

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "САРАТОВСКИЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математической экономики

**ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЫНКА  
ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖНЫХ УСЛУГ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 5 курса 561 группы

направления подготовки 09.03.03 – Прикладная  
информатика

механико-математического факультета

**Вершинина Алексея Вячеславовича**

Научный руководитель:

доцент, к.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_

В.В. Новиков

Заведующий кафедрой:

д.ф.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_

С.И. Дудов

Саратов 2018

**Введение.** Платежные системы являются заменителем расчетов наличными деньгами при осуществлении внутренних и международных платежей и являются одной из основных услуг, предоставляемых банками и другими финансовыми организациями. Под электронной платежной системой понимается система безналичных расчетов, производимых посредством использования информационно-коммуникационных технологий, электронных носителей информации, в том числе платежных карт, а также иных технических устройств. В современном мире выделяют четыре основных вида электронных платежных систем: банковские карты, электронная валюта, мобильный банкинг, онлайн-банкинг. Значимая роль в электронных платежных системах отведена электронным деньгам, являющимся очень гибким инструментом платежа. Данный вид платежной системы имеет ряд преимуществ. Во-первых, электронные деньги портативны, их невозможно потерять или повредить, исключается человеческая ошибка при пересчете; во-вторых, безопасность этих средств обеспечивается различными электронными системами; в-третьих, оплата электронными деньгами производится мгновенно и в любое время; в-четвертых, электронные деньги практически невозможно подделать, повредить, они не нуждаются в обновлении или замене. Только электронные деньги могут обеспечить микроплатежи – так необходимые для информационного бизнеса и продажи публикаций. Стоимость транзакций с использованием электронных денег, а также их обработка и учет значительно дешевле стоимости обработки традиционных денег, кредитных карт, чеков и других средств платежа. Обработка электронных денег проще, и их использование может серьезно изменить структуру банков в лучшую сторону. Электронные платежные системы обладают значительным инновационным потенциалом и представляют интерес как для физических лиц, так и для организаций.

Целью настоящей работы является оценка уровня развития платежных услуг физическим лицам с использованием банковских карт. Тема является актуальной, поскольку данный вид услуг составляет достаточно заметную долю от всего рынка финансовых услуг населению Российской Федерации.

Задачи:

- изучение методов корреляционно-регрессионного анализа;
- анализ социально-экономических аспектов состояния электронной платежной системы в России на основе имеющейся научной периодики;
- построению эконометрических моделей рынка платежных услуг.

Объектом исследования является рынок электронных платежных услуг;

Предмет – зависимость состояния рынка электронных платежей от инфраструктуры.

В первой главе выпускной квалификационной работы содержится краткий обзор методов регрессионного анализа, используемых в ее практической части. Рассмотрены, в частности, такие вопросы как построение линейных моделей парной и множественной регрессии методом наименьших квадратов (МНК), условия оптимальности МНК-оценок (предпосылки метода наименьших квадратов), тестирование статистической значимости регрессионных моделей.

Вторая глава посвящена анализу некоторых социально-экономических аспектов состояния электронной платежной системы в России на основе имеющейся научной периодики, а также построению эконометрических моделей рынка соответствующих услуг. Моделирование проводится с использованием аппарата корреляционно-регрессионного анализа в среде программирования R.

**Основное содержание работы.** В экономике закономерности выражаются, как правило, в виде связей между количественными экономическими показателями. Во многих случаях получить модели таких зависимостей можно путем статистической обработки реальных данных, полученных эмпирическим путем. Математическая статистика и ее экономические приложения позволяют строить математические модели экономических зависимостей, находить связи между ними, определять экономические показатели и формы связей между полученными показателями. В основе многих таких методов лежит корреляционно-регрессионный анализ, с помощью которого решаются многие задачи указанного выше типа. В связи с тем, что экономические приложения регрессионного анализа, как правило, связаны с эконометрическими

исследованиями, в настоящей работе мы будем использовать понятие «эконометрическая модель» как синоним понятия «регрессионная модель».

Применение регрессионного анализа решает ряд вопросов.

1. Позволяет оценить степень влияния независимых переменных на полученные результаты.
2. Оценить влияние не учитываемых факторов на изучаемые в модели показатели.
3. Спрогнозировать поведение основных переменных модели под влиянием экзогенных переменных.
4. Установить виды зависимостей между основными и экзогенными переменными (определившись со спецификацией модели).

