонента. Учет интенсивности передвижения представляет собой наибольший академический интерес.

**Практическая значимость** данной выпускной квалификационной работы вытекает из ее цели и заключается в том, чтобы получить ответы на вопросы, стоящие перед разработчиками тарифных планов. Для упрощения процедуры расчета и ввиду ограниченности данных, рассматривались клиенты одного сотового оператора и проживающие в Пермском Крае. Количество тарифных планов и услуг, доступных для абонента тоже ограничено. Так же имеются данные о номере базовой станции, из которой был совершен звонок или отправлено SMS сообщение.

В рамках данного исследования предполагается ответить на следующие вопросы:

1. Каким образом происходит выбор тарифа?
2. Как изменение стоимости одной услуги повлияет на популярность определенного тарифного плана?
3. Популярность каких типов тарифных планов более чувствительна к изменению стоимости тех или иных услуг?
4. Каков выбор «среднего абонента»?
5. Есть ли взаимосвязь между территориальной мобильностью человека и предпочтениями относительно тарифных планов?

**Структурно** выпускная квалификационная работа состоит из введения, четырех глав, разделенных на параграфы, заключения, библиографического списка и трех приложений.

## 1.Теоретическое обоснование

Вопрос моделирования спроса на телекоммуникационные услуги имеет богатую историю. Поведение потребителей всегда было актуальной исследовательской областью. Такой интерес вызван несколькими причинами.

Во-первых, это связано с тем, что отрасль связи обладает уникальными характеристиками, а именно, высокими фиксированными издержками и низкими предельными издержками. Так же данная отрасль является олигополистической структурой, так как характеризуется высокими барьерами входа на рынок.

Во-вторых, из-за устойчивой лояльности потребителей к тому или иному оператору сотовой связи разработчикам тарифных планов становится все сложнее привлекать клиентов выгодными предложениями. Для выпуска нового конкурентоспособного тарифа необходимо в мельчайших подробностях изучить принципы принятия решения со стороны потребителей, которые далеко не всегда преследуют цель максимизации своей полезности.

Такие необычные характеристики рынка предоставляют широкие возможности для эконометрических исследований.

Работы Евгенио Миравита вносят особо значительный вклад расширение наших знаний по оценке спроса на услуги мобильной связи. Его работы, опубликованные с 2002 по 2007 года, описывают необычные принципы, которыми руководствуются пользователи при выборе тарифного плана.

В работе 2002 года (Miravete, 2002) автор изучает ситуацию неопределенности, когда потребитель не уверен относительно своего будущего потребления, в то время как провайдер-монополист предлагает заранее выбрать тип тарифного плана на следующий период. Данный выбор происходит под влиянием индивидуальных шоков, наблюдаемых только самим потребителем. После того как выбор был сделан, сотовый оператор может определить ex-post и ex-ante типы клиента, и таким образом снизить степень неопределенности.

Разработанную модель автор применяет к эксперименту, проходившему в двух городах США в 1986 году. Эксперимент заключался в том, что для абонентов телефонной связи появилась возможность выбирать между безлимитным тарифом и двухставочным (до это существовал только безлимитный тарифный план). Набор данных, использованных в исследовании, довольно широк и включает в себя кроме характеристик, описывающих исключительно потребление услуг связи, множество демографических параметров. Качество эконометрической модели, несомненно, увеличивается благодаря такому подробному описанию каждого абонента. К тому же данные включали в себя параметры реального потребления услуг телефонной связи по каждому абоненту за 3 месяца, предшествующих эксперименту, то есть когда все абоненты использовали безлимитный тариф. Такая база данных дала автору широкие возможности для исследований.

Исследовательский вопрос состоял в том, чтобы проверить существование асимметрии информации между местным сотовым оператором – монополистом и пользователями. Автор использует спецификацию nested – logit в условиях симметричной и асимметричной информации между участниками. Эконометрическая модель подтверждает наличие значительной асимметрии информации.

В 2003 году в журнале The American Economic Reveiw была опубликована другая статья Е. Миравита. Автор утверждает, что вероятность совершения ошибки при выборе тарифа увеличивается, поскольку абоненты не могут точно предсказать уровень своего потребления до того как перейдут на тот или иной тарифный план.

Так же автор спорит с тем, что выбор абонентов основывается на их текущем потреблении и указывает на то, что ожидания индивидов по поводу их будущего потребления являются решающим фактором при выборе тарифа. Это объясняется способностью абонентов «обучаться», то есть со временем они лучше оценивают структуру своего потребления, и, соответственно, их ожидания стремятся к реальному потреблению в следующем периоде, а значит ошибки выбора тарифа возникают все реже.

Далее автор опровергает гипотезу о том, что поведение абонентов, выбравших безлимитный тариф, объясняется их предвзятым отношением к таком типу ценообразования. Он доказывает, что уровень потребления данных абонентов достаточно высок, и поэтому выбор безлимитного тарифа является абсолютно рациональным действием для данного типа потребителей.

И наконец, в статье приводится доказательство того, что переключение между тарифами является следствием решения задачи минимизации издержек услуг связи, и в действительности абоненты быстро реагируют даже на малые изменения в счете за телефонную связь.

Используя описанные выше данные, автор оценивает модели несколько раз: первый раз включаются только переменные, напрямую относящиеся к телефонным звонкам, причем включаются они в виде полинома второй степени, во второй – добавляются все демографические характеристики абонента, а в третий – добавляется переменная, отвечающая за выгоды от использования двухчастного тарифа. Методом оценивания является метод максимального правдоподобия.

Анализируя результаты, кроме выводов, описанных ранее, автор приходит к еще одному выводу Реализация концепции потенциальных выгод от использования другого типа тарифа позволяет сделать вывод о том, что потребители достаточно быстро реагируют на малые изменения в оплате телефонных услуг. Причем более явно этот эффект наблюдается среди абонентов переключившихся на двухчастный тариф, которые, оценив свои потери от его использования, сразу вернулись на тарифный план с посекундной тарификацией.

В работе, написанной совместно с С. Нараянан и П. Чинтагунта, (Narayanan, Chintagunta, Miravete, 2007) акцентируется внимание на существовании временного лага между выбором тарифного плана и объемом потребления, в условиях того, что потребители не знают структуру своего потребления на стадии подключения тарифа. В данной работе представлена дискретно-непрерывная структурная модель поведения пользователя, в которой принимается во внимание неопределенность. Первичное оценивание показало, что потребители реже переключаются с двухчастного тарифа на посекундную тарификацию, чем наоборот. Причиной этому автор считает неопределенность пользователей относительно их потребления и разные способности к обучению использования разных типов тарифных планов. Далее предложена расширенная модель с обучением и неопределенностью. С использованием тех же данных, что и в предыдущей работе, удалось доказать, что люди обучаются быстрее, используя тариф с посекундной тарификацией, и очень медленно на тарифе с фиксированной оплатой.

К интересным выводам, противоречащим результатам Е. Миравита, приходят A. Ламбрехт и Б. Скиера (Lambrecht, Skiera, 2006). Они утверждают, что существует доказательство того, что люди не руководствуются принципом минимизации издержек на сотовую связь, то есть предпочитают оставаться на безлимитном тарифном плане, даже если это менее выгодно, и наоборот. Авторы оценивают четыре эконометрические модели на трех разных массивах данных. Они доказывают, что отклонения при использовании двухчастного тарифа гораздо больше и являются более длительными по времени. Авторы подробно описывают и тестируют причины возникновения такого рода неэффективности. Эти причины разделены на четыре группы:

1. эффект страхования;
2. эффект «таксометра»;
3. эффект убеждения;
4. эффект переоценки.

Эффект страхования заключается в том, что, используя безлимитный тариф с фиксированной абонентской платой, потребитель исключает возможные изменения в своем счете за сотовую связь. Клиенты, несклонные к риску, которые не могут точно спрогнозировать свое будущее потребление, выбирают данный тип тарифного плана для того, чтобы застраховаться от высоких издержек в периоды необычно высокого спроса. Данный эффект был обнаружен и описан в статьях Miravete (2002), Train (1991). Однако Nunes (2000) в своей работе не обнаружил значимой корреляции между выбором тарифа сотовой связи и отношением к риску.

Эффект «таксометра» наблюдается в случае, когда абонент начинает потреблять больше при переходе на безлимитный тариф, чем при использовании поминутной тарификации. С психологической точки зрения, оплатив фиксированный взнос, абонент считает, что уже оплатил услугу и, соответственно, получает большее наслаждения от безлимитного использования. При поминутной тарификации каждая дополнительная единица потребления оценивается выше, потому что представляется для абонента еще неоплаченной. Другие интересные стороны психологического бухгалтерского учета описаны в статье R. Thaler «Mental accounting and consumer choice».

