

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт естественных и точных наук
Факультет математики, механики и компьютерных технологий
Кафедра прикладной математики и программирования
Направление подготовки Прикладная математика и информатика

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент,

_____ 2017г.
« ____ » _____

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой, д.ф.-м.н.,
доцент

_____ А.А.Замышляева
« ____ » _____ 2017 г.

Прогноз динамики инновационной активности в России.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–01.03.02.2017.38.ПЗ ВКР

Руководитель работы, доцент
кафедры ПМиП

_____ / Д.А.Дрозин
« ____ » _____ 2017 г.

Автор работы

Студент группы ЕТ-482

_____ / В.В.Хайдуков
« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролер, доцент

_____ / Т.Ю. Оленчикова
« ____ » _____ 2017 г.

Челябинск 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации

АННОТАЦИЯ

Хайдуков В.В. Прогноз динамики инновационной активности в России. Пояснительная записка. – Челябинск: ЮУрГУ, ЕТ-482, 57 с., 14 ил., 3 табл., библиогр. список – 18 наим., 1 прил.

Рассмотрены методы прогнозирования инновационной активности. Построена и исследована модель прогнозирования индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций в России. Разработана программа в среде разработки MATLAB. Проведен факторный анализ, построены многофакторные регрессионные модели, для различных периодов экономики. Представлены возможные пути выхода из сложившегося положения инновационной активности в России.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ.....	8
1.2 Добавление маркетинговых переменных в моделях диффузии инноваций...11	11
1.3 Оценка динамических параметров.....	12
1.4 Применение генетических алгоритмов для задачи оценки параметров.....	13
1.5 Альтернативные модели диффузии.....	14
1.5.1 Доступность по цене.....	14
1.5.2 Возрождение вымирающих технологий.....	15
1.5.2 Механизм возрождения инноваций.....	16
1.6 Патентный анализ.....	18
1.6.1 Патенты как мера инноваций.....	19
1.6.2 Источник данных и процедура.....	20
1.7 Выводы по разделу.....	21
2 РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДЕКСА АКЦИЙ КОМПАНИИ ОТРАСЛИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ.....	22
2.1 Выводы по разделу.....	41
3 ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДЕКСА ММВБ ОТРАСЛИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ В РОССИИ.....	42
3.1 Решение задачи идентификации параметров.....	42
3.2 Прогнозирование индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций на второй квартал 2017 г.....	44
3.3 Выводы по разделу.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	46
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	47
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ТЕКСТ ПРОГРАММЫ.....	48

ВВЕДЕНИЕ

Советская экономика к середине 80-х гг. столкнулась с полным исчерпанием возможностей наращивания производства за счет дополнительного вовлечения природных, трудовых и иных ресурсов. На рубеже 80–90-х гг. наступает системный кризис и, по сути дела, происходит крах советской экономики. О переходе к открытой рыночной экономике было объявлено 28.10.1991. Модель открытой экономики предполагает свободу экономической деятельности как внутри страны, так и за ее пределами. Открытая экономика означает, что страны активно участвуют в розничной торговле, экспортируют и импортируют значительную долю выпускаемых товаров и услуг, экспортируют факторы производства (труд, капитал, технологию) и свободны для их импорта, что страны получают и предоставляют кредиты на мировых финансовых рынках и включены в систему международных финансово-экономических отношений. Мировой опыт свидетельствует о том, что страны с закрытой экономикой в конце концов становятся беднее, чем те, которые участвуют в мирохозяйственных связях, поскольку первые изолированы от новых идей и технологий, от иностранных инвестиций, информации и т. п.

К концу 1995 года были заложены основы свободной рыночной экономики и важным остался вопрос экономического роста России, который в свою очередь напрямую связан с инновационным ростом. Предприятия малого и среднего бизнеса играют важную роль в инновационном развитии. Большая конкуренция среди этих предприятий для успешного ведения бизнеса предполагает циклический процесс «созидательного-разрушения», введенный Йозефом Шумпетером. Это означает, что на смену одному инновационному товару, достигшему пика продаж, на этапе коммерциализации, приходит новый инновационный товар. На этап коммерциализации возникают задачи: прогнозирование спроса, прогнозирование прибыли, планирование производства и многие другие смежные задачи. В настоящее время решение этих задач в полной мере не соответствует предъявляемым требованиям.

Динамика реализации инновационного товара в настоящее время рассматривается в рамках следующих теорий: теория диффузии инноваций; теория жизненного цикла товара; управление продажами и теория распространение информации о товаре [1].

Основы теории диффузии инноваций заложили ученые Bandura A., Роджерс Э., Тардат Г., Bass F.M., Kalish S., Shih Ch.-F., Venkatesh N. и другие. В настоящее время в России вопросами теории диффузии инноваций занимаются: Баев И.А., Булгаков Ю.В., Васильцов В.С., Гуриева Л.К., Гличенко О.Г., Ежов Г.П., Иванов А.А., Киндюкова С.С., Колманский В.Б., Ленников Р.В., Малыгина С.Н., Маслобоев А.В., Нижегородцев Р.М., Серков Л.А., Тянь Е.Г., Шишаев М.Г. и другие.

Общетеоретические подходы теории жизненного цикла товара исследовались в работах Голдмана А., Котлера Ф., Мюллера Э. и других. Исследованиями, связанными с теорией жизненного цикла товара в России, в настоящее время занимаются: Алиев Э.В., Баев И.А., Беседина Ю.А., Гаранин Д.А., Кожухова В.Н., Коробецкой А.А., Куркин Е.И., Лукашевич Н.С., Семёнычев В.К., Семёнычев Е.В., Семиглазов В.А., Сушко Д.С. и другие.

Вопросам управления продажами товара в России посвящены исследования Аргова Н.В., Бородулина А.Н., Бубнова Г.В., Вайсман Е.Д., Воловикова Б.П., Глебовой Д.В., Горшенин В.П., Гриняк В.М., Дамирова В.М., Дегтяревой К.И., Дулесовой А.С., Жуковой А.А., Журавлевой А.Ю., Иванова К.И., Извековой Н.Ю., Калашниковой Т.В., Капустина Л.М., Курыновой И.А., Марданова Р.Ш., Можаровского И.С., Николаева А.Б., Полещук М.Н., Поспелова И.Г., Рогова В.Р., Родиной Д.В., Севрюковой Л.В., Семиглазова А.М., Семиглазова В.А., Сеславина Е.А., Султановой Р.А., Титовой В.А., Титовой Т.В., Фатыхова А.Г., Фельдмана Е.М., Шулениной А.В. и других.

Исследования в области распространения информации проводятся учеными: Malaviya P., Meyers-Levy J., Арговым Н.В., Астафьевой Е.В., Белоусовым Е.П., Белоцерковской С.А., Бочкаревой Ю.Г., Видалем М., Вольфом Х., Делицыным Л.Л., Ивановым К.И., Калашниковым Т., Калашниковым А., Логиновым Е.В., Носковым С.В., Подлесным Т.А., Поляковой В., Семиглазовым А.М., Семиглазовым В.А., Терпуговым А.Ф., Трухановым М.А., Цыгановым В.В., Шептуновой М.В. и другими.

Для построения модели прогнозирования динамики инновационной активности в России рассмотрены существующие подходы. С помощью регрессионного анализа, используя статистические данные (в период с 03.09.2007 по 13.06.2016 с шагом в одну неделю), построены многофакторные модели и проведен факторный анализ для построения модели прогнозирования динамики инновационной активности в России, основываясь на сущности экономического процесса. Все построенные модели проверяются на адекватность с помощью критериев Фишера, Стьюдента, теорема Гаусса – Маркова. На основе статистических данных и прогноза, полученного с помощью построенной модели, делаются выводы о текущей ситуации инновационной активности в России.

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ

Новые продукты, влияют на каждый жизненный аспект отдельно взятого человека, стран и экономики в целом, поэтому изучение диффузного процесса инноваций имеет важное значение. Эта тема актуальна во многих дисциплинах, включая маркетинг, экономику, медицину, сельское хозяйство, социологию, географию, теорию управления и др. Под инновационной деятельностью будем понимать – процесс трансформации идей, как правило результатов научно-технических достижений, в новый или усовершенствованный продукт, метод, практику или социальный субъект; под инновацией понимается – результат инновационной деятельности с уникальными свойствами, не имеющий аналогов с похожими свойствами; новый продукт в отличие от термина инновация имеет более узкий смысл, который покрывает товар, услугу или идею.