Строгое математическое определение регрессии случайного вектора  $\mathbf{x}$  на случайный вектор  $\mathbf{y}$  (считаем, для простоты, что оба они абсолютно непрерывны) состоит в следующем. Пусть  $\mathbf{x} \in R^m$  и  $\mathbf{y} \in R^n$  – случайные векторы, имеющие плотность совместного распределения  $p_{xy}(x, y)$ ,  $x \in R^m$ ,  $y \in R^n$ . Тогда функция

$$p_{x|y}(x|y) = \frac{p_{xy}(x,y)}{\int_{R^m} p_{xy}(x,y) dx} = \frac{p_{xy}(x,y)}{p_y(y)}$$

называется плотностью условного распределения  $\mathbf{x}$  при условии, что  $\mathbf{y} = y$ , соответственно функция

$$h(y) = E(x|\mathbf{y} = y) = \int_{R^m} x p_{x|y}(x, y) dx.$$

называется условным математическим ожиданием вектора  $\mathbf{x}$  при условии, что  $\mathbf{y} = y$ . Условное математическое ожидание при каждом  $y$  удовлетворяет тем же условиям, что и обычное математическое ожидание. В прикладных областях теории вероятностей функция  $h(y)$  называется *регрессией  $\mathbf{x}$  на  $\mathbf{y}$* . Регрессия называется *линейной*, если  $h(y)$  является линейной функцией компонент вектора  $\mathbf{y}$ .

Линейная модель множественной регрессии строится следующим образом. Пусть имеется  $n$  наблюдений над зависимой переменной  $y$ , которые мы, как и раньше, будем записывать в виде вектора-столбца  $\vec{y} = [y_1, y_2, \dots, y_n]'$ , а также  $n$  наблюдений над каждой из  $k$  независимых переменных  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , причем

считаем, что  $k < n$ . Измеренные значения регрессоров запишем в виде  $n \times k$  матрицы  $X = \{x_{ij}\}$ ,  $j$ -й столбец которой содержит значения регрессора  $x_j$ . При этом все элементы первого столбца считаются равными 1 (это допущение соответствует наличию свободного члена в уравнении линейной регрессии).

Регрессионной моделью называют набор уравнений

$$y_t = \beta_1 x_{t1} + \beta_2 x_{t2} + \dots + \beta_k x_{tk} + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, n,$$

где  $y_t$ ,  $x_{ij}$  и  $\varepsilon_t$  – соответственно значения зависимой переменной  $y$ , регрессора  $x_j$  и случайной ошибки  $\varepsilon$  в наблюдении с номером  $t$ ; параметры  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  – неизвестные коэффициенты регрессии, подлежащие оценке. В матричной форме модель запишется следующим образом

$$\vec{y} = X\vec{\beta} + \vec{\varepsilon},$$

где  $\vec{\beta} = [\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k]'$  – вектор-столбец коэффициентов. Как и в случае одномерной регрессионной модели, для использования метода наименьших квадратов необходимы некоторые предварительные предположения о матрице  $X$  и характере совместного распределения ошибок  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ . Перечислим эти предположения.

1. Спецификация модели: предполагаем, что регрессионная зависимость имеет указанный вид.

2.  $x_{ij}$  – детерминированные (неслучайные) величины и ее ранг равен  $k$ ,  $\text{rank } X = k$ .

3. Средние значения случайных ошибок равны нулю  $E\varepsilon_t = 0$ , а их дисперсии  $D(\varepsilon_t) = E(\varepsilon_t^2) = \sigma^2$ ,  $t = 1, 2, \dots, n$ , не зависят от  $t$ .

4. Случайные ошибки для разных наблюдений некоррелированы, т. е.  $\text{cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0$  при  $t \neq s$ .

Часто добавляется т.н. *условие нормальности* модели.

5. Случайные ошибки  $\varepsilon_t$  являются нормально распределенными величинами со средним значением 0 и дисперсией  $\sigma^2$ :  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$ ,  $t = 1, 2, \dots, n$ .

Условия 1-5 удобно записать в матричной форме.