Эффект убеждения заключается в том, что существуют потребители, считающие выбор одно тарифного плана из такого разнообразия обременительной процедурой. И поэтому подключают тариф, который субъективно рассматривается как «тариф по умолчанию». Такие абоненты убеждены, что их потери от использования «стандартного» тарифного плана несопоставимо малы по сравнению с издержками на поиск оптимального. Исследования (Kling, 1990) доказывают, что абоненты данного типа склонны выбирать тариф с фиксированной абонентской платой, а не оплату по фактическому потреблению.

Эффект переоценки описывается в работе Nunes (2000). Он состоит в том, что абоненты склонны переоценивать объемы своего потребления. Поэтому, опасаясь высоких издержек, они выбирают безлимитный тарифный план, хотя платили бы меньше при поминутной тарификации.

Авторы доказывают, что эффекты страхования, «таксометра» и переоценки приводят к отклонениям эффективности при использовании двухчастного тарифного плана.

В 2008 году выходит работа И. Таканори и К. Тошифуми, в которой оценивается спрос на услуги сотовой связи второго (2G) и третьего (3G) поколения. Для оценки используется микст-логит модель. Авторы доказывают, что взаимозаменяемость альтернатив по провайдам значительно выше, чем по виду мобильной связи. То есть ближайшим субститутом сети третьего поколения МТС будет сеть второго поколения того же провайдера, а не 3G сеть другого оператора. Так же авторы оценивают перекрестные эластичности для других функций, таких как электронная почта, мобильный интеренет, ММS.

Другие исследователи Ким и Теланг (2010) представили модель для голосовых звонков и SMS сообщений. Главной целью их исследования было определить являются ли данные услуги субститутами или комплиментами. Исследование включает в себя эконометрическое моделирование дискретных и трех-частных тарифных планов. Авторы используют богатую базу данных, включающую около шести тысяч индивидов. Рассчитав перекрестную эластичность спроса по цене, они доказали, что SMS сообщения и голосовые звонки являются слабыми субститутами: увеличение цены на минуту разговора на 10% приводит к увеличению спроса на SMS сообщения на 0,8%. Так же подтвердилось, что спрос среди молодых людей является менее эластичным, по сравнению с людьми в возрасте. Далее в работе рассчитан эффект изменения выручки при изменении различных параметров модели. В конце авторы обсуждают возможности применения их модели при моделировании иных экономических процессов.

Другая работа (Kim, 2012) представляет эконометрическую модель, позволяющую анализировать процесс решения потребителя о переключения с одного провайдера на другой. Данный метод подразумевает, что независимые потребители раз за разом принимают решение о переходе на другого сотового оператора при наличии издержек на данное переключение. Оценивание базируется на BLP (Berry-Levinsohn-Pakes) модели, которая используется совместно с nested logit моделью, и позволяет учесть широкий спектр случайных эффектов. Авторы доказали, что существование издержек переключения препятствует выбору лучшей фирмы. Кроме того, было выявлено, что ожидание увеличения количества провайдеров на рынке приводит к более частым сменам сотового оператора, благодаря чему выгоды от переключения начинают превышать издержки.

Несмотря на то, что спрос на услуги мобильной связи кажется уже хорошо изученным, все равно существует еще мало исследований именно российского рынка с его уникальной спецификой. К тому же, из-за недостатка информации нет еще исследований касательно мобильности абонентов.

Вопрос о том, влияет ли мобильность человека в передвижениях на структуру использования им услуг сотовой связи, является новым и достаточно интересным. Так как был предоставлен доступ к необходимым данным, в рамках данной работы будет совершена попытка ответить на данный вопрос. Если полученные результаты будут статистически значимы, разработчики тарифных планов в России получат дополнительную возможность контроля и создания уникальных тарифных планов.

## 2. Постановка исследовательской проблемы

Исследовательский вопрос настоящей работы имеет существенную научную значимость. Главной целью выпускной работы является оценка принципа выбора тарифного плана абонентами и определение предельных изменений в вероятности выбора того или иного тарифа при изменении одной из его характеристик. Также, такого рода информация имеет практическую значимость при разработке новых тарифных планов. С ее помощью станет возможным заранее рассчитать вероятность перехода на новый тарифный план уже существующих абонентов. В таком исследовании могут быть заинтересованы сотовые операторы как регионального, так и федерального уровней.

Необходимые для исследования данные, были предоставлены одним из крупнейших операторов сотовой связи в Пермском крае ОАО «Ростелеком». В декабре 2011 года компания ОАО «Уралсвязьинформ», предоставлявшая услуги связи под брендом «Utel», стала частью компании ОАО «Ростелеком» и продолжила функционирование под новым брендом. На сегодняшний день компания является одним из лидеров на рынке предоставления услуг фиксированной и сотовой связи, телевещания и Интернет подключения.

Для получения заявленных результатов было проведено эмпирическое исследование, которое предполагает несколько этапов. После того как на первом этапе определяется процедура выбора тарифного плана, появляется возможность предоставить полезную информацию сотовому оператору, относительно стратегии управления тарифами.

Первоначально необходимо определить каким образом происходит выбор. В частности, является ли данная процедура пошаговой или абоненты делают выбор одномоментно?

Пошаговая структура выбора предполагает, что абонент изначально определяется с типом своего потребления, например, активный он пользователь или нет, и в соответствии с этим, решает на каком множестве тарифов остановиться. Будет ли это подмножество двухчастных тарифов, предполагающих наличие абонентской платы и оплату за единицу потребления, или подмножество тарифов, у которых отсутствует абонентская плата. Таким образом люди, которые «всегда на связи», склонны выбирать из группы тарифных планов с абонентской платой, а те, кто редко берет сотовый телефон в руки, из группы с поминутной тарификацией. Такие особенности объясняются не только экономической целесообразностью, но и некоторыми психологическими эффектами, описанными в других исследованиях (Lambrecht, Skiera, 2006). Вторым шагом для абонента является выбор конкретного тарифа из уже выбранного подмножества. На втором шаге выбор основывается на незначительных различиях между характеристиками тарифных планов и на том, какой тариф более распространен среди близкого круга общения абонента.

При одновременном принятии решения абоненты не различают тарифы по типам, а изначально выбирают из всего множества тарифных планов. В данном случае они так же руководствуются ожиданиями относительно своего будущего потребления и своим представлением относительно выгодности тарифного плана.

Определить, как же именно происходит выбор, можно с помощью построения двух эконометрических моделей, одна из которых описывает последовательный выбор, а вторая моделирует одномоментное решение. В качестве первой модели выбрана Nested logit модель, а для второго сценария принятия решения - Mixed logit. Обе модели являются расширением классической логистической модели, которая используется для моделирования процессов неупорядоченного дискретного выбора. Именно наличием личностной характеристики объясняется выбор Mixed logit. Такая модель была предложена как расширение модели условного логита, в которой невозможен учет характеристик индивидов. Так же данный класс моделей использовался практически во всех значимых статьях по данной тематике (Huang, 2008), (Kim, Telang, 2010), (Kim, 2012), (Lambrecht, Skiera, 2006), (Miravete, 2002) и другие. Выбранные модели, в отличии от классических логистических, учитывают эффекты от использования альтернативных тарифов. Разница данных моделей состоит в том, что первая описывает последовательный выбор, моделируя условную вероятность, а вторая одномоментный и вероятность выбора не носит условный характер.

После получения оценок обеих регрессий выбрана та, качество которой будет лучше. Качество модели определяется ее значимостью, значимостью контрольных коэффициентов, информационными критериями и проверкой устойчивости коэффициентов на большей выборке. Лучшее качество регрессии означает, что такая модель лучше описывает имеющиеся данные и, как следствие, лучше описывает принцип принятия решения абонентами. Последнее позволяет с определенной вероятностью утверждать, что абоненты действительно используют заданную процедуру.

### 

### 2.1 Выдвинутые гипотезы

*Гипотеза 1*. Принятие решения относительно выбора тарифного плана

На первоначальном этапе выдвинута гипотеза о том, что принятие решения относительно тарифного плана имеет двухшаговую структуру.

После того, как выбрана наилучшая модель и, соответственно, схема принятия решения, станет возможна ее дальнейшая интерпретация. Обе модели позволят определить, как изменится популярность того или иного тарифа при изменении какой-либо из его характеристик. И действительно, такая информация может оказаться очень полезной для сотового оператора. Разработчики тарифов смогут рассчитать, насколько максимально можно увеличить стоимость услуги, избежав при этом массовых смен тарифных планов и сотового оператора. Так же можно узнать, какими характеристиками должен обладать новый тариф, чтобы стать популярным среди абонентов и, естественно приносить прибыль оператору. Кроме того, результаты оценивания указывают, какой из видов тарифов, с абонентской платой или без, является более чувствительным к изменению стоимости услуг.