Фундаментальными работами в области диффузии инновации являются работы Э.Роджерса (1962) и Ф.Басса (1969).

В своей работе Эверетт Роджерс проанализировал распространения новых продуктов и сделал вывод о сегментации предрасположенности индивидов к новому продукту как показано на рисунке 1.1.

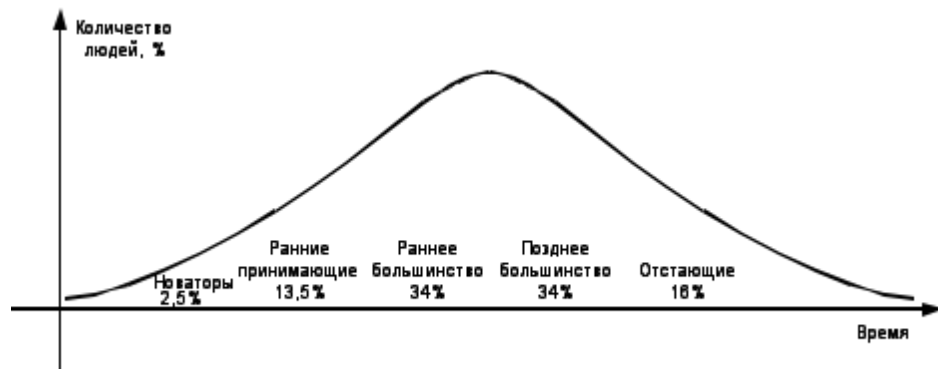


Рисунок 1.1 – Распределение сегментов принятия инновации членами общества

Классификация 5 основных сегментов:

- новаторы – очень мобильны, имеют большой круг общения, легче воспринимают идеи без практического опыта и готовы рисковать;
- ранние адепты – лидеры в своих социальных группах, которые предпочитают убедить попробовать, кажущуюся интересной, новинку тех, кто прислушивается к их словам;
- раннее большинство – адепты со средней степенью принятия новшества среди своей социальной группы;
- позднее большинство – скептически относятся к любым новшествам и принимают только после того, как его приняло большинство;
- поздние адепты – придерживаются консервативных взглядов, с трудом воспринимают новшества.

Еще один важный результат работы – этапы поведения адептов в процессе адаптации нового продукта:

- внимание;
- интерес;
- оценка;
- проверка;
- принятие;
- подтверждение.

Данная работа дает важное представление о сегментации потенциальных покупателей, что является важной частью на каждом из этапов процесса диффузии инновации.

Работа Роджерса [12] послужила основой для работы Френка Басса [10], в которой он математически формализовал эмпирические исследования и построил математическую модель диффузии инноваций:

Математическая модель Ф.Басса диффузии новых продуктов:

$$n_t = \left(p + q \times \frac{N_t}{M} \right) \times (M - N_t), \quad (1)$$

n_t – количество принявших новый продукт в момент времени t ;

M – потенциал рынка;

N_t – суммарное число принявших новый товар в момент времени t ;

p – коэффициент внешнего влияния;

q – коэффициент внутреннего влияния;

Процесс диффузии по Бассу, условно, можно разделить на два этапа.

Начальный этап, на котором доминирующую роль играет внешнее влияние (параметр p), и к числу адептов присоединяются индивиды склонные к риску;

Основной этап, когда на первый план выходит внутреннее влияние (межличностные коммуникации; параметр q). На этом этапе товар принимает большинство индивидов.

Главным результатом этой работы – вероятность принятия адептом нового продукта, при условии что он еще не принят, изменяется линейно по отношению к числу предыдущих адептов. Доказано, что графически форма будет подобно S-образной кривой, но она может быть смещена во времени параметрами модели.

Несмотря на то, что модель применима для большей части новых продуктов, она имеет ряд недостатков.

1. Модель Басса имеет низкую предсказательную способность, нуждается в данных на обоих поворотных точках (взлетной предшествующей росту и падения/замедления) для обеспечения стабильной оценки и содержательных прогнозов.

2. Параметры модели являются нестабильными и колеблются с добавлением новых наблюдений [11]. Это изменение в оценках для небольших изменений наблюдений заставляет усомниться, действительно ли параметры описывают поведение внутренних и внешних воздействий. Исследователи подвергают

сомнению основное предположение, что рост продукта обусловлен только общением [14].

3. Модель не включает в себя прямое влияние любой маркетинговой переменной цены или рекламы [7]. Это серьезная проблема, потому что большинство менеджеров хотят видеть влияние на продажи с этими двумя переменными таким как показано на рисунке 1.2.

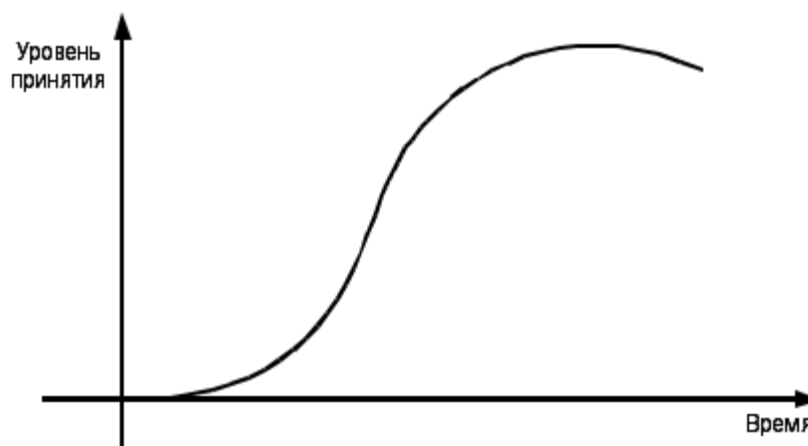


Рисунок 1.2 – S-образная кривая уровня принятия нового продукта

Стоит отметить ряд достоинств, благодаря которым работа стала основой изучения различных направлений диффузии инноваций.

1. Продажи – квадратичная функция от предыдущих совокупных продаж, модель хорошо описывает S-образную кривую, которая является типичной для большинства продаж новых продуктов.

2. Модель позволяет исследователю решить важную проблему руководителей коммерциализации нового продукта - время пика и объем продаж.

3. Модель включает в себя две хорошо известные модели, если $p=0$, то модель сводится к логистической функции диффузии и осуществляется управление процессами подражания [11]. Если параметр $q=0$, то модель сводится к экспоненциальной функции, предполагается управление только инновационными процессами. Модель Ф. Басса является более общей, делается меньше предположений, чем в вышеперечисленных двух моделях.

Все эти преимущества модели сделали ее столь популярной, что она породила парадигму в области маркетинга, которая остается и по сей день непревзойденной в сравнении с другими моделями диффузии новых продуктов.

Спецификация модели Басса проста, и не содержит маркетингового толкования переменных. За последние тридцать пять лет, огромное количество литературы, стремится обогатить модель путем включения маркетинговых переменных, ограничения поставок, а также добавлением многопрофильного взаимодействия (например, наличия конкурентоспособной продукции, дополнительных продуктов и новых технологических поколений), включения

изменяющихся во времени параметров, замена покупок, а также путем анализа моделей диффузии [1].

1.2 Добавление маркетинговых переменных в моделях диффузии инноваций

Снижение цен может повлиять на конечный рыночный потенциал. Снижение цен также может стимулировать поток домохозяйств от являющихся потенциальными адептами к адептам, увеличивая вероятность принятия.

Kamakura и Balasubramanian (1988) считают, что цены влияют только на вероятность принятия и лишь при относительно высоких ценах на товары. Следовательно, роль цены кажется неоднородной при рассмотрении любой продукции.

