

Моделирование потребительских предпочтений на московском рынке смартфонов методом совместного анализа

Наталья Валерьевна Звездина^а,
Александр Сергеевич Сорокин^б

^а Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия;

^б Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, г. Москва, Россия

Как и для любой другой сферы экономики, для рынка смартфонов справедлив постулат: «спрос рождает предложение». В условиях роста уровня компьютеризации общества, развития интернет-технологий, увеличения степени проникновения Интернета в домашние хозяйства, повышения мобильности населения, развития малого и среднего бизнеса возникает необходимость оперативной вовлеченности индивида в рабочие и повседневные жизненные процессы. В свою очередь развитие технологий требует расширения функций технических устройств.

Задачу изучения предпочтений продукта или услуги можно решить с помощью одного из методов изучения реакции потребителей - так называемого совместного анализа (conjoint analysis). Данная статья является продолжением серии статей на тему применения совместного анализа. Для демонстрации алгоритма и особенностей проведения исследования, интерпретации полученных результатов авторы используют материалы, полученные в ходе анализа рынка смартфонов. В ранее опубликованных статьях был подробно описан этап подготовки данного исследования, охарактеризованы выборка респондентов, статистика ответов на опросник, а также алгоритм проведения совместного анализа с технической точки зрения. В частности, была описана разработка программного кода для реализации алгоритма совместного анализа на встроенном языке программы IBM SPSS Statistics с использованием синтаксиса команд.

Целью данной статьи является демонстрация пошагового алгоритма совместного анализа как одного из методов статистической обработки данных на примере результатов проведенного авторами опроса потребителей смартфонов. Авторы определили суть совместного анализа, его преимущества и недостатки как статистического метода, описали алгоритм предварительной обработки исходных данных, на основе проведенного совместного анализа представили интерпретацию результатов исследования. Особое внимание в статье уделяется анализу и аргументации выбора модели частной полезности, а также оценке ее параметров.

Результаты данной статьи могут быть использованы в практической деятельности специалистами в области статистической обработки информации, а также экспертами рынка информационных технологий. В дальнейшем авторы планируют публикацию статьи теоретического содержания, где основной упор будет сделан на характеристике особенностей применения совместного анализа и классификации подходов к реализации концепции на практике.

Ключевые слова: Интернет, смартфон, информационные технологии, мобильные устройства, интернет-технологии, статистическое наблюдение, моделирование, опрос, совместный анализ.

JEL: C9, C92, C93, M31.

Для цитирования: Звездина Н.В., Сорокин А.С. Моделирование потребительских предпочтений на московском рынке смартфонов методом совместного анализа. Вопросы статистики. 2018;25(12):28-39.

Modeling Consumer Preferences on the Moscow Smartphone Market Using the Method of Conjoint Analysis

Natalya V. Zvezdina^a,
Alexander S. Sorokin^b

^a National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia;

^b Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

The statement that demand creates its own supply rings true for the smartphone market as well as for any other sector of the market economy. With computerization level of society growing, Internet-based technology advancing, with the increase in Internet penetration of households, growing population mobility and the development of small and medium-sized enterprises, it has become important for an individual to have operative engagement into daily interactions and activities. On the other hand, the development of technologies also requires new advanced features of technical devices.

Preference evaluation of goods or services can be done using one of market research techniques – conjoint analysis. This article continues the series on applying the conjoint analysis technique. To demonstrate the algorithm, features of conducting and interpreting results obtained, the authors use the study results of the smartphone market. The published results of the previous studies provided a detailed description of their preparation stages, described the sample size, statistics of response for a questionnaire, and algorithms from conjoint analysis technique. In particular, it outlines writing source code for the conjoint analysis algorithm using IBM SPSS Statistics command syntax language.

The purpose of this article is to demonstrate a step-by-step algorithm for conjoint analysis as one of the methods for statistical data processing, based on smartphone consumers survey, conducted by the authors. The article briefly presents the essence of the conjoint analysis, its advantages and disadvantages as a statistical method, the algorithm for preliminary processing of initial data. The authors developed a conjoint analysis and given detailed interpretation of its results. Special attention deserves the analysis and reasoning behind the choice of private utility model, as well as the evaluation of its parameters.

The findings, presented in this article, can be used by experts in statistical data processing and IT market experts. In the future, the authors plan to publish a theoretical article focusing on outlining the essence of the conjoint analysis, its application and operationalization approaches.

Keywords: Internet, smartphone, information technology, mobile devices, Internet technology, statistical observation, modeling, survey, conjoint analysis.

JEL: C9, C92, C93, M31.

For citation: Zvezdina N.V., Sorokin A.S. Modeling Consumer Preferences on the Moscow Smartphone Market Using the Method of Conjoint Analysis. *Voprosy statistiki*. 2018;25(12):28-39. (In Russ.)

Введение

В настоящее время интернет-технологии глубоко проникли в жизнедеятельность человека. Особенно это актуально для больших городов и мегаполисов. Внедрение информационных технологий в повседневную жизнь человека обусловлено как воздействием государственной политики в области нововведений, так и активной деятельностью коммерческих организаций. Все большая часть жизнедеятельности человека становится связанной с интернет-средой: покупки, банкинг, обучение, трудоустройство на условиях удаленного доступа и т. п. Пользователи интернет-ресурсов почти сразу реагируют на новые онлайн-сервисы производителей товаров и услуг. Наличие и качество таких сервисов влияют на конкурентоспособность компаний [1].

Рынок смартфонов очень насыщенный и конкурентный, производители постоянно выпускают новые модели в борьбе за «своего» лояльного покупателя. Именно поэтому данный рынок был выбран авторами для анализа. Проведенное исследование свидетельствует о том, что рынок смартфонов продолжает демонстрировать положительную динамику. Более частое использование смартфона по сравнению с другими электронными устройствами (планшет, ноутбук, компьютер) объясняется в большей степени возможностью выхода с его помощью в Интернет и небольшими габаритами [2].