*Гипотеза 2.* Чувствительность вероятности выбора тарифа к изменению его характеристик

На первоначальном этапе поставлена гипотеза о том, что популярность тарифов с поминутной тарификацией более чувствительна к изменению стоимости единицы услуг. Данная гипотеза проверялась во многих предыдущих исследованиях. Те работы, которые доказывают, что люди при использовании двухчастного тарифа меньше реагируют на изменение цены услуг, косвенно подтверждают выдвинутую гипотезу.

*Гипотеза 3.* Значение цен на услуги внутри сети

В силу того, что имеющиеся данные включают информацию об использовании услуг одного из самых популярных сотовых операторов, так же выдвинута гипотеза относительно типов и направлений услуг. Так, например, можно предположить, что изменения цены на услуги внутри сети оказывают большее влияние на решение о смене тарифного плана, чем другие направления, такие как номера фиксированной связи и номера других сотовых операторов. И действительно, чаще всего при выборе провайдера сотовой связи абоненты зачастую останавливаются на том, которым пользуются большинство людей из их круга общения. Именно поэтому стоимость звонков или SMS внутри сети будет наиболее значимым показателем при выборе тарифного плана. И соответственно, реакция на изменение стоимости данных услуг будет более быстрой и действенной.

*Гипотеза 4.* Влияние мобильности абонента на выбор тарифа

Благодаря тому, что в предоставленном массиве данных имеется информация о базовой станции сотовой связи, из которой абонент воспользовался услугой, становится возможным оценить насколько много человек передвигается в рамках города и Пермского края в целом. Это позволяет выдвинуть еще одну интересную гипотезу: чем больше человек передвигается в рамках города и Пермского края в целом, тем он более склонен выбирать тариф с абонентской платой. Это можно объяснить тем, что такой человек вынужден больше общаться по мобильному телефону. А значит, принимая решение о тарифном плане, абонент останавливается на двухчастном тарифе, предполагая экономию от масштаба своего потребления.

Для того чтобы проверить данную гипотезу необходимо сконструировать показатель, характеризующий степень мобильности абонента. Включив такой индекс в одну из предполагаемых моделей и оценив коэффициент регрессии перед ним, мы сможем ответить на вопрос: действительно ли более мобильные в плане территориальных передвижений потребители склонны к выбору тарифа с абонентской платой.

Обобщив все выше сказанное, можно формализовать гипотезы, выдвинутые на первоначальном этапе исследования:

1. принятие решения о выборе тарифного плана имеет двухшаговую структуру. Изначально происходит оценка ожидаемого объема потребления и выбор группы тарифов, ассоциирующийся с данным типом использования. На втором шаге, из уже выбранного подмножества тарифов выбирается один подходящий;
2. популярность тарифов с поминутной тарификацией более чувствительна к изменениям стоимости единицы услуг. Другими словами, люди при использовании двухчастного тарифа в меньшей степени реагируют на изменение цены одной услуги;
3. изменение цены на услуги внутри сети оказывают большее влияние на решение о смене тарифного плана, чем другие направления. То есть стоимость звонков или SMS внутри сети будет наиболее значимым показателем при выборе тарифного плана, а реакция на изменение стоимости данных услуг будет более быстрой и действенной;
4. чем более мобилен человек в плане территориального передвижения, тем он более склонен выбирать тариф с абонентской платой.

Для того чтобы подтвердить или опровергнуть поставленные гипотезы в выпускной квалификационной работе используются методы эконометрического анализа, а именно: построены и оценены две эмпирические модели, описывающие процесс выбора тарифного плана. Так же разработан индекс мобильности для учета данных об интенсивности передвижения, который включен в обе модели как фактор регрессии. Полученные оценки дают возможность проверить выдвинутые предположения.

### 

### 2.2 Предпосылки исследования

В рамках данного исследования необходимо ввести несколько предпосылок. Многие из них имеют теоретическое обоснование, то есть подкреплены существующими исследованиями. Однако некоторые предпосылки носят вынужденный характер, и вводятся из-за недостатка данных, или для значительного упрощения исследовательской задачи. Естественно, ослабление такого рода предпосылок может стать почвой для дальнейших исследований.

*Предпосылка 1.* Принцип максимизации полезности

Первая предпосылка связана с экономическим принципом принятия решения. Так предполагается, что при выборе тарифного плана абоненты руководствуются принципом максимизации полезности от использования услуг сотовой связи. Это означает, что при ограниченном доходе, в данном контексте денежной сумме, выделенной на сотовую связь, индивид стремится извлечь максимум полезности от подключения. В данном случае получить возможность совершить необходимые звонки и отправить нужное количество SMS сообщений.

*Предпосылка 2.* Доступные услуги

Вторая предпосылка ограничивает разнообразие используемых услуг. В данной работе предполагается, что абонентам доступны только голосовые вызовы и SMS сообщения внутри сети, на номера абонентов фиксированной телефонной связи и на номера абонентов других операторов. Данная предпосылка введена для существенного сокращения размерности выборки. К тому же, данные услуги были наиболее распространены среди абонентов в рассматриваемый период (2012 год): возможность использования мобильного интернета и MMS сообщений только стала появляться у абонентов данного сотового оператора, и к тому же данные услуги имели более дешевые и привычные аналоги.

*Предпосылка 3.* Смена сотового оператора

Следующая предпосылка описывает процесс переключения между сотовыми операторами. В силу того, что имеющиеся данные описывают предоставленные услуги только одним сотовым оператором («Ростелеком»), предполагается, что у абонентов нет возможности сменить провайдера сотовой связи, или же это связано с значительными издержками и поэтому недоступно. И в действительности, издержки смены оператора достаточно велики и связаны (на тот момент) со сменой номера телефона, покупкой новой сим-карты и другими действиями.

*Предпосылка 4.* Частота смены тарифного плана

К тому же предполагается, что сделать выбор и сменить тарифный план абоненты могут только один раз в начале месяца. В рамках нашей модели это означает, что в начале каждого месяца абоненты стоят перед выбором: оставить или сменить тарифный план. Таким образом, они ежемесячно решают задачу максимизации полезности и делают свой выбор. Месячная динамика так же объясняется сокращением размерности выборки и психологической особенностью оценивать затраты и доходы помесячно.

*Предпосылка 5.* Транзакционные издержки смены тарифа

Так же будем считать, что отсутствуют любые транзакционные издержки смены тарифного плана. В действительности, при смене тарифа предусмотрен разовый денежный взнос. Однако помимо платы необходимы дополнительные действия со стороны абонента, такие как изучение действующих тарифов и выбор подходящего, посещение салона сотовой связи и написание заявления или оформление заявки на веб-сайте провайдера. И если учесть финансовые издержки в модели теоретически представляется возможным, хотя и значительно усложняет расчеты, то учет нефинансовых транзакционных издержек является невыполнимой задачей на данном этапе и массиве данных.

*Предпосылка 6*. Доступные тарифы

Перечень тарифов, доступных к использованию тоже ограничен. Такая предпосылка введена вновь для сокращения размерности выборки. Список состоит из семи тарифных планов, действовавших на протяжении всего периода, и включающих как тарифы с абонентской платой, так и без. Шесть из них уже существовали задолго до того момента, с которого начинается исследуемый временной промежуток. Эти тарифы уже завоевали свою целевую аудиторию и были достаточно распространены среди абонентов. Однако в начале 2012 года появляется новый тарифный план в рамках изменившейся ценовой политики сотового оператора. Новый тариф не предполагает абонентской платы, а стоимость на звонков и SMS сообщений в разы ниже стоимости по уже существующим тарифам. Данный тарифный план представляет особый исследовательский интерес. Необходимо проверить, действительно ли абоненты настолько быстро реагируют на появление нового тарифа.

Наличие временного лага между выпуском тарифа на рынок и выбором его среди абонентов подтверждается множеством исследований в данной области. Именно поэтому в работе оказывается большое внимание новому тарифному плану. Это означает, что в моделях данный тариф будет принят как базовый, и, поэтому, интерпретация результатов относительно более старых тарифных планов будет производиться в сравнении с новым.

*Предпосылка 7*. Мобильность абонента

Последний блок предпосылок связан с оценкой мобильности индивидов. Как было сказано выше, в массиве данных имеется информация о том, из какой сотовой ячейки был произведен звонок или отправлено SMS сообщение. Именно эту информация используется в расчете интенсивности передвижения.

Очевидно, что расчет на основе номинального количества использованных ячеек не будет корректно отражать интенсивность передвижения. В таком расчете, человек совершивший десять звонков из одной соты будет оценен как более мобильный по сравнению с тем, который совершил пять звонков из пяти разных сот. К сожалению, что такие рассуждения неверны. Именно поэтому, при конструировании индекса было предложено использовать уникальные соты.

Уникальной будет считаться такая базовая сота, находясь в которой абонент воспользовался услугой связи хотя бы один раз в течение текущего месяца. Такой подход позволяет более точно оценить степень мобильности человека, по сравнению с использованием номинального количества используемых базовых станций. Так для приведенного выше примера у первого человека уникальная сота только одна, несмотря на то, что из нее было совершено десять звонков. Для второго же индивида уникальных сот уже пять, не зависимо от того сколько раз он воспользовался услугами сотовой связи в них. Такой подсчет уникальных использованных ячеек представляется более разумным.