Джонс и Ritz (1991) предполагают, что существуют два процесса принятия, для любого нового продукта один для предприятий розничной торговли и один для потребителей. Кроме того, количество розничных продавцов, которые имеют принятый продукт определяет размер потенциального рынка потребителя. Авторы показывают, что даже если кривая потребительского принятия является экспоненциальной, когда начальный уровень распределения ограничен, структура принятия адептами принимает вид S-образной кривой, аналогично модели Басса.

Rangaswamy и Gupta (2000) обсуждают применение модели Басса к цифровым технологиям. Они постулируют, что потенциал рынка для инноваций, коэффициент имитации и коэффициент инноваций будет больше, относительно модели Басса, что приводит к увеличению объема продаж и скорости принятия нового продукта.

Басс, Krishnan и Jain (1994) включают в модель цену и рекламу, получая обобщенную модель Басса.

Обобщенная модель Басса:

$$\frac{f(t)}{[1-F(t)]} = [p + qF(t)]x(t), (2)$$

где $x(t)$ – текущие маркетинговые усилия, отражающие влияние цены и рекламы на условную вероятность принятия продукта в момент времени t , таким образом, что

$$x(t) = 1 + \frac{\beta_1 \Delta Pr(t)}{Pr(t-1)} + \frac{\beta_2 \Delta A(t)}{A(t-1)}, (3)$$

где $\Delta Pr(t) = Pr(t) - Pr(t-1)$;
 $\Delta A(t) = A(t) - A(t-1)$.

Обе эти переменные относятся к темпам изменения цен и рекламы. Модель сводится к модели Басса, когда цена и реклама остаются неизменными от одного периода к другому. Таким образом, авторы отмечают, что если процентные изменения в переменных решения постоянные, то модель не обеспечивает

аппроксимацию лучше, чем модель Басса. Поскольку модель Басса является квадратичной, относительно предыдущего периода, совокупные продажи соответствуют S-образной кривой очень хорошо, даже если опускаем маркетинговые переменные. Тем не менее, когда коэффициенты для переменных решения являются статистически значимыми, обобщенная модель Басса обеспечивает лучшее приближение, чем модель Басса.

Из недостатков данной модели можно отметить, что считается только изменения влияния переменных, а не их абсолютные уровни. Также, не учитывает влияние других важных факторов, которые влияют не зависят от маркетинговых действий, например, изменение дохода.

Существуют и достоинства представленной модели, потенциально она может включать в себя все соответствующие маркетинговые переменные, что делает модель актуальной с точки зрения управления.

Добавление в модель диффузии инноваций, предложенную Бассом, маркетинговых переменных, уточняет понимание процесса маркетинговым. Для некоторой категории товаров позволяет увеличить точность модели. Данное направление в исследованиях усложняет модель, поэтому применение имеет в конкретных областях маркетинга.

1.3 Оценка динамических параметров

Параметры модели Басса могут изменяться с течением времени из-за нескольких факторов, таких как изменение характеристики населения, продукции или экономики. Исследователи искали способы включить эту динамическую спецификацию в модель Басса. Махаян и Петерсон (1978) предложили модель потенциала рынка в зависимости от изменяющихся во времени экзогенных и эндогенных факторов, такие как социально-экономические условия, изменения населения и правительства или маркетинговых действий. Easingwood, Махаян, и Мюллер (1983) разработали модель неоднородного влияния, которая позволяет учитывать изменение во времени коэффициента имитации.

Предложенная модель:

$$\frac{dF(t)}{dt} = [p + qF(t)\delta][1 - F(t)], (4)$$

где δ – неоднородный фактор влияния.

Если значение δ равно 1, это указывает на то, что диффузия происходит с равномерным влиянием, аналогичной модели Басса. Если значение δ между 0 и 1, то ускоренное влияние приводит к более раннему и более высокому пику. Это приводит к высокому начальному коэффициенту имитации, который снижается по мере проникновения. Если значение δ больше 1, то неоднородный фактор влияния является причиной задержки влияния, которая приводит к более низкому и более позднему пику. Это указывает на то, что коэффициент имитации увеличивается с проникновением инновации на рынок. Действительно,

Easingwood (1987) показывает, что девять классов формы диффузии можно определить путем изучения различных значений коэффициента имитации и неоднородного параметра влияния. Например, продукт с низкими значениями обоих параметров имеет краткосрочный начальный период, когда влияние относительно высоко, это приводит к резкому началу процесса диффузии. Впоследствии, уровень принятия постоянный и низкий, так как влияние становится низким.

Sharma и Bhargava (1994) ставят под сомнение предположение о том, что все предыдущие адепты одинаково влияют на еще не принявших новшество. Они предлагают расширение неоднородной модели влияния, адепты, которые приняли новый продукт в недавнем прошлом, считаются более влиятельными, чем те, кто сделал это гораздо раньше.

Некоторые исследователи предлагают альтернативные функциональные формы способные обеспечить динамическую композицию параметров. Бретшнайдер и Махаян (1980), Бретшнайдер и Боузмен (1986) продемонстрировали использование подходов оценки обратной связи для оценки динамических параметров траектории. Преимущество таких динамических спецификаций является то, что они обеспечивают реалистичную интерпретацию процесса диффузии. Они не только улучшают результаты оценки, но и помогают изучить причины ускорения или замедления влияния с течением времени. Тем не менее, простота точности и способность проникновения в суть от модели приходит с потерей простоты использования.

Оценка параметров модели одна из важных задач моделирования процесса диффузии инноваций. Данной тематикой занимаются такие Махаян, Петерсон, Мюллер и др. Получая нестабильные или несходящиеся к оптимуму оценки, нельзя построить модель с жесткими требованиями к точности. Например, Махаян предлагает процедуру алгебраической оценки параметров, которая обеспечивает знакопостоянство искомых параметров, и быструю скорость сходимости алгоритма. На практике такой подход применим для некоторых товаров, и может использоваться для начальной оценки более точных алгоритмов идентификации параметров.

1.4 Применение генетических алгоритмов для задачи оценки параметров

Venkatesan, Krishnan и Kumar (2004) предлагают использовать генетические алгоритмы для оценки модели Басса. Они считают, что, поскольку этот метод сочетает в себе преимущества систематического и случайного поисков, он имеет больше шансов на достижение глобального оптимума по сравнению с последовательным поиском на основе нелинейного метода наименьших квадратов. При моделировании, в отличие от нелинейного метода наименьших квадратов, этот метод не страдает от предвзятости и систематического изменения значений параметров при добавлении большего числа наблюдений. Авторы также считают, что среднее значение абсолютных отклонений при прогнозировании для генетических алгоритмов значительно ниже, чем дополненной Каманом методики

оценки. Тем не менее, этот метод не учитывает тот факт, что параметры могут изменяться с течением времени.

Стоит отметить, что помимо перечисленных Venkatesan, Krishnan и Kumar недостатков, еще существует ряд сложностей. На практике генетические алгоритмы быстро сходятся к локальному минимуму, при этом не обеспечивая лучшего решения задачи, также требуются большие вычислительные мощности для их использования. Но об актуальности такого подхода говорит возможность комбинировать генетические алгоритмы с другими более традиционными методами решения подобных задач. Эти алгоритмы могут как дополнять друг друга, так и использоваться параллельно.

1.5 Альтернативные модели диффузии

Из-за многих ограничений модели Басса, особенно ее зависимость от процесса коммуникации, некоторые исследователи отошли от рамок и предложили совершенно новые модели. Три из них связаны с альтернативами управления: ценовая доступность, гетерогенность и планирование; а также две относятся к альтернативным явлениям, пространственной диффузии и распространения развлекательных продуктов.

1.5.1 Доступность по цене

В основе модели Басса лежит предположение о том, что новый продукт могут одинаково легко позволить себе все потенциальные адепты. Разница в моментах принятия связана с разницей получения информации от фирмы или других адептов.

Голдер и Теллис (1998) предлагают альтернативную модель, основанную на идее доступности. Они утверждают, что большинство потребителей знают о новых продуктах задолго до их приобретения. Они воздерживаются от покупки этих продуктов из-за высоких цен. Новые продукты стоят дорого, когда они только появляются на рынке, и становятся привлекательными для основной массы рынка только тогда, когда достаточно снижается цена. Потребители откладывают момент покупки пока цены не снизятся или доход не увеличится для достаточного им уровня. Следовательно, доступность является ключевым фактором роста нового продукта. Авторы модели продаж продукта в зависимости от цен, доходов, потребительских настроений и присутствие рынка используют модель Кобба-Дугласа:

$$S = P^{\beta_1} I^{\beta_2} CS^{\beta_3} MP^{\beta_4} e^{\epsilon}, (5)$$

где S – объем продаж;

P – цена;

I – доход;

CS – настроения потребителей;

MP – присутствие на рынке.