1. Регрессионная зависимость имеет вид  $\vec{y} = X\vec{\beta} + \vec{\varepsilon}$ .

2. Матрица  $X$  является детерминированной и имеет максимально возможный ранг,  $\text{rank } X = k$ .

3,4. Случайный вектор  $\vec{\varepsilon}$  имеет нулевое математическое ожидание  $E\vec{\varepsilon} = \vec{0}$ , а его ковариационная матрица пропорциональна единичной матрице порядка  $n$

$$V(\vec{\varepsilon}) = E(\vec{\varepsilon}\vec{\varepsilon}') = \sigma^2 I_n.$$

5. Вектор случайных ошибок  $\vec{\varepsilon} \sim N(\vec{0}, \sigma^2 I_n)$ , т.е. он имеет многомерное нормальное распределение со средним  $\vec{0}$  и ковариационной матрицей  $\sigma^2 I_n$  (нормальная линейная регрессионная модель)

Наиболее распространенным способом оценки параметров  $\vec{\beta} = [\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k]'$  является метод наименьших квадратов (МНК, англ. OLS, OrdinaryLeastSquares), который состоит в минимизации по переменной  $\vec{b}$  суммы квадратов остатков регрессии  $ESS = \sum_{t=1}^n e_t^2 = \vec{e}'\vec{e} \rightarrow \min$ , где  $\vec{e} := \vec{y} - X\vec{b}$ . Помимо алгоритмической простоты МНК обладает важнейшим оптимизационным свойством, которое обусловлено следующим фактом (Теорема Гаусса-Маркова): *Пусть для линейной регрессионной модели выполнены перечисленные выше предположения (кроме нормальности). Тогда оценка метода наименьших квадратов  $\hat{\vec{\beta}}_{OLS} = (X'X)^{-1} X' \vec{y}$  является наилучшей (в смысле наименьшей дисперсии) среди всех линейных по  $\vec{y}$ , несмещенных оценок.*

В настоящее время аппарат регрессионного анализа хорошо разработан в своей алгоритмической части и, кроме того, широко представлен в различных компьютерных пакетах, посвященных статистической обработке данных. В настоящей выпускной квалификационной работе методы регрессионного анализа применяются для анализа зависимости объема платежных услуг от количественных характеристик технических устройств платежного сервиса.

Кредитные организации обеспечивают доступ населения к платежным услугам не только через свои подразделения, но и с помощью сети устройств. К числу наиболее популярных среди населения видов дистанционного банковского

обслуживания можно отнести платежи через банкоматы, платежные терминалы, импринтеры, электронные терминалы, установленные в организациях торговли и услуг, а также электронные терминалы удаленного доступа.

Наряду с развитием платежной инфраструктуры банковской системы в России активно развивается платежная инфраструктура небанковских организаций. Следует отметить постоянное обновление сети устройств на базе инновационных технологических решений, динамичное развитие сети платежных терминалов, посредством которых население может осуществлять переводы денежных средств в адрес юридических лиц для оплаты различного вида услуг, а также осуществлять различные операции по своим банковским счетам, например переводы денег между счетами, открытие новых вкладов. Все это позволяет расширить доступ потребителей к платежным сервисам и, как следствие, повышает процент населения, использующего банкоматы и терминалы для проведения платежей.

Данные банковской статистики, взятой с сайта Центробанка Российской Федерации, показывают, что за последние десять лет количество устройств платежной инфраструктуры в России увеличилось почти в десять раз: терминалов – с 293,7 тыс. ед. на начало 2008 г. до 2387,1 тыс. ед. на начало 2018 г., POS-терминалов с 239,4 до 2 189,0 тыс. ед. В сравнении со странами развитых экономик Россия пока уступает некоторым странам по показателям насыщения рынка устройствами для проведения платежных услуг с использованием банковских карт. Так, например, количество терминалов на миллион жителей в Канаде на 1 января 2017 г. составляло 1873 ед., в Австралии 1363 ед., в Германии – 3539 ед., в то время как в России только 1395 ед. терминалов. Количество POS-терминалов на указанную дату в России (1,778 тыс. ед.) больше, чем в Австралии (954.2 тыс. ед.), меньше, чем в Италии (2226.1 тыс. ед.), больше, чем во Франции (1487.4 тыс. ед.) и больше, чем в Швеции (257.9 тыс. ед.). В связи с этим исследование проблемы повышения уровня доступности платежных услуг в условиях активного развития информационно-коммуникационных технологий, постоянного обновления сети платежных устройств на базе инновационных технологий, в том числе с использованием банковских карт, становится для