Будем предполагать, что в выборке нет абонентов, много передвигаются, но при этом редко используют мобильный телефон. Действительно таких абонентов невозможно идентифицировать, используя только имеющиеся данные и это является одним их ограничений исследования. В последующих работах, возможно, будет найден способ, учитывающий отклонения данного типа или использующий более широкий массив данных.

Для того чтобы можно было без труда сравнивать абонентов по степени их мобильности, необходимо ввести нормировку. Нормировка состоит в том, чтобы получить отношение двух номинальных величин. В качестве нормирующей величины было выбрано среднее значение количества уникальных сот в месяц по всем абонентам выборки за весь период времени. При таком расчете возможна интерпретация индекса в сравнении со «средним» по мобильности индивидом.

Формула для расчета индекса мобильности выглядит следующим образом:

(1)

где: – коэффициент мобильности i-го абонента в момент времени t;

– количество уникальных сот i-го абонента за период времени t;

– общее количество абонентов в выборке.

Значения данного индекса лежат в промежутке от нуля до общего количества активных ячеек, принадлежащих и задействованных сотовым оператором. Если значение индекса больше единицы, это означает, что абонент, для которого произведен расчет, более мобильный, чем «средний» абонент выборки. И наоборот, если значение меньше единицы, то выбранный абонент в меньшей степени интенсивно передвигается на заданной территории.

Используя описанные выше предпосылки и методы, предполагается проверить верны ли выдвинутые гипотезы. Следующая структурная часть посвящена подробному описанию используемых в рамках исследования данных и методов.

## 3. Методология исследования и анализ данных

Как уже было сказано в предыдущих частях работы, исследование включает в себя предварительный анализ данных и оценку двух эконометрических моделей. В данной части подробно описаны методология исследования и представлены результаты анализа массива данных.

### 3.1 Описание моделей

Выбранные модели относятся к классу моделей дискретного выбора с множественным откликом. Такие модели подразумевают наличие более двух альтернатив. В данном случае множество альтернатив представляет собой семь тарифных планов. Модели с множественным откликом созданы для описания вероятности каждого из возможных исходов в виде функции от интересующих исследователя параметров. Основная цель состоит в том, чтобы описать эти вероятности ограниченным числом неизвестных параметров.

Модели Mixed и Nested логит относятся к моделям множественного неупорядоченного отклика. Такие модели называют мультиномиальными. В них предполагается, что невозможно логическим способом упорядочить альтернативы. В контексте данной работы действительно сложно представить принцип, по которому можно было бы логически упорядочить тарифные планы. Отправным пунктом для такого типа моделей является случайная структура полезности, в которой полезность каждой альтернативы задается линейной функцией наблюдаемых характеристик и аддитивного остатка, «вбирающего» в себя все ошибки спецификации. Предполагается, что индивиды выбирают ту альтернативу, которая приносит им максимальную полезность. Если задать предположения об общем распределении аддитивных остатков, можно рассчитать выражения для вероятностей модели.

*Mixed logit модель*

Остановимся на формализации модели. Пусть у N абонентов в каждом месяце существует выбор из M альтернатив (тарифов). Обозначим уровень полезности, который абонент i присваивает каждому тарифу, индексированному как j, в месяце t как Uijt , где j=1, 2, …M; t=1, 2, …T. Тогда, руководствуясь принципом максимизации полезности, заложенном в предпосылках, индивид выбирает тот тарифный план, который максимизирует его полезность, то есть если Uijt = max{Ui1t, …, UiMt }. Естественно данные уровни полезности не наблюдаются исследователем и даже самим индивидом. Поэтому введем предположение относительно структуры функции полезности. Пусть полезность абонента от использования услуг сотовой связи выражена следующим образом:

(2)

где: – нестохастическая функция наблюдаемых переменных и неизвестных параметров;

– ненаблюдаемый случайный остаток.

Тогда вероятность выбора i-м абонентом j-ого тарифа в момент t выражается следующими равенствами:

Для того чтобы оценить вероятность необходимо сделать предположение относительно ее случайной компоненты. Для расчетов удобно предположить, что все взаимно независимы и подчиняются логарифмическому распределению экстремальных значений типа I (так же известное как распределение Гумбеля). Как известно, такое распределение является классическим при использовании мультиномиальных моделей (Вербик, 2008), (Cameron, Trivedi, 2009), (Long, Freese, 2001), (Nevo, 2001), (Ben-Akiva, Lerman, 1985). В этом случае функция распределения каждого имеет вид

(4)

и не включает неизвестные параметры. В таких предположениях можно рассчитать вероятность выбора тарифного плана.

. (5)

Из (5) следует, что каждая вероятность находится в промежутке от 0 до 1, и что сумма всех вероятностей равна единице. Распределение ошибки отражает масштабный параметр полезности, но не параметр локализации. Чтобы решить вопрос локализации необходимо произвести нормировку одного из уровней полезности к нулю. Например, пусть . Тогда мы получаем:

. (6)

Перейдем к анализу второй компоненты функции полезности, нестохастической функции наблюдаемых переменных и неизвестных параметров. Наблюдаемые характеристики могут быть как индивидуальными, то есть описывающими индивида, так и характеристиками специфицированных альтернатив. Например, параметром второго типа является стоимость одной и той же услуги на разных тарифных планах. В нашем случае, в модель необходимо включить как индивидуальные характеристики, так и характеристики альтернатив.

Для объяснения выбора тарифного плана используются следующие параметры тарифов:

1. стоимость звонков внутри сети;
2. стоимость звонков на номера фиксированной телефонной связи;
3. стоимость звонков на номера других сотовых операторов;
4. стоимость SMS сообщений внутри сети;
5. стоимость SMS сообщений на номера фиксированной телефонной связи;
6. стоимость SMS сообщений на номера других сотовых операторов.

Таким образом, в модели используется шесть характеристики специфицированных альтернатив.

Отрицательный коэффициент перед конкретной характеристикой будет означать уменьшение полезности от использования тарифного плана при изменении данного параметра. Например, согласно второй гипотезе, полезность от использования тарифного плана с поминутной тарификацией резко уменьшается при увеличении затрат абонента на звонки внутри сети. Следовательно, если стоимость звонков по одному тарифу уменьшается, при неизменных ценах на других, то эта альтернатива получит более высокую вероятность выбора. Включение данных характеристик в модели позволит ответить на поставленные исследовательские вопросы.

Так же предполагается включение в модель личностных характеристик. Конечно, было бы интересно учесть некоторые демографические показатели, такие как возраст, пол или доход, однако, такие данные для нас недоступны. В основном в силу того факта, что действительный пользователь телефонного номера не всегда совпадает с его юридическим владельцем. К тому же данная информация часто не запрашивается или не верифицируется при регистрации нового абонента. Поэтому единственной индивидуальной характеристикой абонента является интенсивность его территориального передвижения, выраженная представленным выше индексом мобильности.

Оцененный коэффициент перед личностным параметром будет показывать, что, при прочих равных условиях, более мобильные люди склонны выбирать тарифы с абонентской платой, предполагающие большие объемы потребления услуг сотовой связи.

Именно наличием личностной характеристики объясняется выбор Mixed logit. Такая модель была предложена как расширение модели условного логита, в которой невозможен учет характеристик индивидов. Коэффициент мобильности входит в модель не в чистом виде, а как декартово произведение с единичной матрицей альтернатив. Это позволяет интерпретировать коэффициент в сравнительном ключе. То есть оценивать насколько выше вероятность выбора одного тарифа, а не второго при изменении мобильности.

*Nested logit модель*

Теперь подробно опишем особенности Nested logit модели. Ее главное отличие состоит в множестве альтернатив. Предпосылкой данной модели является тот факт, что индивиды рассматривают альтернативы не как отдельные возможности для выбора. А группируют их по какому-либо принципу.

В данной работе мы предполагаем, что абоненты дифференцируют существующие тарифы по предполагаемому минимальному объему потребления, необходимого для выгодного использования ценовой схемы. То есть подсознательно пользователи делят тарифы на те, которые предназначены для активного использования услуг сотовой связи и нет. Предположить по какому формальному принципу происходит деление довольно сложно, поэтому в нашей работе введена предпосылка о том, что таким формальным признаком является наличие или отсутствие абонентской платы.

Это означает, что множество альтернатив теперь представляет собой декартово произведение типов потребления (высоки или низкий) и множества всех тарифов. На рисунке 1 представлена структура множества выбора.

Рис. 1. Структура множества выбора

Первый уровень структуры - это определение типа потребления, второй уровень – подмножество тарифов, ассоциированных с выбранным на предыдущем уровне типом.