Хотя эта модель не соответствует данным, а также модели Басса, оценки коэффициентов и реакции цен кажутся более стабильными с добавлением наблюдений к серии данных и модели, кажется, дают лучшие прогнозы год вперед.

Горский (1990) разработал модель, которая включает в себя влияние цен и доступности в сочетании с эффектом межличностных коммуникаций способствующих росту продаж. Он предполагает распределения для зарплаты и цены, а также считает, что лишь часть населения будет покупать продукт. Продажи моделируются как:

$$S(t) = \left[\theta M(t) / \left(1 + e^{-\frac{(K + \bar{w}(t) - k p(t))}{\delta(t)}} \right) - Q(t) \right] [\alpha + \beta Q(t)], \quad (6)$$

где $M(t)$ – число домохозяйств в популяции;

$w(t)$ – средняя заработная плата;

$\delta(t)$ – дисперсия;

$p(t)$ – относится к средней цене;

θ – доля населения, которая будет покупать продукт;

$Q(t)$ – число отвечающих установленным требованиям лиц, которые имеют приобретенные до времени t ;

$[\alpha + \beta Q(t)]$ – показывает, как индивиду может стать известна информация о продукте от тех, кто уже купил продукт.

Если численность населения, распределение доходов, а цены остаются неизменными, то уравнение сводится к более знакомым.

1.5.2 Возрождение вымирающих технологий

В инновационном мире, как правило, лежат идеи, которые потеряли свою привлекательность на некоторое время, чтобы потом совершить следующий гигантский скачок. Тем не менее, в большинстве областей производства, образцы восстановления старых вымирающих инновации могут быть найдены. Это часто выглядит так: если бы новые технологические и социальные концепции имеют жизнь со своими собственными инстинктами выживания и адаптивными свойствами то они просто отказываются умирать. Данные явления следует относить к специальной структуре или их структура основывается на фундаментальных основах социального поведения и эволюционных процессах. В условиях, в которых уравнения континуума предсказали бы вымирание населения, предлагаемое в настоящее время микроскопическое представление доказывает, что люди самоорганизуются во временных локализованных адаптивных путях, которые обеспечивают их выживание, устойчивость, и развитие как коллектива. Подобная самоорганизация может объяснить, почему так много новшеств неизбежно возрождается. Соответственно, при оценке ценности социальных идей, тенденций и даже желаний, мы должны рассмотреть вопрос о более длительных сроках после снижения инноваций, в противном

случае мы могли бы преждевременно и ошибочно отбросить успешные перспективные концепции.

J. Goldenberga и B. Libai (2004) для того, чтобы раскрыть возможную динамику возрождения предлагают технику микрорепрезентации. Они представляют ее в два этапа:

- а) понятие микрорепрезентации;
- б) как они используют его, чтобы смоделировать перерождение.

Методы понимания таких явлений, как возрождение, как правило, относятся к базовой сложности социальных систем, которые можно рассматривать как "адаптивные сложные системы." Сложные системы обычно определяются как системы, которые состоят из большого количества людей, которые взаимодействуют друг с другом, в конечном счете создавая крупномасштабные, коллективные (макро), видимые связи. Хотя сами взаимодействия могут быть простыми во многих таких адаптивных системах, масштабность систем при работе позволяет применять модели, которые трудно предсказать, трудно отслеживать эмпирически, и зачастую почти невозможно анализировать аналитически.

Например, Гольденберг и Efroni, показывают, как исследование рынка не может предоставить фирмам инновационные идеи и получить статус первооткрывателя. Различные дисциплины, такие как физика, биология и экология, разработали теории и методы исследования как эволюционируют сложные системы. В социальных науках, которые распознают присущую сложность многих систем, таких как рынки и организации, внимание должно быть обращено на анализ сложных систем и в частности, к экономическому анализу и к целям организационного управления.

1.5.2 Механизм возрождения инноваций

Клеточное моделирование автоматов имеет широкий спектр применения. Тем не менее, для понимания возрождения требуются некоторые модификации. Клетки, которые представляют потребителей в маркетинговом применении, статичны, что приводит к ограничению микрорепрезентации. Предложенный механизм перерождения требует динамическое представление. Рассматривается бесконечная земля, населенная двумя типами агентов: смертными (умирают по истечении заданного времени) и ангелами (не умирают). Оба типа подвергаются диффузии в единицу времени. В простой модели отношения между двумя типами агентов можно определить, как подавляющую динамику, которая ранее считалась слишком сложной для понимания. Для цели исследования, представляется область, населенная агентами, состоящая, например, из потенциальных адептов нововведения, которые рассредоточены равномерно со средней плотностью $n_A(0)$ и движением в случайном направлении с коэффициентом диффузии D_A . Для простоты, агенты могут считаться бессмертными, но тогда можно ввести исчезающую смерть и темп рождения, мутации, и/или локальной или глобальной конкуренции.

Второй тип агентов, B (отдельные версии новых концепций продукта или инновации), которые также расположенные на этой территории, с начальной однородной плотностью $n_B(0)$. Агенты B подвержены диффузии тоже, прыгая между соседними узлами в направлении D_B . B -агенты погибают с постоянной скоростью μ (ϕ это число агентов B , которые остались в живых):

$$\frac{\partial n_B}{\partial t} = D_B \nabla^2 n_B - \mu n_B. \quad (7)$$

Интерпретация этого уравнения выглядит следующим образом: Новая инновация (идея или продукт) имеет конечный срок службы, в которой она должна быть замечена и быть принятой или использоваться кем-то, или она исчезает из коллективной памяти общества.

$$\frac{\partial n_B}{\partial t} = D_B \nabla^2 n_B + \lambda n_A n_B - \mu n_B. \quad (8)$$

Смысл этого уравнения – инновации B распространяются через общество только тогда, когда адепты знают и используют ее. Рост сохраняет копию инноваций и либо передает вторую копию инновации кому-то еще или передается достаточно позитивное знание о ней, для того, чтобы кто-то еще имел возможность увидеть полезность инноваций и принять ее как адепт.

Исходя из допущения непрерывности, можно сделать вывод о том, что A (потенциал адептов) достигает пространственно однородного распределения: $n_A(x) = n_A$, в то время как изменения во времени B ($\partial n_B / \partial t$) представлено линейным дифференциальным уравнением:

$$\frac{\partial n_B}{\partial t} = D_B \nabla^2 n_B + (\lambda n_A - \mu) n_B. \quad (9)$$

Первый член представляет собой эффект униформизации B (инноваций) процесса диффузии в то время как μ указывает на то, что определенная часть B вымирает в единицу времени. $\lambda n_A n_B$ представляет собой распространение B в присутствии агентов A (которые предоставляют ресурсы для существования B). уравнение является линейным относительно n_B и через некоторое время решение приобретает вид:

$$n_B(t) = n_B(0) e^{t(\lambda n_A - \mu)}. \quad (10)$$

Уравнение (10) предсказывает, что при $\lambda n_A < \mu$ популяция B будет уменьшаться экспоненциально.

В целом, это исследование привлекло внимание к тенденции «назад в будущее», в которой успешный продукт, который исчез, может вернуться, чтобы начать свой жизненный цикл сначала. Предложена модель, которая может давать стабильное объяснение динамики, для того чтобы управлять этой цикличностью.

Имеет ли место явление перерождения в удаленных категориях и сфере, с другими параметрами рынка. Предложенная модель не зависит от уникального случая, скорее имеет более общий характер и основана на общих принципах эволюционного моделирования.

1.6 Патентный анализ

Конкуренция и сложность в индустрии розничной торговли увеличиваются из-за быстрых технологических изменений и диффузии. Патентный анализ широко используется в инновационных исследованиях для оценки и мониторинга технологических изменений в различных секторах.