Согласно результатам проведенного авторами исследования, а также мнению экспертов, на

дальнейший рост рынка смартфонов будут оказывать влияние следующие факторы:

- вытеснение обычных мобильных телефонов смартфонами;
- среднее время использования смартфона (2-3 года) одним потребителем;
- расширение функций смартфонов;
- участие компаний - операторов сотовой связи в развитии рынка смартфонов [2].

В ранее опубликованной статье авторами были подробно представлены и интерпретированы характеристики выборки респондентов, их социально-демографический профиль, характер использования смартфона, а также проведен анализ факторов, влияющих на выбор смартфонов потребителями. Была установлена статистическая взаимосвязь между частотой обновления смартфона и такими характеристиками потребителя, как пол, срок его пребывания в Москве, а также возраст и уровень занятости. Кроме того, было выявлено, что наиболее значимыми переменными, оказывающими влияние на срок пользования смартфоном, являются уровень занятости, возраст и семейное положение респондента [2, 3].

С одной стороны, развитие инновационных технологий способствует появлению новых сфер применения электронных устройств. С другой - любой рынок призван удовлетворять спрос, предъявляемый потенциальными потребителями. Такой спрос формируется исходя из индивидуальных предпочтений отдельных категорий граждан. Выявить предпочтения потребителей, оценить

важность и полезность характеристик товаров, смоделировать поведенческий выбор покупателей можно при помощи специального метода моделирования - совместного анализа (*conjoint-analysis*).

Совместный анализ как метод исследования впервые появился в США в конце 60-х - начале 70-х годов XX века. Первая публикация в этой области была в 1964 г. в журнале «Математическая психология» - совместная статья психолога Р.Д. Льюиса и статистика Дж.У. Тьюки [4]. После применения этого метода в исследованиях П. Грина и В. Рао совместный анализ стал основным инструментом в западных странах для изучения ценовой чувствительности и предпочтений потребителей [5]. В России прототипом совместного анализа стал метод функционально-стоимостного анализа (ФСА). ФСА получил свое развитие еще во время Великой Отечественной войны, когда возникла необходимость замены материалов на более дешевые и менее дефицитные при условии сохранения основных свойств деталей. Методология ФСА была полномасштабно представлена в труде «Справочник по функционально-стоимостному анализу» под редакцией М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчикова в 1988 г. Согласно авторской терминологии, «функционально-стоимостной анализ - метод комплексного системного исследования функций объектов, направленный на обеспечение общественно необходимых потребительских свойств объектов и минимальных затрат на их проявления на всех этапах их жизненного цикла» [6].

В современной интерпретации совместный анализ стал применяться лишь во второй половине 1990-х годов. По своему назначению он относится к методам выявления потребительских предпочтений, с помощью которых можно получить численно оцененную модель полезности товара или услуги для потребителей [7].

Задача совместного анализа - изучение реакции потребителей на различные сочетания свойств товара, что позволяет качественно улучшить оперативное управление и планирование как внутри организации, так и на рынке в целом.

Совместный анализ опирается на концепцию мультиатрибутивного товара, которая заключается в том, что покупатель ищет не товар или услугу, а решение проблемы с помощью этого товара или услуги. Основные положения концепции мультиатрибутивного товара следующие:

- выбор направлен не на товар, а на пользу, которую он приносит потребителю;

- одна и та же потребность может быть удовлетворена разными товарами;

- каждый товар можно охарактеризовать совокупностью атрибутов или свойств;

- один товар может удовлетворять разные потребности потребителя [7-10].

С учетом нетривиальности возникающих задач и способов их решения авторы считают вполне приемлемым использовать метод совместного анализа в своем исследовании, что требует его дополнительного изучения и освещения результатов его применения на практике.

Цель и задачи исследования

Авторы провели совместный анализ на основе результатов исследования, осуществленного в марте 2016 г. и выявившего предпочтения пользователей смартфонов г. Москвы и Московской области, имеющих постоянную работу/учебу в г. Москве.

Предметом исследования являлись количественные закономерности, оказывающие влияние на выбор продукта жителями г. Москвы и Московской области. По мнению авторов, в этих субъектах Российской Федерации находится основной пласт потребителей изучаемого продукта, информационных технологий, «законодателей» модных тенденций, способных влиять на предпочтения большинства.

В рамках исследования авторами были определены факторы, оказывающие влияние на выбор потребителями функций смартфона, а также цели его использования. Результаты статистически подтверждают наличие взаимосвязи между показателями частоты обновления смартфона и продолжительностью его использования, с одной стороны, и социально-демографическими характеристиками респондента (пол, возраст, уровень образования, уровень занятости, семейное положение, характер и срок пребывания в г. Москве) - с другой.

При проведении исследования были использованы следующие методы: элементы кабинетного исследования (сбор информации о рынке: игроки, цены, продукты и т. п.), анкетирование с помощью платформы Google Forms. Информационной базой исследования послужили материалы Федеральной службы государственной статистики (Росстат), аналитических и консалтинговых компаний, специализированных периодических изданий, научные статьи, результаты проведенного авторами опроса.

Оценка попарных взаимосвязей различных факторов с характеристиками смартфона была проведена с помощью таблиц сопряженности. Эта методика анализа не в состоянии учесть одновременное влияние нескольких факторов, тогда как в реальности именно так и происходит. Данный факт обуславливает необходимость реализации алгоритмов совместного анализа [7, 9].

Цель проведения совместного анализа на базе полученной информации – оценка потребительских предпочтений пользователей смартфонов. В этой связи были поставлены и решены следующие задачи:

- определены первоочередные характеристики (атрибуты) смартфонов, влияющие на выбор покупателей;
- разработан неполный ортогональный план исследования на основе выделенных атрибутов;
- методом дисперсионного анализа исследования статистическая зависимость средних оценок потребителей от характеристик смартфонов;
- определены модели частных функций полезности для выбранных атрибутов;
- рассчитаны оценки параметров частных функций полезности для атрибутов;
- дана интерпретация полученным результатам и рассчитаны оценки параметров общей модели полезности при выборе смартфона.

Методика исследования

Методика проведенного исследования включает несколько этапов.