Таким образом, для данной модели вероятность выбора определенной альтернативы это произведение вероятности определения одной из двух групп тарифов (уровней потребления) и условной вероятности выбора конкретного тарифа из подмножества данной группы. Формально ее можно выразить следующей формулой:



(7)

где: i – конкретная альтернатива;

Cn – это все множество альтернатив;

Cmn – множество уровней потребления.

Несмотря на привлекательность аналитических выражений обеих логит-моделей, у каждой из них есть существенный недостаток, возникающий из предположения о том, что все случайные ошибки являются независимыми. Это означает, что уровни полезности любых двух альтернатив независимы. Это предположение особенно уязвимо, если альтернативы очень похожи и мало различимы индивидами. Например, если бы существовало два тарифных плана с одинаковыми ценовыми характеристиками, но различавшихся только названиями. Естественно ожидалось бы, что высокая полезность одного тарифа подразумевает высокую полезность другого. Это означало бы, что отношение вероятности двух альтернатив не зависит от характеристик любой из других альтернатив. Тогда отношение вероятности выбора двух разных тарифов (a и b) имеет вид:



(8)

Данное соотношение должно выполняться независимо от того, является ли третий тариф идентичным тарифу a или b, или же представляет собой отличный от них, уникальный тарифный план. Данное свойство мультиномиальных моделей называется «независимостью нерелевантных (несущественных) альтернатив». Ослабление данного свойства приводит к более сложным в концептуальном и вычислительном отношении моделям. Поэтому в прикладной работе очень часто используется мультиномиальная логит-модель.

Метод оценивания обеих моделей классический для логистических регрессий – метод максимального правдоподобия.

### 3.2 Описание данных

Данные, необходимые для исследования, делятся на две группы: данные о тарифных планах и профили потребления абонентов. Начнем описание с информации о тарифах.

Как уже было сказано ранее, детальная информация о тарифных планах была предоставлена сотовым оператором. Массив представлял собой прейскуранты, разбитые по месяцам. В прейскурантах содержится информация о стоимости всех предоставляемых оператором услуг как физическим лицам, так и юридическим. Естественно, часть, посвященная услугам для бизнеса, автоматически была исключена из рассмотрения.

Услуги для физических лиц (звонки, SMS сообщения, мобильный интернет, ММS сообщения и прочие) делятся по территориальному признаку их использования. То есть, услугой воспользовались на территории Пермского края или на территории, обслуживания сети сотового оператора кроме Пермского края. В рамках данного исследования малочисленные звонки и SMS сообщения не из Пермского края были исключены в целях сокращения размерности данных.

Далее услуги делятся на исходящие и входящие. В связи с тем, что к 2012 году сотовые операторы почти полностью отказались от взимания оплаты с принимающей стороны (кроме услуг роуминга), стоимость входящих звонков и SMS сообщений на всех тарифах равна нулю. Именно поэтому, включение этой характеристики в данном случае нецелесообразно.

Последняя дифференциация происходит по направлениям связи: внутри сети, на номера фиксированной телефонной связи, на номера других сотовых операторов РФ и звонки в роуминге. Роуминг был исключен как направления из-за сложности учета такой ценовой схемы в модели.

Учитывая, все введенные предпосылки и сокращения выборки были получены тарифные планы для физических лиц с характеристиками услуг, оказанных на территории Пермского края. Количество характеристик тарифа было сведено к следующим: наличие абонентской платы, исходящие звонки и SMS сообщения по трем направлениям связи.

На первоначальном этапе, необходимо было систематизировать тарифы и собрать воедино их характеристики на всем временном промежутке. После этого были выбраны наиболее непохожие ценовые схемы из наиболее популярных тарифов. Таким образом появилась предпосылка о семи используемых тарифах. Приведем перечень и основные особенности данных тарифов в таблице.

Таблица 1.

Перечень и особенности тарифных планов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № тарифа | Название тарифа | Абонентская плата (руб./мес.) | Особенности |
| 1 | «Капитал Platinum» | нет | Дифференциация звонков по накопленной сумме в месяц (до 2500 руб.; свыше 2500 руб.) |
| 2 | «Радуга Фристайл» | нет | Дифференциация звонков по количеству минут в сутки (первые 5 минут; 6-я и последующие минуты) |
| 3 | «Пионер» | 45 | Дифференциация звонков по количеству минут соединения (1-я минута соединения; 2-я и последующие) |
| 4 | «Знатоки общения» | нет | Дифференциация звонков по количеству минут в сутки (первые 5 минут; 6-я и последующие минуты) |
| 5 | «Пять звезд» | 60 | Нет дифференциации стоимости звонков |
| 6 | «Союз» | 100 | Нет дифференциации стоимости звонков |
| 7 | «Семья Кнопкиных» | нет | Нет дифференциации стоимости звонков; новый тарифный план; новая ценовая стратегия |

Очевидно, что систематизация и унификация таких отличных друг от друга тарифов представляет собой отдельную практическую задачу.

Опишем данные о профилях потребления абонентов. Выборка состояла из 1000 пользователей, выбранных случайным образом из всех абонентов данного оператора в Пермском крае. После этого были отобраны 627 абонентов, использовавших в течение срока только приведенные в таблице 1 семь тарифных планов. Из 627 выбранных абонентов 28 сменили тарифный план в рассматриваемом периоде.

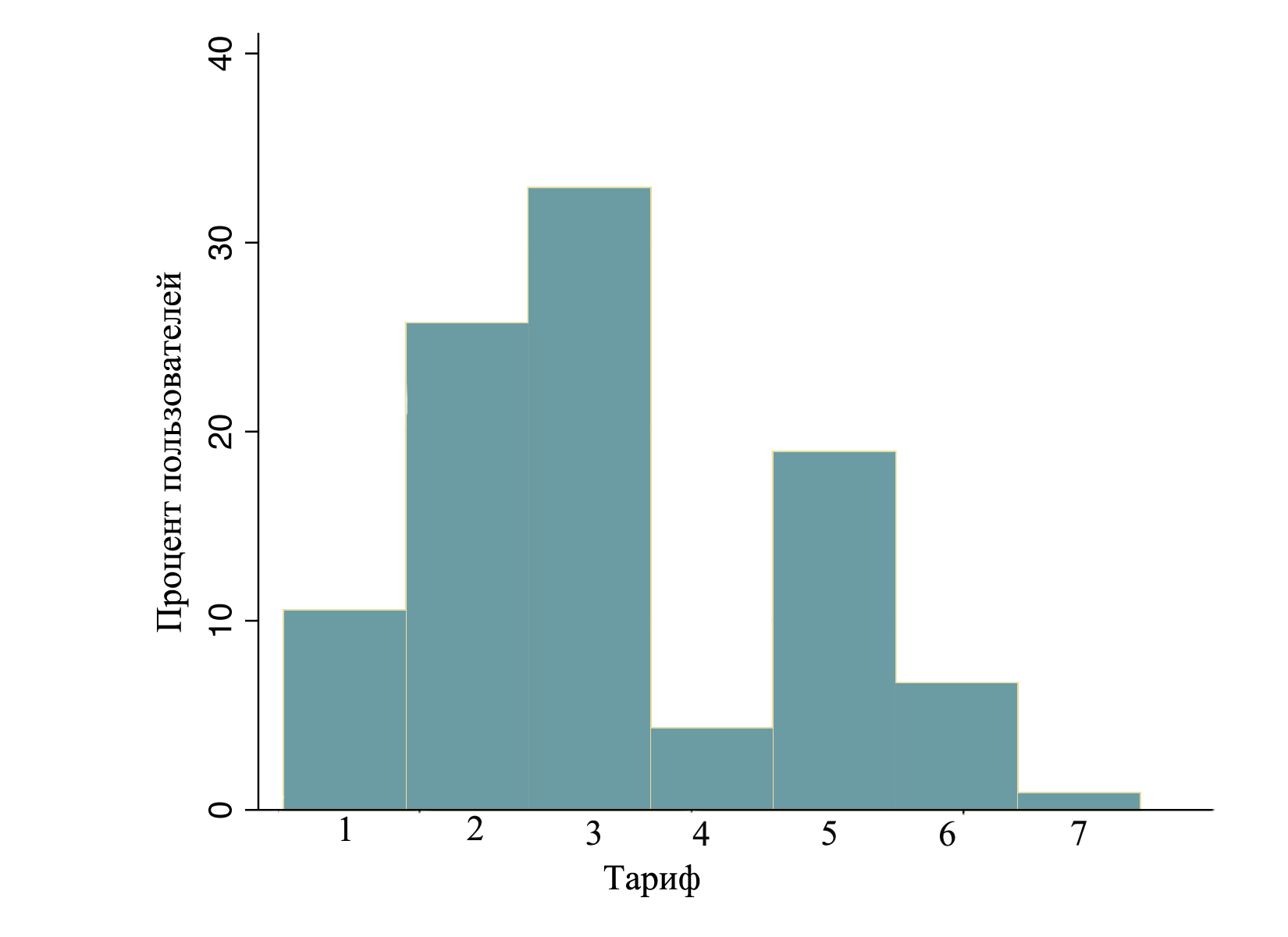
Вторая контрольная выборка состояла из 2000 абонентов. Из нее были отобраны 1266 абонентов, использовавших в течение срока только семь тарифных планов. 415 абонентов присутствуют в обеих выборках.