В своей работе E.Pantano, Constantinos-Vasilios Priporas (2016) дают полное представление инновационных сил, влияющих на сектор розничной торговли, сосредоточивая внимание на оценке инновационных уровней путем классификации и анализа запатентованных разработок. На базе технологии инновации могут объединять отдых и развлечения в розничной опыт, а также предоставлять новый опыт торговли и усовершенствовать услуги розничной торговли (Arnold и Reynolds, 2003; Demirkan и Spohrer, 2014; Hristov и Reynolds, 2015; Johnson и др., 2015; Poncin и Mimoun 2014).

Как следствие, эти новшества требуют от отрасли розничной торговли поиска новых и эффективных решений для улучшения потребительского опыта и управления менеджментом. Эти нововведения могут существенно изменить картину розничной торговли (Hopping, 2000; Pantano, 2016).

На самом деле, инфляция спроса в значительной степени рассматривается как движущая сила (Pantano, 2014; Venugopalan и Rai, 2015). Тем не менее, это увеличивает технологическую сложность, в сочетании с более коротким жизненным циклом технологии, трудно принимать решения об обновлении (Han и Shin, 2014).

В последние годы делаются попытки исследовать инновационные силы, влияющие на отрасль, сосредоточив внимание на руководстве (Pantano, 2014; Tsai и др., 2010), управлении процессами (Evanschitzky и др., 2015), а также инновационные результаты потребительского опыта (Demirkan и Spohrer, 2014; Pantano, 2014; Poncin и Mimoun, 2014). Кроме того, прогнозирование успешности будущих технологий играет важную роль для маркетологов при прогнозировании успешности инвестиций в эти технологии (Altuntas и др., 2015). Глубокое понимание инновационных сил, влияющих на мощь сектора дает полезную информацию руководителям для лучшего управления инвестициями и стратегическим планированием (Barros, 2015). Эти исследования дают представления о факторах принятия потребителями инноваций в условиях розничной торговли, но эмпирические исследования не дают понимание самой розничной торговли, в каком секторе высокая или низкая инновационная активность. Кроме того, они не пытаются классифицировать критические области развития в отрасли. Однако, некоторые авторы (Lee и др., 2011) акцентируют внимание на то, в какой степени усложнение и доступность технологических

инноваций требует от компаний отслеживать технологические изменения для того, чтобы сохранить рентабельность бизнеса. Существует потребность в точных измерительных инструментах, позволяющих развивать понимание инновационной силы в розничной торговле и обеспечения исследователей новыми способами успешной конкуренции в новом контексте. Другие отрасли столкнулись с проблемой оценки инноваций, а также начали использовать патентный анализ в качестве надежного инструмента для оценки.

1.6.1 Патенты как мера инноваций

Технологические изменения – эволюционные процессы, которые требуют постоянного мониторинга, чтобы позволить фирмам понять текущий сценарий и соответствующим образом реагировать таким образом, чтобы сохранить свои конкурентные преимущества (Lee и др., 2011). Патенты обладают способностью отражать изобретательскую деятельность и инновации, и могут быть использованы для анализа эволюции технологии в определенной области (в том числе географических районах, отдельных отраслей, стран и т.д.) (Басберг, 1987) В основном, патенты состоят из документа, который включает в себя "Источник технических и коммерческий знаний о техническом прогрессе и инновационной деятельности". Это наиболее часто используемый способ защиты изобретений фирм. Они предоставляют подробную информацию о технологии, в том числе технических и рыночных характеристиках, критерии оригинальности, таких, как технической осуществимости и коммерческой ценности, и информации об изобретателях. Патенты – публичные документы, которые представляют информацию в стандартизированной форме, доступ к которым можно легко получить через государственные и коммерческие базы данных. Авторы заметили, что рост патента повторяет тенденцию, аналогичную s-образному росту, считая, что новая технология включает в себя весьма ограниченное число патентов, в то время как в период быстрого роста включает в себя огромное количество патентов. Поэтому патентный анализ способен контролировать технологические изменения:

- он определяет экономические показатели, которые синтезируют связь между технологическим развитием и экономическим ростом;
- оценивает технологические потоки и их последующее влияние на производительность;
- оценивает конкурентоспособность фирм, сравнивая инновационный выступления в национальном и международном контексте, а также оценивает конкурентоспособности фирм;
- создает планы технологий которым лучше определить инвестиции, необходимые приоритеты деятельности, так как приобретение патентных прав требует много времени и финансовые ресурсы.

Следовательно, патентный анализ обеспечивает концептуальную или качественную меру технологических изменений, при прогнозировании будущих тенденций на основе информации, извлеченной патентами через численные

результаты по этим причинам, он успешно используется в агропродовольственном секторе для измерения инновационной деятельности на уровне фермерских хозяйств путем разработки индекса сельскохозяйственных инноваций (Lapple и др., 2015), в семейном бизнесе, чтобы оценить экономическую и технологическую важность инноваций для семейных фирм (Block и др., 2013).

1.6.2 Источник данных и процедура

Фактические системы классификации не используются определенные категории для патентов в розничной торговле, которые лежат на пересечении пяти широких областей (аудио-визуальные технологии, цифровая связь, компьютерные технологии, ИТ-методы управления, а также других товаров народного потребления). Выбор патента, основанный на классификации кодов ограничивает способность исследовать изобретательскую деятельность конкретного продукта или областей рынка (Венугопалана и Rai, 2015). Первый этап отбора патентов, включает словосочетания "Розничной торговли" в названии или в аннотации от Европейского патентного ведомства (ESPACENET). Аналогичным образом, ограничили исследование патентов, которые были предоставлены в период с 2010 по 2014 года. Эта процедура позволила собрать 3500 патентов. Так как фильтр не позволял выбрать только патенты, которые были строго связаны с розничной торговлей, поэтому дополнительно вручную просеивались патенты и было выбрано 1772. Этап отсеивания состоял из чтения каждой аннотации и ручного удаления патентов, относящихся к особенности упаковки для лучшего сохранения определенного продукта. При построении начального набора данных для каждого патента включали следующую информацию: номер, название, аннотация, дата подачи заявки, дата принятия, владельцы патентов и страна. Патенты имели различную природу происхождения, включали в себя методы для определения розничных продаж шин, новые системы дополненной реальности для улучшения торгового опыта, или методологии рекомендаций продуктов на основе списка покупок и бюджета и т.д.

Анализ фактических патентов, выданных для розничной торговли, дает обзор инноваций, которые можно было бы интегрировать в магазины в будущем, результаты еще более расширяют предыдущие исследования на эволюцию точек продаж предвосхищая сценарий, в котором используемые технологии будут ориентированы на улучшение торгового опыта. Таким образом, будущие инвестиции в инновации могут быть ориентированы в направлении критических областей, для того, чтобы поддерживать конкурентные преимущества. Причина такого интереса заключается в огромном потребительском спросе на инновации в точках продажи, а также о осведомленности розничных продавцов о преимуществах, выходящих из внедрения смарт-технологий.

1.7 Выводы по разделу

В обзоре литературы рассмотрены основные положения диффузии инноваций и оценки инновационной активности. Выбрано направление оценки инновационной активности на основе основных макроэкономических показателей в России и индексов Московской межбанковской валютной биржи отрасли телекоммуникаций. Построение математической модели прогнозирования инновационной активности в России на основе регрессионного анализа рынка телекоммуникаций. Среди рассматриваемых факторов выбираются наиболее информативные. Построенная модель проверяется на адекватность, делается оценка ошибки аппроксимации построенного прогноза. На основе модели делаются выводы о эффективности управления отраслевой экономикой правительством.

Цель выпускной квалификационной работы – прогноз динамики инновационной активности в России

Задачи выпускной квалификационной работы:

1. Исследование динамики инновационной активности в РФ;
2. Исследование модели и методов анализа инноваций;
3. Построение многофакторной регрессионной модели для прогнозирования инновационной активности;
4. Построение модели для прогнозирования инновационной активности исходя из сути экономического процесса;
5. Прогнозирование индекса ММВБ отрасли телекоммуникации.

2 РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДЕКСА АКЦИЙ КОМПАНИИ ОТРАСЛИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ.