Выбор атрибутов. Для выявления потребительских предпочтений методом совместного анализа на основе экспертного опроса были выделены четыре ключевых атрибута (каждый из которых имеет по три уровня), влияющих на общую полезность смартфона для потребителя:

1. Операционная система:

- iOS – операционная система компании Apple. Используется только для продукции данной компании;
- Android – операционная система, разработанная компанией Google. Используется для установки на продукцию широкого круга компаний: Samsung, Sony, HTC, Intel и т. д.;
- Windows Phone – операционная система, разработанная компанией Microsoft. Устанавливается на смартфоны бренда Nokia.

Выбор операционной системы является определяющим при покупке смартфона. От этого параметра зависит набор возможных приложений, удобство их использования.

2. Материал корпуса: пластик, сталь, алюминий. Этот параметр влияет не только на надежность и физическую прочность, но и на имидж модели, восприятие ее окружающими.

3. Разрешение основной камеры: 5, 13 и 20 мегапикселей (Мп). Значительная доля обладателей смартфонов использует встроенную камеру для фото- и видеосъемки, чтобы только что снятые фото и видео можно было бы сразу же опубликовать в социальных сетях. В связи с использованием смартфонов для фото появился такой термин, как «селфи», который означает «фото самого себя». Среди фотографий, публикуемых в социальных сетях, доля «селфи» довольно велика. Это явление – «селфи», набрало такую популярность, что у смартфонов добавлена даже специальная функция, которая облегчает процесс фотосъемки и улучшает качество фотографии. В связи с этим важность такого параметра, как разрешение камеры, не вызывает сомнения.

4. Диагональ экрана в дюймах: 4", 5", 6". Этот параметр важен для всех приложений, работающих с графикой (фото, видео и т. д.).

Выбранные атрибуты удовлетворяют всем требованиям, которые предъявляются в рамках совместного анализа. Они важны для потребителей и их можно отнести к решающим при выборе смартфона. Корреляция между атрибутами отсутствует. Все выбранные атрибуты являются объективно измеримыми с четкими, разграниченными уровнями.

Выбор вида совместного анализа. В качестве метода совместного анализа был выбран обычный совместный анализ (*regular conjoint analysis* – RCA), так как его возможностей вполне достаточно для реализации поставленных задач и он не перегружен вычислительными и организационными сложностями. Авторами был реализован полнопрофильный алгоритм оценки профилей с неполным дизайном.

Составление плана. RCA предполагает использование полного плана, но в таком случае число профилей, предлагаемых для оценки респондентам, было бы равно $3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$. Ни один респондент не сможет объективно оценить такое количество профилей. Если число профилей превосходит 20, то рекомендуется использовать

неполный план, что и было сделано. В качестве плана исследования использовался неполный ортогональный план (см. таблицу 1).

Таблица 1

План исследования

Операционная система	Материал корпуса	Разрешение камеры, Мп	Диагональ экрана, дм (см)
iOS	пластик	5	4 (10,16)
iOS	сталь	13	5 (12,7)
iOS	алюминий	20	6 (15,24)
Android	пластик	20	5 (12,7)
Android	сталь	5	6 (15,24)
Android	алюминий	13	4 (10,16)
Windows Phone	пластик	13	6 (15,24)
Windows Phone	сталь	20	4 (10,16)
Windows Phone	алюминий	5	5 (12,7)

Сгенерированный неполный план (дизайн) совместного анализа удовлетворяет двум важным условиям: ортогональности и сбалансированности. Ортогональность предполагает отсутствие корреляции уровней между атрибутами. Уровень одного атрибута должен встречаться в комбинации с каждым уровнем другого атрибута одинаковое число раз. Таким образом, оцениваются только главные эффекты, предполагая взаимодействия атрибутов незначимыми. Сбалансированность подразумевает, что каждый уровень одного атрибута должен встречаться в выбранных профилях одинаковое число раз. Сбалансированный план не всегда можно создать. Необходимым условием для этого является одинаковое количество уровней атрибутов. Поэтому в дизайн исследования были включены атрибуты с одинаковым количеством уровней.

Проведение опроса. После разработки плана были сформированы карточки с характеристиками смартфона и проведен опрос респондентов. Для оценки профилей респондентам предлагалось определить вероятность покупки одного из вариантов смартфона с представленными в таблице 1 характеристиками по шкале Лайкерта с пятью градациями:

- 1) никогда бы не купил;
- 2) скорее не купил бы;
- 3) затрудняюсь с выбором;
- 4) скорее купил бы, чем нет;
- 5) обязательно бы купил.

Выбор модели частной функции полезности. Модель совместного анализа - это математическая

модель, выражающая зависимость между характеристиками товара и его полезностью для покупателей. Первоначально строились модели частных функций полезности для каждого выбранного атрибута смартфона, описывающие правило взаимосвязи между частной полезностью и уровнем внутри каждого выбранного атрибута. Для выбора варианта модели частной полезности - модели идеального вектора (ideal vector), модели идеальной точки (ideal point) или дискретной модели (partial benefit) - авторы использовали дисперсионный анализ.

Для всех атрибутов дизайна исследования анализировались графики средних значений оценок респондентами смартфонов для каждого уровня и значимость этих различий с помощью *F*-критерия. Для проверки групп на однородность (равенство) дисперсий перед дисперсионным анализом применялся критерий Левена (Levene's test of homogeneity of variances).

Для сравнения пар средних значений с целью выявления статистически значимых различий по категориям каждого атрибута в работе были использованы апостериорные критерии множественных сравнений: тест Шеффе (Scheffe's test) в предположении равенства дисперсий и Т2-тест Тэмхейна (Tamhane's T2) в предположении неравенства дисперсий выборок [11].

Оценка параметров моделей частных функций полезности. Для оценки параметров моделей частных функций полезности использовалась модель линейной множественной регрессии. В случае выбора дискретной модели частной функции полезности в модель вводились фиктивные переменные методом контрастов. В случае выбора векторной модели и модели идеальной точки использовался соответственно полином первой и второй степени с количественными независимыми переменными.