Основные описательные статистики базовой выборки приведены в таблице:

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Фактор | Среднее значение | Среднее квадратичное отклонение | Минимальное значение | Максимальное значение |
| Стоимость исходящих звонков внутри сети (руб./мес.) | 83,68 | 118,08 | 0 | 1303,50 |
| Длительность исходящих звонков внутри сети (сек./мес.) | 5612,64 | 9450,95 | 0 | 132719,00 |
| Количество исходящих звонков внутри сети (зв./мес.) | 58,00 | 84,09 | 0 | 1147,00 |
| Стоимость исходящих звонков на номера фиксированной связи (руб./мес.) | 8,92 | 21,89 | 0 | 318,60 |
| Длительность исходящих звонков на номера фиксированной связи (сек./мес.) | 372,14 | 1447,13 | 0 | 36910,00 |
| Количество исходящих звонков на номера фиксированной связи (зв./мес.) | 4,56 | 10,14 | 0 | 131 |
| Стоимость исходящих звонков на номера других операторов (руб./мес.) | 44,74 | 82,09 | 0 | 1194,80 |
| Длительность исходящих звонков на номера других операторов (сек./мес.) | 1128,47 | 2251,27 | 0 | 43486,00 |
| Количество исходящих звонков на номера других операторов (зв./мес.) | 14,38 | 26,26 | 0 | 348,00 |
| Стоимость исходящих SMS на номера других операторов (руб./мес.) | 5,51 | 29,12 | 0 | 784,80 |
| Количество исходящих SMS на номера других операторов (SMS./мес.) | 3,99 | 24,09 | 0 | 707,00 |
| Стоимость входящих SMS (руб./мес.) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Количество входящих SMS (SMS./мес.) | 77,11 | 106,62 | 0 | 1403,00 |

Большинство абонентов используют третий тарифный план (больше 30%), на втором месте по популярности второй тариф (больше 25%), а на третьем – тариф номер пять (20%). Распределение тарифов представлено на гистограмме.

Рис.2. Гистограмма распределения тарифный планов по использованию

### 3.3 Структура данных

Выбранные мультиномиальные модели для расчетов коэффициентов и других параметров предполагают специальную структуру используемых данных. Необходимо, чтобы в каждый момент времени для каждого индивида были рассчитаны затраты на каждую услугу сотовой связи по всем существующим альтернативам. То есть необходимо рассчитать, сколько бы потратил абонент на определенную услугу, если бы пользовался любым другим тарифным планом. Представим такую структуру для одного абонента в виде таблицы.

Таблица 3.

Структура данных для одного абонента.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер абонента | Номер месяца | Номер тарифа | Звонки внутри сети | … | SMS на номера других операторов |
| 1 | 1 | 1 | Расчетные затраты 1 | … | Расчетные затраты 1 |
| 1 | 1 | 2 | Расчетные затраты 2 | … | Расчетные затраты 2 |
| 1 | 1 | 3 | Расчетные затраты 3 | … | Расчетные затраты 3 |
| 1 | 1 | 4 | Расчетные затраты 4 | … | Расчетные затраты 4 |
| 1 | 1 | 5 | Расчетные затраты 5 | … | Расчетные затраты 5 |
| 1 | 1 | 6 | Расчетные затраты 6 | … | Расчетные затраты 6 |
| 1 | 1 | 7 | Расчетные затраты 7 | … | Расчетные затраты 7 |
| 1 | 2 | 1 | Расчетные затраты 8 | … | Расчетные затраты 8 |
| 1 | 2 | 2 | Расчетные затраты 9 | … | Расчетные затраты 9 |
| 1 | 2 | 3 | Расчетные затраты 10 | … | Расчетные затраты 10 |
| 1 | 2 | 4 | Расчетные затраты 11 | … | Расчетные затраты 11 |
| 1 | 2 | 5 | Расчетные затраты 12 | … | Расчетные затраты 12 |
| 1 | 2 | 6 | Расчетные затраты 13 | … | Расчетные затраты 13 |
| 1 | 2 | 7 | Расчетные затраты 14 | … | Расчетные затраты 14 |
| … | … | … | … | … | … |
| 1 | 11 | 7 | Расчетные затраты 77 | … | Расчетные затраты 77 |

Таким образом, каждому из тысячи абонентов соответствует 77 строк, по семь тарифов в каждом месяце.

Подчеркнем, что для каждого абонента в каждом месяце 6 из 7 строк являются расчетными: это объем затрат, которые бы понес абонент, имея в данном месяце соответствующий тарифный план при том же объеме потребления. Для их расчета предлагается использовать следующую методику (Мищенко, 2014).

Значения исчисляются на основе данных о потреблении, по формулам, сконструированным отдельно для каждого тарифа. Если цена по тарифному плану начисляется линейно и нет дополнительных дифференциаций стоимостей, то с вводом ее в расчеты не возникает никаких проблем – стоимость берется за единицу. Примером такого тарифа является седьмой тарифный план «Семья Кнопкиных».

Однако в случае, двухчастного тарифа, абонентская плата может распределятся различными способами. Для простоты рассмотрим данный вопрос на конкретном примере, а именно на пятом тарифе «Пять звезд».

По данному тарифу существует фиксированная абонентская плата в месяц и нет дифференциации стоимости услуг ни по накопленной сумме, ни по количеству. Вопрос состоит в том, что бы правильно распределить абонентскую плату по услугам. Очевидно, что абонент, который не пользуется SMS сервисом, рассматривает данную сумму как оплату только за голосовые звонки. Поэтому, логично предположить, что абонентская плата распределяется между услугами согласно структуре использования. В таком случае, расчет стоимости для каждой услуги выражается следующей формулой:

(9)

где: – затраты i-го абонента в момент времени t по тарифу j;

– размер абонентской платы в момент времени t по тарифу j;

– количество минут/SMS использованных абонентом;

– цена за единицу (минуту/сообщение) k-й услуги.

Согласно исследованию (Lambrecht & Skiera, 2006) при переходе с одно типа тарифного плана на другой структура потребления может сильно измениться. По их подсчетам, отклонение составляет от 29,3% до 46,4% при переходе от линейной тарификации к двухчастной. В нашем случае такие изменения уже учтены, так как рассчитываются в каждый момент времени заново.

При наличии дифференциации расчет в формуле 8 значительно усложняется. Поэтому было решено расчет производить по средним параметрам. Например, для тарифа номер 2, если среднее в течение месяца количество истраченных минут в сутки менее пяти, то стоимость каждой берется по цене первых пяти минут согласно ценовой схеме. Если же среднее значение больше пяти минут в сутки, то каждые 150 минут (пять минут в сутки за период 30 дней) рассчитываются по цене первых пяти минут, а все остальное по цене шестой и каждой последующей. По такому же принципу производится расчет и для остальных типов дифференциации стоимости. Конечно, такие предположения дают достаточно грубый расчет, именно поэтому моделирование цены для данной модели является не тривиальным вопросом и требует дополнительных исследований.

## Результаты и ограничения исследования

В ходе работы были оценены 3 типа моделей. Conditional logit – модель, не учитывающая коэффициент мобильности, mixed logit, которая учитывает личностные характеристики и моделирует одномоментное принятие решения и последняя nested logit – для двухшаговой структуры выбора. В качестве базового тарифа, относительно которого будут делаться выводы был выбран тарифный план №7 - «Семья Кнопкиных». Такой выбор объясняется тем, что данный тариф был новым на тот период времени, и к тому же он обладает уникальными характеристиками и представляет собой пример классического линейного ценообразования. Именно поэтому интерпретация относительно него является наиболее интересной.

К тому же, после оценки остатки модели были гетероскедастичными, поэтому стандартные отклонения были скорректированы. Робастные оценки параметров моделей, рассчитанные на базе статистического пакета Stata, представлены в таблице.

Таблица 4.

Оценки параметров моделей.



Как видно из оценок моделей, двухшаговая процедура выбора тарифа уступает другим по значимости ключевых коэффициентов. Значимы только три параметра и только один из которых на однопроцентном уровне значимости. Однако параметры в разрезе моделей имею одинаковые знаки, что подтверждает их релевантность.

Очевидно, что сделать выбор в пользу той или иной модели невозможно только на основании значимости переменных. Поэтому представим значения информационных критериев.

Таблица 5.