Индекс ММВБ (Московская межбанковская валютная биржа), который представляет собой взвешенный по эффективной капитализации индекс, в состав которого входят наиболее торгуемые акции российских предприятий.

Телекоммуникационная отрасль в настоящее время – это самая быстрорастущая отрасль в каждой стране. Телекоммуникационная отрасль обеспечивает связь при помощи современного электронного оборудования такого, как компьютеры, телефоны, модемы, а также спутники и волоконно-оптические кабели. Данная отрасль является одной из основных отраслей экономики РФ. Отрасль обеспечивает такие услуги, как мобильная связь, документальная электросвязь, IP-телефония, Интернет и IP-технологии. Данная отрасль бесспорно является основной инновационной отраслью в нашей стране, поэтому прогноз инновационной динамики в России осуществляется на примере отрасли телекоммуникации.

Рассмотрим значения индексов ММВБ отрасли телекоммуникаций в России и США (период с 03.09.2007 по 13.06.2016 с шагом в одну неделю) представленные на рисунке 2.1.

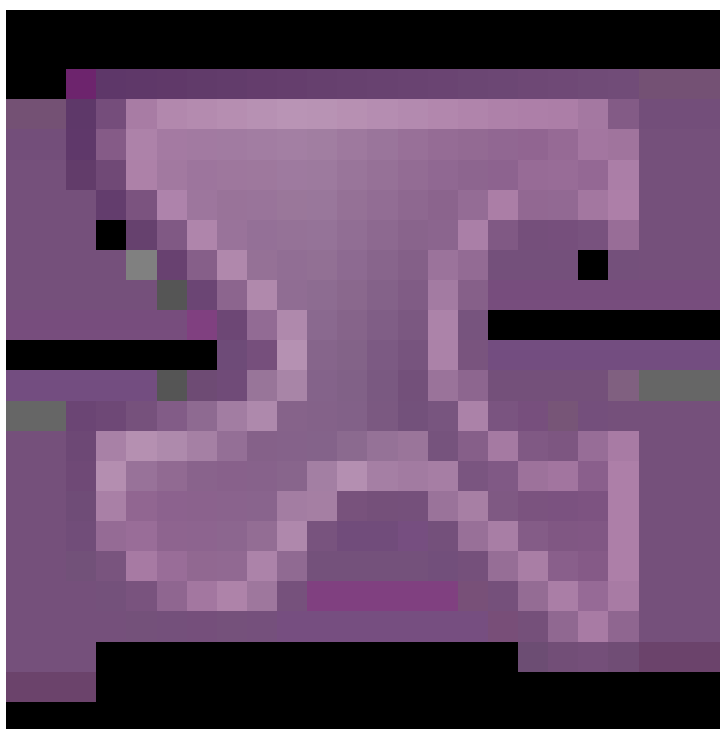


Рисунок 2.1 - График значений индексов ММВБ отрасли телекоммуникаций в России и США, недельные данные с 03.09.2007 по 13.06.2016.

На графике видно, что значение индекса США превышает значение индекса России. Такое несоответствие возможно из-за зависимости отрасли телекоммуникаций России от экспорта, а следовательно, в частности, от

экономики США. Долларовая зависимость нашей страны приводит к дефициту рублевой денежной массы. В результате чего государству требуется искусственно пополнять ее, что безусловно вызывает инфляцию. Очевидно, что инфляция непосредственно влияет на уровень жизни населения и экономики в целом.

Из вышесказанного следует, что одним из путей повышения уровня экономики является развитие не ресурсно-ориентированных отраслей, а развития инновационно-ориентированных производств. Однако, возникает вопрос конкурентоспособности наших предприятий. На наш взгляд неоспоримым преимуществом предприятия является успешное проведение инновационной деятельности. Инновационная деятельность безусловно должна быть обеспечена соответствующей инфраструктурой: благоприятный климат для бизнеса, соответствующая законодательное стимулирование инновационной деятельности, обеспечение рыночных законов и т.д. В настоящее время проводится активная политика (особенно в ситуации с санкциями) повышения качества экономического климата, в том числе инновационной деятельности. Поэтому мы поставили для себя непосредственную задачу построить модель инновационной активности России и построить прогноз на ближайшие перспективы на примере телекоммуникационной отрасли.

Графический анализ временного ряда уровней индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций в России на рис. 2.1, свидетельствует о ярко выраженном «V-образном» кризисе в 2008–2009 гг., начальным импульсом которого, послужило падение цен на нефть, следовательно, и с опасениями иностранных инвесторов по поводу возможной девальвации рубля. Похожая ситуация была в 1997–1998 гг., это говорит о циклическом характере российской экономики и сильной зависимости от мировых цен на сырье, такое как нефть и газ.

Выход из кризиса фондового рынка всего за 19 месяцев, для сравнения выход из кризиса 1997–1998 гг. составил 73 месяца, говорит о гибкости и эффективности деятельности властей.

Стоит отметить, что кризис носил глобальный характер, на данном интервале графический анализ временного ряда уровней ММВБ отрасли в США, свидетельствует о кризисе, но менее масштабном, начало которому положил ипотечный кризис США. Он повлек за собой падение цен на акции компаний на мировом рынке.

Организацией экономического сотрудничества и развития 13.11.2008 был опубликован экономический обзор, в котором констатировалась синхронная рецессия мировой экономики, сравнимая сопоставимая со спадом после Второй мировой войны. Этот факт не мог не отразиться и на индексе ММВБ, усугубив экономическое положения российских компаний.

Применительно к математической модели описывающей современные реалии российской экономической ситуации, возникает необходимость принятия управленческих решений под воздействием многих внутренних и внешних факторов, в том числе таких значительных как кризис.

Для построения модели прогнозирования уровня ММВБ отрасли телекоммуникации, как факторы рассматриваются акции таких компаний как:

(ПАО «Сбербанк России», ПАО «Газпром», ПАО «Роснефть»), а также валютная пара рубль/доллар, нефть марки Brent по шкале Чеддока, статистика безработицы и ВВП РФ, а также индекс ММВБ отрасли телекоммуникаций США.

Рассмотрим данные факторы с экономической точки зрения.

Публичное акционерное общество «Сбербанк России» на сегодняшний день занимает треть банковской системы страны. Сбербанк является основным кредитором российской экономики. Также банк занимает крупнейшую долю на рынке вкладов. Сбербанк предоставляет такие услуги как кредитования различных видов, денежные переводы, банковское страхование и другие виды услуг связанные с валютой.

ПАО «Газпром» является глобальной энергетической компанией, основными направлениями деятельности которой является геологоразведка, добыча, транспортировка, хранение, переработка и реализация нефти и газа. Самыми богатыми в мире запасами природного газа обладает именно «Газпром».

Также данное общество является крупнейшим поставщиком газа как российским, так и зарубежным потребителям и входит в четверку крупнейших производителей нефти в РФ.

ПАО «Роснефть» это крупнейшая российская нефтегазовая компания-производитель нефти. «Роснефть» добывает приблизительно 40 % нефти страны. Также компания насчитывает порядка 2500 АЗС в РФ и лидирует по вкладу в федеральный бюджет РФ. Например в 2015 г. – это около 20 % от доходной части бюджета страны.

Нефть марки Brent – это нефть добываемая в Северном море. Данная марка является эталонной, а также одной из основных марок нефти. Также данная марка это основа для ценообразования для многих других сортов нефти.

ВВП – макроэкономический показатель, отражающий рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг, произведенных за год во всех отраслях экономики на территории государства для потребления, экспорта и накопления.

Безработица – это социально-экономическое явление, при котором часть рабочей силы не занята в производстве товаров и услуг. Выделяют три вида безработицы:

- 1) фрикционную;
- 2) структурную;
- 3) циклическую.