Оценка параметров общей модели полезности. Далее строилась общая модель совместного анализа для всего профиля, определяющего конфигурацию смартфона, на основе множественной линейной регрессии с включением всех атрибутов. Общая модель полезности рассчитывалась для различных групп потребителей:

- для каждого респондента в отдельности;
- для всех респондентов в целом;
- по каждой группе респондентов.

На финальном этапе исследования проводилась оценка качества полученных моделей и оценивался вклад атрибутов в общую полезность смартфона.

Вся обработка данных проведена в программе IBM SPSS Statistics [3].

Основные результаты исследования

Модели частных функций полезности. Как было отмечено выше, для выбора модели частной полезности был проведен дисперсионный анализ. Обнаружены значимые различия между средними значениями в рейтинге профиля для трех *типов операционных систем* (iOS, Android и Windows Phone) смартфонов ($p \leq 0,001$).

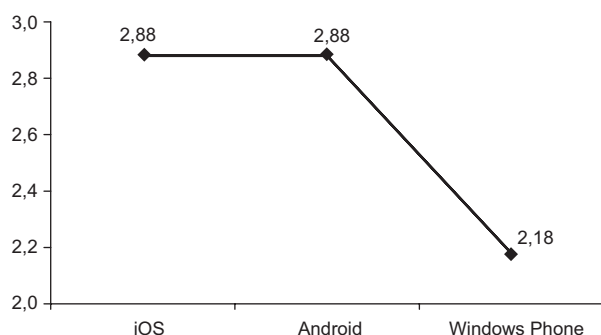


Рис. 1. Средние значения оценок респондентами смартфонов в зависимости от типа операционной системы

Однако следует отметить, что альтернативная гипотеза дисперсионного анализа свидетельствует о том, что среднее значение по крайней мере одной выборки отличается от остальных. В этом случае целесообразно обратить внимание на график средних значений (рис. 1), который указывает на схожесть оценок потребителями операционных систем iOS и Android и существенное отличие Windows Phone от них.

Ввиду неоднородности дисперсий по критерию Левена ($p < 0,001$) для множественных сравнений авторами был выбран тест Тэмхейна. Результаты свидетельствуют о статистически значимом различии среднего уровня рейтинга смартфонов с системой Windows Phone от iOS и Android и подтверждают отсутствие статистически значимого различия между средними уровнями рейтинга смартфонов с системами iOS и Android (см. таблицу 2).

График средних значений рейтинга смартфонов в зависимости от операционной системы (рис. 1) позволяет сделать выбор в пользу дискретной модели полезности. Сам атрибут «операционная система» является дискретным, и невозможно задать заранее какие-либо пропорции между уровнями этого атрибута.

Гипотеза о независимости рейтинга смартфонов от *материала корпуса* также отвергается ($p < 0,001$).

Таблица 2

Результаты сравнения средних уровней рейтинга смартфонов с разными типами операционной системы (тест Тэмхейна)

Операционная система (I)	Операционная система (J)	Средняя разность (I-J)	Стандартная ошибка	Значимость	95% -й доверительный интервал	
					нижняя граница	верхняя граница
iOS	Android	-0,002	0,042	1,000	-0,10	0,10
	Windows Phone	0,698	0,040	0,000	0,60	0,79
Android	iOS	0,002	0,042	1,000	-0,10	0,10
	Windows Phone	0,699	0,039	0,000	0,61	0,79
Windows Phone	iOS	-0,698	0,040	0,000	-0,79	-0,60
	Android	-0,699	0,039	0,000	-0,79	-0,61

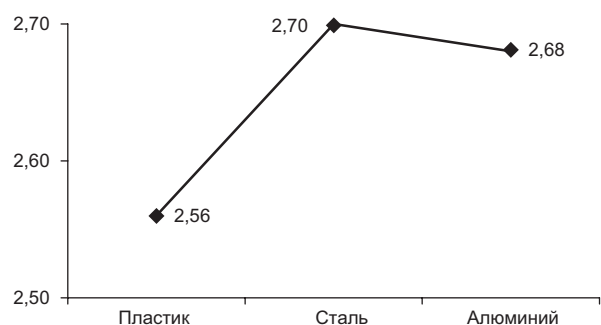


Рис. 2. Средние значения оценок респондентами смартфонов в зависимости от материала их корпуса

Представленный на рис. 2 график средних значений рейтинга смартфонов в зависимости от материала корпуса так же, как и в предыдущем случае, может свидетельствовать в пользу дискретной модели полезности. Рассматриваемый атрибут не является количественным, и линейную зависимость (как и в векторной модели) здесь трудно предположить. Модель идеальной точки также не выглядит логичной, исходя из содержания атрибута. По результатам исследования можно предположить, что потребители предпочтут стальной или алюминиевый корпус смартфона пластиковому.

Для множественных сравнений средних использовался тест Шеффе, так как в данном случае

дисперсии групп являются однородными (по критерию Левена $p > 0,05$) (см. таблицу 3).

Таблица 3

Результаты сравнения средних уровней рейтинга смартфонов с различным материалом корпуса (тест Шеффе)

Материал корпуса (I)	Материал корпуса (J)	Средняя разность (I-J)	Стандартная ошибка	Значимость	95%-й доверительный интервал	
					нижняя граница	верхняя граница
пластик	сталь	-0,142	0,042	0,003	-0,24	-0,04
	алюминий	-0,124	0,042	0,012	-0,23	-0,02
сталь	пластик	0,142	0,042	0,003	0,04	0,24
	алюминий	0,018	0,042	0,909	-0,08	0,12
алюминий	пластик	0,124	0,042	0,012	0,02	0,23
	сталь	-0,018	0,042	0,909	-0,12	0,08

Результаты применения теста Шеффе подтвердили изначальное предположение. Между средним уровнем рейтинга смартфонов с пластиковым корпусом и смартфонов с металлическим корпусом существует статистически значимое различие, тогда как между смартфонами с алюминиевым корпусом и смартфонами со стальным корпусом оно отсутствует.

Далее рассмотрим такой атрибут, как *разрешение камеры*. Нулевая гипотеза о независимости рейтинга смартфонов от разрешения камеры отвергается ($p < 0,001$).