Информационные критерии.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | clogit | clogit2 | mixedlogit | mixedlogit2 | nestedlogit |
| AIC | 22212.78 | 22244.88 | **21544.57** | 21567.62 | 25874.78 |
| BIC | 22318.2 | 22332.72 | **21702.69** | 21708.18 | 25953.85 |

Для проверки гипотезы независимости нерелевантных альтернатив (IIA) был использован тест Хаусмана. Расчеты показали, что 3 из 7 альтернатив удовлетворяют данной гипотезе. Такой результат объясняется тем, что тарифный планы неотличимы для абонентов, а так же тем, что в конечной выборке только 28 человек сменили тарифный план.

Устойчивость полученных результатов была проверена на выборке большего объема. Первоначальная выборка включала 2000 абонентов. Из нее были отобраны 1266 абонентов, использовавших в течение срока только семь тарифных планов. Оценка той же модели на другой выборке также позволяет оценить ее качество. Различие в коэффициентах означает слабую описательную силу модели. Такой подход достаточно распростарнен среди современных экономестрических исследований.

Результаты оценивания mixedlogit модели (отношения шансов) на разных выборках представлены в таблице 8.

Таблица 6.

Сравнение оценок моделей.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Базовая модель | Оценки на большей выборке |
|  | Odds ratio | Odds ratio |
| call\_1p | 1.000021 \*\*\* | 1.000017 \*\*\* |
| call\_2p | 0.9999198 \*\*\* | 0.9999108 \*\*\* |
| call\_3p | 1.000002 | 0.9999676 \*\*\* |
| sms\_1p | 1.003252 \*\*\* | 1.003088 \*\*\* |
| sms\_2p | 0.9916735 \* | 0.9924705 |
| sms\_3p | 1.005188 | 1.00461 |
| Tariff1 | 5.476 \*\*\* | 23.5248 \*\*\* |
| Tariff2 | 28.852 \*\*\* | 127.2649 \*\*\* |
| Tariff3 | 49.489 \*\*\* | 223.7163 \*\*\* |
| Tariff4 | 8.575 \*\*\* | 23.89866 \*\*\* |
| Tariff5 | 20.569 \*\*\* | 66.34529 \*\*\* |
| Tariff6 | 5.314 \*\*\* | 17.37051 \*\*\* |
| t1Xmob | 1.227008 \*\*\* | 1.184987 |
| t2Xmob | 0.9827228 | 0.6529836 \*\*\* |
| t3Xmob | 0.8603495 \*\*\* | 0.4551424 \*\*\* |
| t4Xmob | 0.6899002 \*\*\* | 0.4165226 \*\*\* |
| t5Xmob | 0.9585737 | 0.7398918 \* |
| t6Xmob | 1.090832 \* | 0.9985476 |
| AIC | 21544.57 | 36369.55 |
| BIC | 21702.69 | 36537.59 |

Значимые переменные сохранили знаки, что свидетельствует о релевантности полученных оценок.

Предсказанные вероятности выбора тарифного плана распределились следующим образом.

Таблица 7.

Предсказанные вероятности.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | «Капитал Platinum» | «Радуга Фристайл» | «Пионер» | «Знатоки общения» | «Пять звезд» | «Союз» | «Семья Кнопкиных» |
| Вероятность выбора | 10,2% | 26,0% | 32,6% | 4,3% | 19,2% | 6,8% | 0,9% |

Таким образом, на основании информационных критериев, значимости параметров модели и анализа устойчивости коэффициентов была выбрана наилучшая - mixedlogit.

Данный выбор означает, что такая модель лучше описывает имеющийся массив данных, а значит, есть основания полагать, что процедура выбора тарифного плана схожа с данной моделью. После выбора модели возможна ее последующая интерпретация.

*Анализ выдвинутых гипотез*

**Гипотеза №1,** о том, что процедура выбора является двухшаговой **отвергается.** Расчеты доказывают, что абоненты не различают тарифы по типам, а изначально выбирают из всего множества тарифных планов, руководствуясь ожиданиями относительно своего будущего потребления и своим представлением относительно выгодности тарифного плана. Такой результат противоречит исследованиям (Narayanan, Chintagunta, Miravete, 2007), однако, может быть объяснен современной структурой олигополистического рынка.

**Гипотеза №2** о том, что популярность тарифов с поминутной тарификацией более чувствительна к изменениям стоимости единицы услуг **подтвердилась**. Это означает, что люди при использовании двухчастного тарифа в меньшей степени реагируют на изменение цены конкретной услуги;

**Гипотеза №3** о том, что изменение цены на услуги внутри сети оказывают большее влияние на решение о смене тарифного плана, чем другие направления **не подтвердилась**. По расчетам модели, стоимость звонков внутри сети не является самым значимым показателем при выборе тарифного плана. Наиболее значимым фактором являются звонки на номера фиксированной телефонной связи. Такой результат объясняется отчасти тем, что компания «Ростелеком» предоставляет на пермском рынке помимо услуг сотовой связи, услуги установки и использования стационарного телефона. И именно поэтому, стоимость звонков с мобильного телефона на стационарный намного ниже, чем у конкурентов (приравнена к звонкам внутри сети). Возможно, именно этот фактор является решающим при первоначальном выборе сотового оператора, а не популярность провайдера среди близкого круга общения, как предполагалось ранее.

**Гипотеза №4**, связаная с мобильностью, **не подтвердилась**. По оценкам модели можно сделать вывод, что, чем более мобилен человек в плане территориального передвижения, тем менее он склонен выбирать тариф с абонентской платой. Данный феномен сложно объяснить логически, кроме как низким качеством оценки данного параметра. Напомним, что в качестве меры мобильности абонента был взят самый простой из возможных коэффициентов. Используемый коэффициент мобильности имеет множество ограничений и возможностей для критики, возможно, именно низкое качество данного показателя привело к столь неожиданным результатам.

*Ограничения исследования*

Данная работа, имеет ряд ограничений. Многие из них открывают возможности для дальнейших исследований, однако, есть и такие, ослабление которых представляется невозможным.

Во-первых, в работе введены достаточно жесткие предпосылки, относительно количества доступных услуг и сотовых операторов, наличия транзакционных издержек и количества используемых тарифных планов. Многие предпосылки имеют теоретическое обоснование, однако некоторые предпосылки носят вынужденный характер и введены по причине недостаточности данных.

Во-вторых, в работе отсутствует анализ каких-либо демографических характеристик абонента. Данное ограничение связано со спецификой продажи сим-карт, когда данные о реальном возрасте, поле или доходе не верифицируются. К тому же, часто фактический пользователь не является юридическим обладателем номера. Именно поэтому учет демографических характеристик на данном этапе представляется невозможным.

В-третьих, разработанный коэффициент мобильности имеет множество ограничений, описанных во второй главе, и нуждается в дальнейшем усовершенствовании. Например, в будущем возможно ввести в расчет расстояние между используемыми базовыми станциями.

В-четвертых, ограничением является проблема эндогенности в данных. Действительно, сложно определить, что первично: изменение структуры потребления или смена тарифного плана. Иными словами, абонент мог сменить тариф, потому что ожидал изменения профиля своего потребления, или же его поведение изменилось под действием новых условий тарификации. Данное ограничение можно ослабить использованием инструментальных переменных, в частности, лаговыми значениями переменных, как было описано в предыдущих исследованиях (*Choi, Fisman,* 2007), *(Miravete,* 2012) и др.

## Заключение

В условиях высокой конкуренции на рынке мобильной связи, а так же высокой степенью лояльности потребителей, сотовым операторам становится все сложнее удерживать существующих и привлекать новых клиентов тарифными планами. Для выпуска нового тарифа, который мог бы стать интересным потенциальным клиентам, необходимо в мельчайших подробностях изучить принципы принятия решения о смене тарифа со стороны потребителей. Прикладные вопросы, решение которых позволило бы разработчикам тарифов использовать более эффективные стратегии ценообразования, представляют собой огромное поле для эмпирических исследований.

**Главной задачей** исследования было определить, каким образом происходит выбор тарифного плана, и какие факторы влияют на этот выбор в большей степени.

В работе представлен **анализ исследований** в данной области и на его основе сформулированы предпосылки и гипотезы данного исследования.

Отдельной технической задачей была **работа по систематизации и анализу данных**, которые были предоставлены компанией ОАО «Ростелеком», одним из крупнейших сотовым оператором в Пермской крае. Массив делится на две группы: данные о тарифных планах и профили потребления абонентов.

Данные по тарифам представляли собой прейскуранты, разбитые по месяцам. В прейскурантах содержится информация о стоимости всех предоставляемых оператором услуг как физическим лицам, так и юридическим.

Учитывая, все введенные предпосылки и сокращения выборки были получены тарифные планы для физических лиц с характеристиками услуг, оказанных на территории Пермского края. Были выделены следующие основные характеристики тарифов: наличие абонентской платы, исходящие звонки и SMS сообщения по трем направлениям связи. При расчетах альтернативных затрат абонентов использовались результаты предыдущей работы автора (Мищенко, 2014).