Применительно к рассматриваемой модели охарактеризуем структурную и циклическую безработицу. Структурная безработица как явление возникло в «постреформальный» период (после перехода к рыночной экономике). Подверглась изменению развития большинства отраслей, в следствии чего возник избыток рабочей силы в одних отраслях (отрасли промышленности) и нехватка в других, инновационных отраслях (отрасль телекоммуникации и ИТ-технологий). Причина структурной безработицы – несоответствие структуры рабочей силы структуре рабочих мест. Это означает, что люди, имеющие профессии и уровень квалификации, не соответствующие современным требованиям и современной отраслевой структуре, будучи уволенными, не могут найти себе работу. Кроме

того, к структурным безработным относятся люди, впервые появившиеся на рынке труда, в том числе выпускники высших и средних специальных учебных заведений, чья профессия уже не требуется в экономике. К структурным безработным относятся также люди, потерявшие работу в связи с изменением структуры спроса на продукцию разных отраслей. В разные периоды времени спрос на продукцию одних отраслей растет, поэтому производство расширяется и требуются дополнительные рабочие, а спрос на продукцию других отраслей падает, производство сокращается, и рабочих увольняют. На данном этапе можно говорить о стабильном росте рынка телекоммуникаций, а следовательно росте спроса на квалифицированные кадры. Это не может не отразиться на рынке труда. Циклическая безработица представляет собой отклонения от естественного уровня безработицы, связанные с краткосрочными колебаниями экономической активности. Циклическая безработица – это безработица, причиной которой выступает рецессия (спад) в экономике, когда фактический ВВП меньше, чем потенциальный. Это означает, что в экономике имеет место неполная занятость ресурсов и фактический уровень безработицы выше, чем естественный. В современных условиях существование циклической безработицы связано как с недостаточностью совокупных расходов в экономике (низким совокупным спросом), так и с сокращением совокупного предложения.

Матрица парных коэффициентов корреляции показывает влияние факторов друг на друга и на зависимый показатель y . Ее построение – необходимый шаг в построении уравнения множественной регрессии с информативными факторами, так как с ее помощью выявляется мультиколлинеарность факторов. Определитель матрицы $\Delta \approx 0,01$, очень близок к нулю, следовательно имеет место мультиколлинеарность факторов.

Построим таблицу корреляций.

Согласно данным таблицы 2.1, стоимость акций ПАО «Сбербанк России», ПАО «Газпрома», нефти марки Brent по шкале Чеддока, имеют среднюю силу связи, а ПАО «Роснефть» слабую силу связи с индексом ММВБ отрасли телекоммуникации. Стоит отметить, что индекс ММВБ оказывает слабое влияние на курс валютной пары рубль/доллар, так как коэффициент корреляции отрицателен.

Исходя из мультиколлинеарности таких факторов как стоимость акций ПАО «Сбербанк» и стоимость акций ПАО «Роснефть», из рассмотрения модели следует исключить ПАО «Роснефть» так как сила связи фактора с индексом ММВБ отрасли телекоммуникаций слабее, чем у акций компании ПАО «Сбербанк». Стоимость акций компании ПАО «Газпром» имеют слабую силу связи с индексом ММВБ отрасли телекоммуникаций, поэтому данный фактор – не информативен. Курс валютной пары рубль/доллар также имеет слабую силу связи, однако, на краткосрочном периоде, оказывает значительное влияние, а следовательно фактор – информативен.

Теперь, рассмотрим динамику индекса ММВБ отрасли телекоммуникации с индексами ММВБ компаний других ведущих отраслей экономики Российской Федерации, а также валютной парой рубль/доллар. На рисунке 2.2 представлен

график динамики индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций, индекса ММВБ ОАО «Сбербанк» и валютной пары рубль/доллар.

Таблица 2.1

Матрица корреляции рассматриваемых факторов

	Телекоммуникации РФ	ПАО «Сбербанк»	ПАО «Газпром»	ПАО «Роснефть»	Рубль/доллар	Нефть марки Brent	Безработица РФ	ВВП РФ	ША Телекоммуникации
Телекоммуникации РФ	1,00								
ПАО «Сбербанк»	0,81	1,00							
ПАО «Газпром»	0,41	0,19	1,00						
ПАО «Роснефть»	0,52	0,76	0,10	1,00					
Рубль/доллар	-0,21	0,15	-0,42	0,47	1,00				
Нефть марки Brent	0,65	0,32	0,36	0,05	-0,68	1,00			
Безработица РФ	-0,43	-0,48	0,07	-0,39	-0,28	-0,33	1,00		
ВВП РФ	0,74	0,53	0,61	0,14	-0,46	0,66	-0,35	1,00	
Телекоммуникации США	0,45	0,60	0,10	0,60	0,42	0,09	-0,78	0,23	1,00

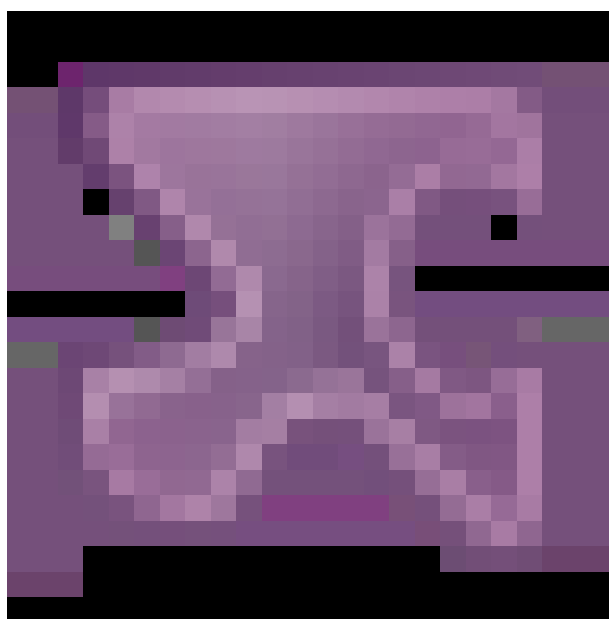


Рисунок 2.2 – Значение индексов ММВБ отрасли телекоммуникаций, ПАО «Сбербанк», валютной пары рубль/доллар в период с 03.09.2007 по 13.06.2016

Из рис. 2.2 видно, что динамика индексов отрасли телекоммуникации схожа с индексами ПАО «Сбербанка». На наш взгляд это связано с зависимостью

экономики России от макроэкономических показателей глобальной экономики. Однако, с марта 2015 г. с начала введения санкций прежде всего финансовая сфера нашей экономики начала приходить в упадок. Для предотвращения кризиса в финансовую сферу, очевидно, государство провело денежное вливание. Именно поэтому на графике виден заметный скачок индекса Сбербанка.

Относительно влияния курса доллара на телекоммуникационную отрасль, можно сказать, что зависимость по коэффициенту корреляции $r = -0,26$ является незначимой. Хотя с другой стороны представляется странным, потому что большинство оборудования и комплектующий для реализации на территории РФ для отрасли телекоммуникаций закупается в других странах.

Теперь рассмотрим динамику индекса ММВБ отрасли телекоммуникации с индексами ММВБ ПАО «Газпром». На рисунке 2.3 представлен график динамики индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций, индексом ММВБ ПАО «Газпром».

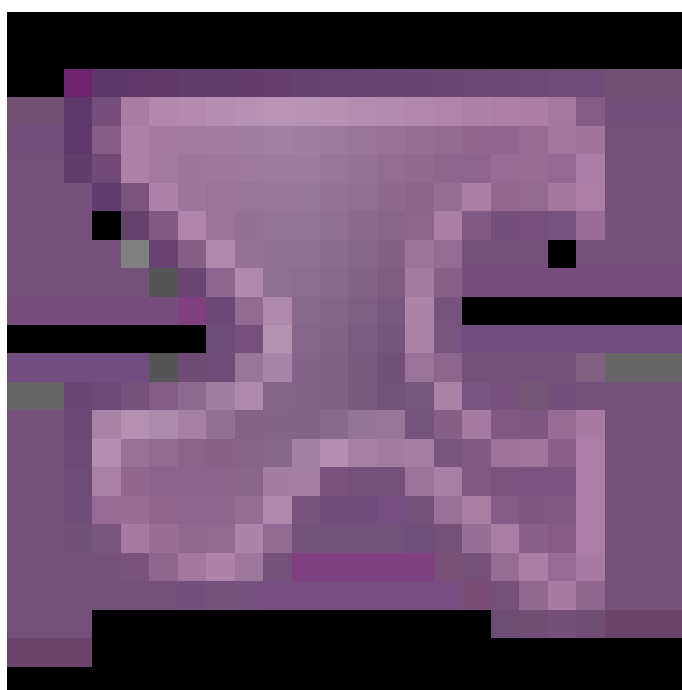


Рисунок 2.3 – Значение индексов ММВБ отрасли телекоммуникаций и ПАО «Газпром» в период с 03.09.2007 по 13.06.2016

Графический анализ свидетельствует о средней силе связи рассматриваемых индексов, что подтверждается коэффициентом корреляции $r = -0,45$.