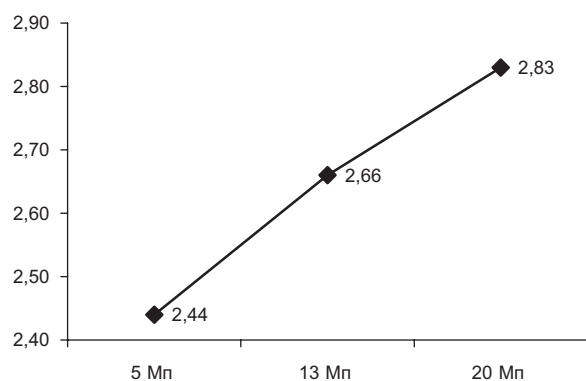


Рис. 3. Средние значения оценок респондентами смартфонов в зависимости от разрешения их камеры

График средних значений рейтинга смартфонов (рис. 3) однозначно свидетельствует в пользу векторной модели частной полезности «разрешение камеры». Видна прямая линейная зависимость занимаемого смартфоном места в рейтинге от разрешения его камеры: чем выше это разрешение, тем лучшего качества будут фотографии и видео и тем выше полезность смартфона для потребителей. Так как разрешение камеры является численным атрибутом, то требования векторной модели не нарушены.

По критерию Левена дисперсии групп не являются однородными, поэтому для множественного сравнения средних значений использовался критерий Тэмхейна (см. таблицу 4).

Результаты применения теста Тэмхейна свидетельствуют о значимом статистическом различии среднего рейтинга смартфонов для каждого уровня разрешения камеры.

Последний атрибут, который остался нерассмотренным, — это *диагональ экрана*. Он также является числовым показателем, как и разрешение камеры. По результатам дисперсионного анализа гипотеза о независимости места смартфона в рейтинге от диагонали его экрана отвергается, и влияние диагонали экрана на рейтинг признается статистически значимым ($p < 0,001$).

Таблица 4

Результаты сравнения средних уровней рейтинга смартфонов с разным разрешением камеры (тест Тэмхейна)

Камера (I)	Камера (J)	Средняя разность (I-J)	Стандартная ошибка	Значимость	95%-й доверительный интервал	
					нижняя граница	верхняя граница
5 Мп	13 Мп	-0,222	0,041	0,000	-0,32	-0,12
	20 Мп	-0,390	0,041	0,000	-0,49	-0,29
13 Мп	5 Мп	0,222	0,041	0,000	0,12	0,32
	20 Мп	-0,168	0,042	0,000	-0,27	-0,07
20 Мп	5 Мп	0,390	0,041	0,000	0,29	0,49
	13 Мп	0,168	0,042	0,000	0,07	0,27

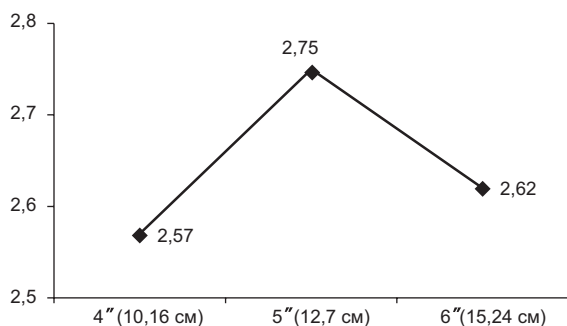


Рис. 4. Средние значения оценок респондентами смартфонов в зависимости от размера их экрана

Рис. 4 указывает на оптимальный выбор модели идеальной точки. Полезность экрана 5" больше, чем экрана размером 4 или 6". То есть идеальной точкой будет считаться диагональ 5" (по мнению респондентов, наиболее удобная). Можно предположить, что средние уровни полезности экрана размером 4 или 6" не имеют статистически значимого различия. Для сравнения средних значений применим тест Тэмхейна, так как дисперсии групп по критерию Левена были признаны неоднородными.

Таблица 5

Результаты сравнения средних уровней рейтинга смартфонов с разным размером экрана (тест Тэмхейна)

Диагональ экрана (I), дюймов (см)	Диагональ экрана (J), дюймов (см)	Средняя разность (I-J)	Стандартная ошибка	Значимость	95%-й доверительный интервал	
					нижняя граница	верхняя граница
4 (10,16)	5 (12,7)	-0,182	0,041	0,000	-0,28	-0,08
	6 (15,24)	-0,054	0,041	0,471	-0,15	0,04
5 (12,7)	4 (10,16)	0,182	0,041	0,000	0,08	0,28
	6 (15,24)	0,129	0,043	0,008	0,03	0,23
6 (15,24)	4 (10,16)	0,054	0,041	0,471	-0,04	0,15
	5 (12,7)	-0,129	0,043	0,008	-0,23	-0,03

Результаты применения теста Тэмхейна подтверждают предположения, сделанные на основании графика средних значений. Таким образом, для атрибута «диагональ экрана» целесообразно будет использовать модель идеальной точки для описания частной полезности. Такой результат вполне согласуется с содержанием атрибута: слишком маленький экран так же плох, как и слишком большой. Оптимальным значением будет некая «золотая середина».

Оценка параметров моделей частной полезности. Для оценки параметров выбранной дискретной модели полезности атрибута «операционная

система» с помощью регрессионного анализа были введены следующие фиктивные переменные методом контрастов:

$$s_1 = \begin{cases} 1, & \text{если операционная система iOS} \\ 0, & \text{если операционная система Android} \\ -1, & \text{если операционная система Windows Phone} \end{cases} \quad (1)$$

$$s_2 = \begin{cases} 1, & \text{если операционная система Android} \\ 0, & \text{если операционная система iOS} \\ -1, & \text{если операционная система Windows Phone} \end{cases} \quad (2)$$

При оценке коэффициентов получены следующие результаты (см. таблицу 6).