Выборка профилей потребления состояла из 1000 пользователей, выбранных случайным образом из всех абонентов данного оператора в Пермском крае. После этого были отобраны 627 абонентов, использовавших в течение срока только заявленные семь тарифных планов. 28 из них сменили тарифный план в рассматриваемом периоде.

Для учета интенсивности территориального передвижения абонентов в работе предложен **индекс мобильности**, в расчете которого использовались данные о количества используемых базовых станций.

Для того, чтобы ответить на поставленные исследовательские вопросы на имеющихся данных были **оценены две экнометрические** модели, описывающие разные принципы принятия решения и одна базовая для сравнения результатов модели.

Пошаговая структура выбора предполагает, что абонент изначально определяется с типом своего потребления, например, активный он пользователь или нет, и в соответствии с этим, решает на каком множестве тарифов остановиться. Будет ли это подмножество двухчастных тарифов, предполагающих наличие абонентской платы и оплату за единицу потребления, или подмножество тарифов, у которых отсутствует абонентская плата. Вторым шагом для абонента является выбор конкретного тарифа из уже выбранного подмножества. При одновременном принятии решения, абоненты не различают тарифы по типам, а изначально выбирают из всего множества всех тарифных планов.

Оценка моделей производилась на базе пакета статистического анализа Sata. На основании информационных критериев, значимости параметров модели и оценки устойчивости коэффициентов на большей выборке (1266 абонентов) была выбрана наилучшая – Mixed logit. Данный выбор означает, что такая модель лучше описывает имеющийся массив данных, а значит, есть основания полагать, что процедура выбора тарифного плана соответствует способу моделирования.

Следующим этапом была **проверка гипотез** и **интерпретация результатов**.

Гипотеза №1, о том, что процедура выбора является двухшаговой отвергается. Расчеты доказывают, что абоненты не различают тарифы по типам, а изначально выбирают из всего множества тарифных планов. Такой результат противоречит исследованиям (Narayanan, Chintagunta, Miravete, 2007), однако, может быть объяснен современной структурой олигополистического рынка.

Гипотеза №2 о том, что популярность тарифов с поминутной тарификацией более чувствительна к изменениям стоимости единицы услуг подтвердилась. Это означает, что люди при использовании двухчастного тарифа в меньшей степени реагируют на изменение цены конкретной услуги;

Гипотеза №3о том, что изменение цены на услуги внутри сети оказывают большее влияние на решение о смене тарифного плана, чем другие направления не подтвердилась. По расчетам модели, стоимость звонков внутри сети не является самым значимым показателем при выборе тарифного плана. Наиболее значимым фактором являются звонки на номера фиксированной телефонной связи.

Гипотеза №4, связанная с мобильностью, не подтвердилась. По оценкам модели можно сделать вывод, что, чем более мобилен человек в плане территориального передвижения, тем менее он склонен выбирать тариф с абонентской платой.

В работе обсуждаются возможные причины таких результатов.

К **ограничениям** работы можно отнести достаточно жесткие предпосылки, относительно количества доступных услуг и сотовых операторов, наличия транзакционных издержек и количества используемых тарифных планов.

Также в работе отсутствует анализ каких-либо демографических характеристик абонента. Данное ограничение связано со невозможностью верификации таких данных.

К тому же, разработанный коэффициент мобильности имеет множество ограничений, и нуждается в дальнейшем усовершенствовании. Например, в будущем возможно ввести в расчет расстояние между используемыми базовыми станциями.

Еще одним ограничением является проблема эндогенности в данных. Данное ограничение можно ослабить использованием инструментальных переменных, а в частности, лаговыми значениями переменных, как было описано в предыдущих исследованиях (*Choi, Fisman,* 2007), *(Miravete,* 2012) и др.

Многие из перечисленных ограничений открывают возможности для дальнейших исследований, однако, есть и такие, ослабление которых представляется невозможным на данном этапе.

## Список использованной литературы

Статьи:

1. *Шандор З*. (2009) “Мультиномиальные модели дискретного выбора” // Квантиль. №7, стр. 9-19.
2. *Bakman Y., Panfilov* *V*. (2009*)* “The Cellular Communication Market in Russia: From Extensive to Intensive Development” // Industries and interindustry complex. Vol.19, pp. 465–480.
3. *Choi S., Fisman R., Gale D., Kariv S.* (2007) “Consistency and Heterogeneity of Individual Behavior under Uncertainty” // American Economic Review. Vol. 97, pp. 1921-1938.
4. *Clay K.B., Sibley D.S., Srinagesh P.* (1992) “Ex Post vs. Ex Ante Pricing: Optional calling plans and tapered tariffs” // Journal of regulatory economics. Vol. 4, pp. 115-138.
5. *Globerman S., Stanbury W. T.,* (1986) “Changing the Telephone Pricing Structure: Allocative, Distributional and Political Considerations” // Canadian Public Policy. Vol. 12, pp. 214-226.
6. *Huang C.* (2008)“Estimating demand for cellular phone service under nonlinear pricing” // Quant Market Econ. Vol 6, pp. 371-413.
7. *Kim Y., Telang R., Vogt W., Krishnan R.* (2010) “An Empirical Analysis of Mobile Voice Service and SMS: A Structural Model” // Management of science. Vol. 56, pp. 234-252.
8. *Kim J.* (2012) “Dynamic Switching Decisions of Consumers in the Cellular Service Industry” // Journal of Business & Economic Statistics.
9. *Lambrecht A., Seim K., Skiera B.* (2007)“Does Uncertainty Matter? Consumer Behavior under Three-Part Tariffs” // Marketing Science. Vol. 26 pp. 698-710.
10. *Lambrecht A., Skiera B.* (2006) “Paying Too Much and Being Happy about It: Existence, Causes, and Consequences of Tariff- Choice Biases” // Quant Market Econ. Vol. 43, pp. 212-243.
11. *Miravete E.* (2002) “Estimating Demand for Local Telephone Service with Asymmetric Information and Optional Calling Plans” // The Review of Economic Studies. Vol. 69, pp. 943-971.
12. *Miravete E.* (2012) “Choosing the Wrong Calling Plan? Ignorance and Learning” // American Economic Review. Vol. 93, pp. 297-310.
13. *Narayanan S., Chintagunta P., Miravete E*. (2007) “The role of self selection, usage uncertainty and learning in the demand for local telephone service” // Quant Market Econ. Vol. 5, pp. 1-34.
14. *Nevo A*. (2001) “Measuring Market Power in the Ready-to-Eat Cereal Industry” **//** Econometrica. Vol. 69, pp.307-342
15. *Nunes J.* (2000).“A Cognitive Model of People's Usage Estimations” // Journal of Marketing Research , рр. 397-409*.*
16. *Takanori I., Toshifumi K.* (2008) “Discrete choice model analysis of mobile telephone service demand in Japan”// Empir Econ. Vol. 36, pp.65-80.
17. *Thaler R.* (1985). “Mental accounting and consumer choice” // Marketing science , рр. 199-214.
18. *Train K.E.* (1991). “Optimal Regulation: the economic theory of natural monopoly” // Cambridge MIT Press.
19. *Wright J.* (2002) “Access Pricing under Competition: An Application to Cellular Networks” // The Journal of Industrial Economics. Vol. 50, pp. 289-315.

Книги:

1. *Вербик М.* (2008) Путеводитель по современной эконометрике, Библиотека Солев, Научная книга, Москва.
2. *Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пресецкий А.А.,* (2004) Эконометрика начальный курс, АНХ при Правительстве РФ, Дело, Москва.
3. *Ben-Akiva M., Lerman S. R.* (1985) Discrete choice analysis, The MIT Press, London
4. Электронные ресурсы:*Cameron A.C., Trivedi P.K*. (2009)Microecomonetrics using Stata, A Stata Press Publication, Stata Corp LP, Texas.
5. *Long J.S., Freese J.* (2001) Regression models for categorical dependent variables using Stata, A Stata Press Publication, Stata Corp LP, Texas.

Электронные ресурсы:

1. *Соломатин Е.* (2012 г.). Что в реальности творится на рынке мобильной связи. Получено из Хабрахабр: <http://habrahabr.ru/company/beeline/blog/144944/>
2. Сервис подбора тарифного плана мобильной связи. (2012). Подбор тарифа. Получено из Tarifer: <http://www.tarifer.ru>

Конференции:

1. *Мищенко П*. (2014) “К вопросу о выборе оптимального тарифного плана сотовой связи”. Экономика и финансы: сборник работ первой межвузовской научно-практической студенческой конференции по проблемам экономичского развития, апрель, 2013. НИУ ВШЭ – Пермь, Пермь, стр. 151-160.

## Приложение 1

Оценки регрессии в формате отношения шансов

## Приложение 2

Оценки модели в формате отношения шансов на расширенной выборке



## Приложение 3