российских регионов особенно актуальным. В последнее время растет число опубликованных исследований о взаимосвязи экономических показателей разных сфер деятельности, их влиянии на конечный результат. При этом аналитики широко используют базовые математические методы моделирования и анализа процессов, применяемые в экономике, в том числе, основанные на применении корреляционно–регрессионного анализа. Вместе с тем, относительно слабо изучена тематика эконометрических оценок взаимосвязи между объемами платежных услуг посредством использования банковских карт и инфраструктурных устройств, их обеспечивающих. Большинство таких работ носят общетеоретический характер, при этом планомерное систематическое исследование динамики на основе постоянно пополняющихся статистических данных не проводится. Это обусловило целесообразность проведения настоящей работы.

Для эконометрического анализа были выбраны следующие показатели

- платежи с использованием банковских карт, выданных на территории региона (платежи за товары (работы, услуги), таможенные платежи и прочие операции), млн руб.;

- банковские карты (расчетные, кредитные, предоплаченные), тыс. ед.;

- количество банкоматов (с функцией выдачи наличных денег и с функцией оплаты товаров и услуг), ед.;

- количество электронных терминалов (установленных в организациях торговли (услуг) и в пунктах выдачи наличных) ед.;

- количество импринтеров, установленных в организациях торговли (услуг) и в пунктах выдачи наличных, ед.

В качестве характерного результата анализа приведем регрессионную модель зависимости объема банковских операций (дес.млрд.р) по Российской Федерации за период с 2009 по 2017 годы от количества банкоматов. Исходные данные представлены в таблице.

<i>Количество устройств, тыс.шт.,X</i>	<i>Объем операций, дес.млрд.р. Y</i>	<i>Годы</i>
79,376	117,1704991	2009

92,53	151,9211165	2010
156,631	206,2823488	2011
184,185	280,2798899	2012
220,876	345,1878868	2013
237,408	417,8783456	2014
230,188	478,8277662	2015
213,534	590,8536725	2016
207,694	733,6392579	2017

С помощью функции  $\text{lm}()$  среды R была получена следующая регрессионная зависимость

$$Y_t = 103,3564 + 2,5132X_t.$$

Применение функции  $\text{summary}()$  показало высокую статистическую значимость найденных оценок коэффициентов, а также регрессионного уравнения в целом.

**Заключение.** В настоящей работе были рассмотрены некоторые социально-экономические аспекты состояния электронной платежной системы в России на основе материала, содержащегося в научных публикациях и статистических отчетах за последние несколько лет. Практическая часть работы состояла в построении эконометрических моделей рынка электронных платежей с использованием аппарата корреляционно-регрессионного анализа в среде программирования R. Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы.

На сегодняшний день в России активно развивается рынок банковских услуг. Даже несмотря на убыль населения процент интеграции технологий в обществе и объемы банковских операций стремительно растут год за годом.

На данный момент в Российской Федерации наибольший процент банковских карт составляют зарплатные, но банки делают все возможное чтобы население переходило на платежные карты, а также на кредитные. Основными факторами развития данного рынка услуг являются следующие.

1. Замещение зарплатных карт, платежными. В настоящее время большинство людей в нашей стране пользуются банковскими картами, как средством для снятия наличных в банкомате, а банки со своей стороны хотят,

чтобы люди тратили денежные средства напрямую с карт.

2. Совершенствование систем защиты банковских карт и операций. В настоящее время банковские карты обладают множеством средств защиты от похищения средств и персональных данных, например оплата бесконтактным способом, или двухфакторная аутентификация. Также появились сервисы для оплаты товаров и услуг с телефона, через модуль NFC (Googlepay, Applepay, Samsungpay).

Отметим, что полученные в настоящей работе результаты показывают, что за последние годы развитие инфраструктуры эквайринга в банковской сфере и интенсивность ее использования (в смысле объема и количества операций) демонстрируют устойчивый рост, который носит при этом почти линейный характер.