Таблица 6

Оценка параметров модели частной полезности атрибута «операционная система»

Переменная	Нестандартизованный коэффициент		Стандартизованный коэффициент Бета	t-критерий	Значимость
	B	стандартная ошибка			
константа	2,644	0,017		160,040	0,000
s_1	0,232	0,023	0,137	9,936	0,000
s_2	0,234	0,023	0,138	10,003	0,000

По t-критерию Стьюдента все коэффициенты являются статистически значимыми. Модель частной полезности атрибута «операционная система» имеет вид:

$$y = 2,644 + 0,232s_1 + 0,234s_2.$$

Используя эту модель, были вычислены значения частной полезности для каждой операционной системы:

$$y_{\text{Windows Phone}} = 2,644 - 0,232 \cdot 1 - 0,234 \cdot 1 = 2,178,$$

$$y_{iOS} = 2,644 + 0,232 \cdot 1 + 0,234 \cdot 0 = 2,876;$$

$$y_{Android} = 2,644 + 0,232 \cdot 0 + 0,234 \cdot 1 = 2,878.$$

Рассчитанные значения частной полезности по модели практически совпадают со средними значениями наблюдаемого рейтинга смартфонов.

Для расчета параметров модели частной полезности для атрибута «материал корпуса» также методом контрастов были введены фиктивные переменные:

$$m_1 = \begin{cases} 1, & \text{если материал корпуса «пластик»} \\ 0, & \text{если материал корпуса «сталь»} \\ -1, & \text{если материал корпуса «алюминий»} \end{cases} \quad (3)$$

$$m_2 = \begin{cases} 1, & \text{если материал корпуса «сталь»} \\ 0, & \text{если материал корпуса «пластик»} \\ -1, & \text{если материал корпуса «алюминий»} \end{cases} \quad (4)$$

При оценке коэффициентов получаем результаты, представленные в таблице 7.

Таблица 7

Оценка параметров модели частной полезности атрибута «материал корпуса»

Переменная	Нестандартизованный коэффициент		Стандартизованный коэффициент Бета	t-критерий	Значимость
	В	Стандартная ошибка			
константа	2,644	0,017		155,582	0,000
m_1	-0,088	0,024	-0,052	-3,680	0,000
m_2	0,053	0,024	0,032	2,218	0,027

По t -критерию Стьюдента все коэффициенты являются статистически значимыми на уровне значимости $p < 0,05$. Модель частной полезности «материал корпуса» имеет вид:

$$y = 2,644 - 0,088m_1 + 0,053m_2.$$

По полученной модели были вычислены значения частной полезности атрибута «материал корпуса»:

$$y_{\text{пластик}} = 2,644 - 0,088 \cdot 1 + 0,053 \cdot 0 = 2,556;$$

$$y_{\text{сталь}} = 2,644 - 0,088 \cdot 0 + 0,053 \cdot 1 = 2,697,$$

$$y_{\text{алюминий}} = 2,644 + 0,088 \cdot 1 - 0,053 \cdot 1 = 2,679.$$

Рассчитанные по модели значения частной полезности не отличаются от наблюдаемых средних значений рейтинга смартфонов.

Для атрибута «разрешение камеры» была выбрана векторная модель частной полезности. В этом случае оценка параметров парной линейной регрессии происходила с нулевой константой, так как константа в модели отражает полезность эталонной категории в методе контрастов. При оценке параметров получены следующие результаты (см. таблицу 8).

Таблица 8

Оценка параметров модели частной полезности атрибута «разрешение камеры»

Переменная	Нестандартизованный коэффициент		Стандартизованный коэффициент Бета	t-критерий	Значимость
	В	стандартная ошибка			
k	1,161	0,009	0,841	126,103	0,000

Гипотеза о равенстве нулю коэффициента регрессии по t -критерию Стьюдента отвергается, значимость высокая. Модель выглядит следующим образом:

$$y = 1,161k,$$

где k - разрешение камеры в Мп.

Используя данную модель, были рассчитаны значения частной полезности для различных уровней атрибута «разрешение камеры»:

$$y_{5 \text{ Мп}} = 1,161 \cdot 5 = 5,804,$$

$$y_{13 \text{ Мп}} = 1,161 \cdot 13 = 15,091;$$

$$y_{20 \text{ Мп}} = 1,161 \cdot 20 = 23,218.$$

Сравним графически рассчитанные и наблюдаемые значения частной полезности атрибута «разрешение камеры» (см. рис. 5). Так как эти две величины имеют разный масштаб, понадобятся две оси. График еще раз иллюстрирует, что векторная модель частной полезности была выбрана верно. Он также свидетельствует о высокой точности модели.

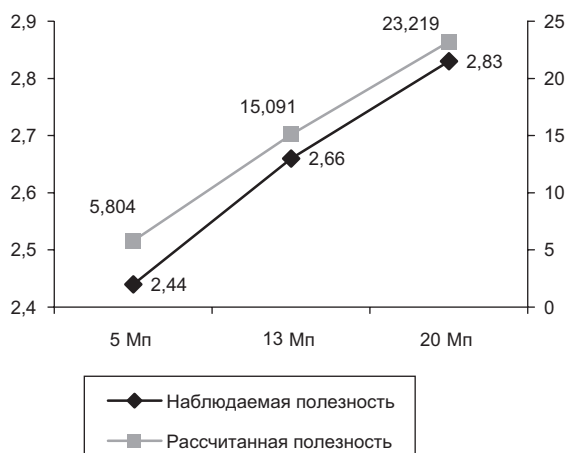


Рис. 5. Рассчитанные и наблюдаемые значения полезности атрибута «разрешения камеры»

Получены следующие оценки параметров модели идеальной точки для атрибута «диагональ экрана» (см. таблицу 9).

Таблица 9

Оценка параметров модели частной полезности атрибута «диагональ экрана»

Переменная	Нестандартизованный коэффициент		Стандартизованный коэффициент Бета	<i>t</i> -критерий	Значимость
	B	стандартная ошибка			
<i>d</i>	1,062	0,023	1,804	46,449	0,000
<i>d</i> ²	-0,104	0,004	-0,938	-24,156	0,000

По *t*-критерию Стьюдента все коэффициенты модели являются значимыми. Модель частной полезности выглядит следующим образом:

$$y = 1,062d - 0,104d^2,$$

где *d* - диагональ экрана в дюймах.

Используя данную модель, рассчитаны значения частной полезности различных уровней атрибута «диагональ экрана»:

$$y_{4 \text{ дюйма}} = 1,062 \cdot 4 - 0,104 \cdot 16 = 2,59,$$

$$y_{5 \text{ дюймов}} = 1,062 \cdot 5 - 0,104 \cdot 25 = 2,71,$$

$$y_{6 \text{ дюймов}} = 1,062 \cdot 6 - 0,104 \cdot 36 = 2,63.$$

Также возможно представление результатов графически (см. рис. 6).

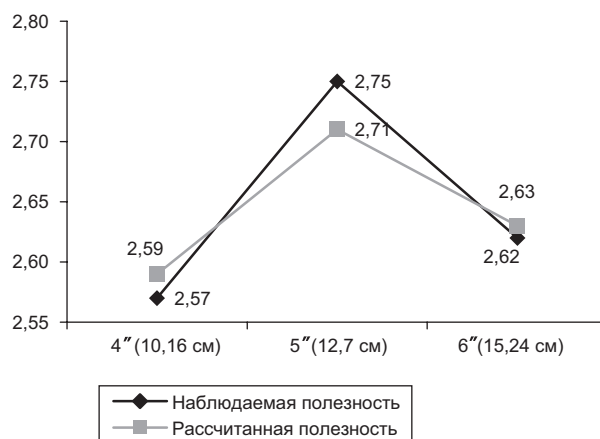


Рис. 6. Рассчитанные и наблюдаемые значения полезности атрибута «диагональ экрана»

Оценка параметров модели общей полезности.

Получена следующая модель общей полезности, которая включает в себя все атрибуты (см. таблицу 10).

Таблица 10

Оценка параметров модели общей полезности

Переменная	Нестандартизованный коэффициент		Стандартизованный коэффициент Бета	<i>t</i> -критерий	Значимость
	B	Стандартная ошибка			
<i>s</i> ₁	0,232	0,023	0,064	9,906	0,000
<i>s</i> ₂	0,234	0,023	0,064	9,973	0,000
<i>m</i> ₁	-0,088	0,023	-0,024	-3,774	0,000
<i>m</i> ₂	0,053	0,023	0,015	2,275	0,023
<i>d</i>	2,330	0,054	1,688	43,407	0,000
<i>d</i> ²	-0,556	0,016	-1,065	-34,816	0,000
<i>k</i>	0,275	0,019	0,199	14,254	0,000

По *F*-критерию модель значима в целом ($p < 0,0001$). Все коэффициенты также являются значимыми по *t*-критерию Стьюдента ($p < 0,05$). Коэффициент детерминации (R^2) составляет 80%. Запись модели имеет вид:

$$y_{\text{Общая}} = 0,232s_1 + 0,234s_2 - 0,088m_1 + 0,053m_2 + 2,33d - 0,556d^2 + 0,275k,$$

где $y_{\text{Общая}}$ - общая полезность смартфона; s_1, s_2 - фиктивные переменные, описывающие операционную систему, заданы формулами (1) и (2); m_1, m_2 - фиктивные переменные, описывающие материал корпуса, заданы формулами (3) и (4); *d* - диагональ экрана, дюймов; *k* - разрешение камеры, Мп.

Данная модель может быть использована для расчета полезности нового товара с заданными характеристиками, для оценки его перспектив на рынке.

Оценка важности атрибутов. Подводя результаты исследования, можно утверждать, что максимальной полезностью для потребителя будет обладать смартфон с операционной системой iOS или Android, металлическим корпусом, камерой с разрешением 20 Мп и пятидюймовым экраном, а минимальной полезностью – смартфон с операционной системой Windows Phone, пластиковым корпусом, камерой с разрешением 5 Мп и диагональю экрана в 4 или 6”.

Используя вышеприведенные модели частных полезностей, были рассчитаны важности рассматриваемых атрибутов для потребителя по формуле (таблица 11):

$$I_i = \frac{y_i^{\max} - y_i^{\min}}{\sum_{j=1}^k (y_j^{\max} - y_j^{\min})} 100\%, \quad (5)$$

где I_i – важность i -го атрибута; $y_i^{\max}$ – максимальная полезность i -го атрибута; $y_i^{\min}$ – минимальная полезность i -го атрибута; k – число атрибутов.

Важность атрибутов в относительном выражении представляет особый интерес для производителя, так как позволит соотнести затраты на улучшение какого-либо атрибута товара с экономическим эффектом от этой меры.

Таблица 11

Важность атрибутов смартфона для потребителей
(в процентах)

Атрибут	Важность атрибута
Операционная система	49
Материал корпуса	10
Разрешение камеры	28
Диагональ экрана	13

Результаты исследования показали, что самым важным атрибутом смартфона среди рассмотренных является операционная система. Ее вклад в определение полезности составляет 49%. Следующий по значимости фактор – разрешение камеры (важность 28%). Значимость для потребителей в определении полезности (а значит, и в принятии решения о покупке) атрибутов «диагональ экрана» и «материал корпуса» меньше; их важность составила 13 и 10% соответственно.

* *
*

Доступность продуктов современных технологий делает потребителей активными участниками ИТ-рынка. Динамика и структура рынка указывают на его гибкость по отношению к лояльным и потенциальным потребителям: каждый желающий может приобрести продукт исходя из своих потребностей и возможностей. Результаты исследования, проведенного авторами ранее, позволили сделать выводы о предпочтениях пользователей смартфонов [2]. В данной статье авторы изложили некоторые теоретические аспекты дальнейшей статистической обработки данных опроса с помощью совместного анализа, представили результаты и их интерпретацию:

1. Полезность операционных систем iOS и Android для потребителей одинакова, а вот система Windows Phone обладает меньшей полезностью;

2. Для потребителей полезность пластикового корпуса смартфона ниже по сравнению с полезностью алюминиевого и стального корпуса;

3. Чем выше разрешение камеры (по числу Мп), тем выше полезность этой характеристики смартфона;

4. По размеру диагонали экрана смартфона потребители предпочтут «золотую середину»: 5” против 4 или 6”;

5. При анализе вклада в общую полезность и расчете важности атрибутов самым важным атрибутом оказалась операционная система (49%). На втором месте по важности – разрешение камеры (28%).

Продолжая тему использования совместного анализа при статистической обработке данных, авторы планируют продолжить исследование и построить симулятор рынка смартфонов.

Литература

1. Абдрахманова Г.И., Гохберг Л.М., Ковалева Г.Г. и др. Информационное общество: востребованность информационно-коммуникационных технологий населением России. М.: НИУ ВШЭ, 2015. 120 с.
2. Звездина Н.В., Сорокин А.С. Исследование потребительских предпочтений на московском рынке смартфонов // Вопросы статистики. 2017. № 7. С. 41-51.
3. Сорокин А.С. Разработка алгоритмов исследования потребительских предпочтений методом совместного анализа на примере московского рынка смартфонов // Плехановский научный бюллетень. 2018. № 1(13). С. 95-102.

4. Luce R., Tukey J. Simultaneous Conjoint Measurement: A New Type of Fundamental Measurement // *Journal of Mathematical Psychology*. 1964. Vol. 1. No. 1. P. 1-27.
5. Green P.E., Rao V.R. Conjoint Measurement for Quantifying Judgmental Data // *Journal of Marketing Research*. 1971. Vol. 8 (August). P. 355-363.
6. Ковалев А.П., Моисеева Б.И., Сысун В.В. и др. Справочник по функционально-стоимостному анализу / под ред. М.Г. Карпунина, Б.И. Майданчикова. М.: Финансы и статистика, 1988.
7. Захарова Т.А., Кутлалиев А.Х. Метод совместного анализа как инструмент изучения предпочтений потребителей // *Социология: методология, методы и математическое моделирование*. 2009. № 28. С. 5-28.
8. Аббакумов В.Л., Лёзина Т.А. Бизнес-анализ информации. Статистические методы. М.: Экономика, 2009.
9. Караев В.Ю., Балабанов А.С. Совместный анализ в практике исследований рынка // *Маркетинг в России и за рубежом*. 2008. № 2. С. 3-17.
10. Караев В.Ю., Балабанов А.С. Совместный анализ в практике исследований рынка (окончание статьи) // *Маркетинг в России и за рубежом*. 2008. № 5. С. 7-15.
11. Дубина И.Н. Математико-статистические методы в эмпирических социально-экономических исследованиях: учеб. пособие. М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010.

Информация об авторах

Звездина Наталья Валерьевна - канд. экон. наук, доцент, департамент статистики и анализа данных, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20. E-mail: nat-zvezdina@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0028-3901-7423-9127>.

Сорокин Александр Сергеевич - канд. экон. наук, доцент, кафедра математических методов в экономике, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова; доцент кафедры бизнес-статистики, Московский финансово-промышленный университет «Синергия». 115054, г. Москва, Стремянный переулок, д. 36; 125315, г. Москва, Ленинградский проспект, д.80, корп. Е. E-mail: alsorokin@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0028-3902-9328-7017>.

References

1. Abdrakhmanova G.I., Gokhberg L., Kovaleva G.G. et al. *Information Society: Demand for the Information and Communication Technology by the Population in Russia*. Moscow: HSE Publ., 2015. 120 p. (In Russ.)
2. Zvezdina N.V., Sorokin A.S. Research of Consumer Preferences in the Moscow Smartphone Market. *Voprosy statistiki*. 2017;(7):41-51. (In Russ.)
3. Sorokin A.S. Development of Algorithms for Investigating Consumer Preferences by the Method of Joint Analysis Using the Example of the Moscow Smartphone Market. *Plekhanov Scientific Bulletin*. 2018;1(13):95-102. (In Russ.)
4. Luce R.D., Tukey J.W. Simultaneous Conjoint Measurement: A New Type of Fundamental Measurement. *Journal of Mathematical Psychology*. 1964;1(1):1-27.
5. Green P.E., Rao V.R. Conjoint Measurement for Quantifying Judgmental Data. *Journal of Marketing Research*. 1971;(8):355-363.
6. Kovalev A.P., Moiseeva B.I., Sysun V.V. et al. *Handbook of Functional Cost Analysis*. Karpunina M.G., Maidanchikov B.I. (eds). Moscow: Finansy i Statistika Publ.; 1988. (In Russ.)
7. Zakharova T.A., Kutlaliyev A.H. The Method of Conjoint Analysis as a Tool for Studying Consumer Preferences. *Sociology: Methodology, Methods, Mathematical Modeling*. 2009;(28):5-28. (In Russ.)
8. Abbakumov V.L., Lozina T.A. *Business Information Analysis. Statistical Methods*. Moscow: Economics; 2009. (In Russ.)
9. Karaev V.Y., Balabanov A.S. Conjoint Analysis in the Practice of Market Research. *Marketing in Russia and Abroad*. 2008;(2):3-17. (In Russ.)
10. Karaev V.Y., Balabanov A.S. Conjoint Analysis in the Practice of Market Research (Ending). *Marketing in Russia and Abroad*. 2008;(5):7-15. (In Russ.)
11. Dubina I.N. *Mathematical and Statistical Methods in Empirical Socio-Economic Studies: A Textbook*. Moscow: Finansy i statistika Publ., INFRA-M; 2010. (In Russ.)

About the authors

Natalya V. Zvezdina - Cand. Sci (Econ.), Assoc. Prof., Department of Statistics and Data Analysis, National Research University - Higher School of Economics. 20, Myasnikskaya Str., Moscow, 101000, Russia. E-mail: nat-zvezdina@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0028-3901-7423-9127>.

Alexander S. Sorokin - Cand. Sci (Econ.), Assoc. Prof., Academic Department of Mathematical Methods in Economics, Plekhanov Russian University of Economics; Assoc. Prof., Department of Business Statistics, Moscow University of Finance and Industry «Synergy». 36, Stremyanny Lane, Moscow, 115054, Russia; 80, Leningradsky Prospekt, Moscow, 125315, Russia. E-mail: alsorokin@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0028-3902-9328-7017>.