Рассмотрим динамику индекса ММВБ отрасли телекоммуникации с индексами ММВБ нефти марки Brent и ММВБ ПАО «Роснефть». На рисунке 2.4 представлен график динамики индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций, индексом ММВБ нефти марки Brent и ММВБ ПАО «Роснефть».

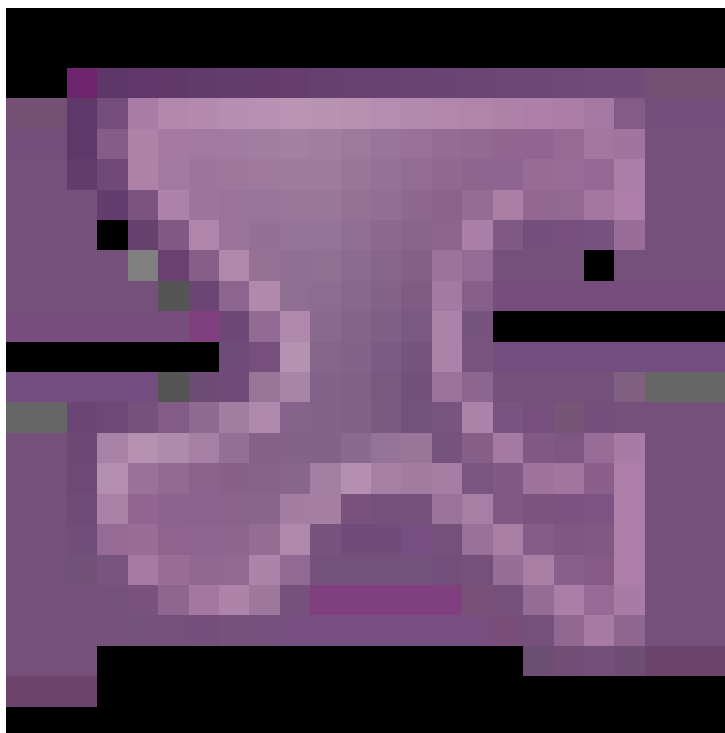


Рисунок 2.4 – Значение индексов ММВБ отрасли телекоммуникаций, ПАО «Роснефть», нефти марки Brent в период с 03.09.2007 по 13.06.2016

Графический анализ свидетельствует о слабой силе связи индекса ММВБ ПАО «Роснефть» и средней силе связи индекса ММВБ нефти марки Brent, что подтверждается коэффициентами корреляции $r = -0,31$ и $r = 0,61$ соответственно.

Нефть на ММВБ оказывает краткосрочное влияние на большинство отраслей, что связано значимой долей экспорта на мировом рынке РФ. Долгосрочное же влияние, как видно на рис. 2.3, снижается.

Далее рассмотрим статистику ВВП и безработицы в РФ в период с 03.09.2007 по 08.08.2016. В ходе сравнения динамики этих индексов были подсчитаны коэффициенты корреляции, которые равны $r = 0,72$ и $r = -0,42$ соответственно.

Для построения зависимости выбранных факторов на индекс ММВБ отрасли телекоммуникаций выбрана аддитивная модель вида:

$$y = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 + \alpha_4 x_4 + \alpha_5 x_5 + \alpha_6 x_6 + \alpha_7 x_7 + \alpha_8 x_8, (11)$$

где α_i – коэффициент уравнения линейной регрессии при x_i факторе;

x_1 – стоимость акций ПАО «Сбербанк»;

x_2 – стоимость акций ПАО «Газпром»;

x_3 – стоимость акций ПАО «Роснефть»;

x_4 – рубль/доллар;

x_5 – нефть марки BRENT;

x_6 – статистика безработицы РФ;

x_7 – статистика ВВП РФ;

x_8 – индекс ММВБ отрасли телекоммуникации США.

Построим график данной модели, а также график значений индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций (рисунок 2.5).

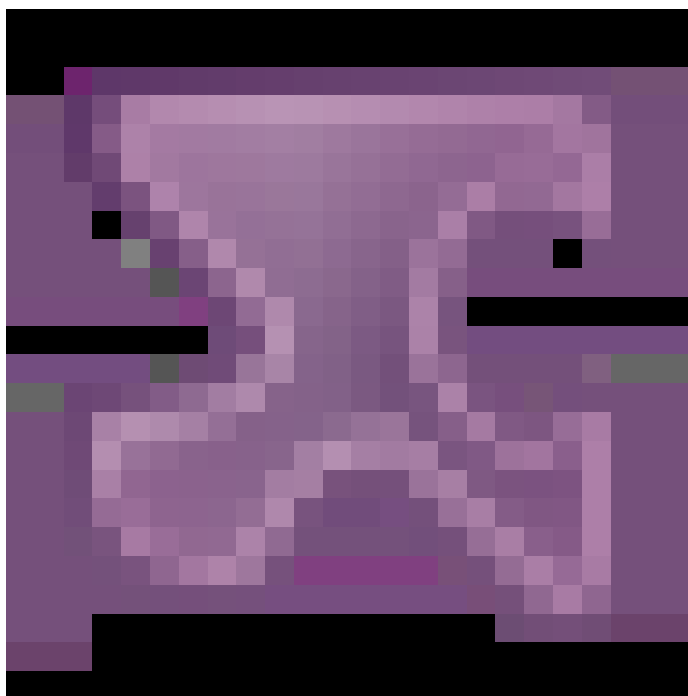


Рисунок 2.5 – Значение индексов ММВБ отрасли телекоммуникаций в России и построенной модели в период с 03.09.2007 по 13.06.2016

Для получения наилучших оценок параметров линейной модели множественной регрессии необходимо выполнение теоремы Гаусса-Маркова. Проверка разработанной модели подтвердила выполнение всех условий теоремы, что говорит о наилучшей оценке параметров модели о множественной регрессии.

Важным этапом в проверке гипотез о статистической значимости модели является определение закона распределения случайных величин. Для проверки гипотезы о виде распределения выбран критерий согласия Пирсона. Согласно этому критерию исходная выборка имеет ассиметрическое распределение. Исходя из этого можно сделать вывод о необходимости использования параметрических критериев оценки статистической значимости модели.

При решении вопроса о наличии различий между выборками проводят проверку статистических гипотез о принадлежности обеих выборок одной генеральной совокупности или о равенстве средних. В случае, когда вид распределения или функция распределения нам известны, задачу оценки различий двух групп независимых наблюдений можно решить с использованием параметрических критериев.

Теснота связи между факторами и индексом ММВБ отрасли телекоммуникации определяется коэффициентом детерминации R^2 , он принимает

значения от 0 до 1. Чем больше коэффициент, тем сильнее связь. Если коэффициент не превосходит 0,3, зависимость очень слаба.

Показатель R^2 при показательной модели принимает значение 0,857. Это значительно превосходит 0,3, следовательно, влияние факторов на индекс ММВБ отрасли телекоммуникаций значительно.

Ошибка аппроксимации показывает отклонение расчетных значений от фактических. Располагается в границах от 0 до 100. Чем меньше значение, тем более качественно построена модель. Ошибка аппроксимации в построенной модели равна 7,404, что говорит о достаточной точности построенной модели (допустимой ошибкой считается ошибка до 10).

Ошибка аппроксимации рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{\sum |k_i - y_i| / y_i}{n} 100\% \quad (12)$$

где y_i – i -е значение индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций;

k_i – i -е значение индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций рассчитанное по построенной модели.

Для проверки нулевой гипотезы о равенстве средних значений двух совокупностей используется t – критерий Стьюдента. Частным случаем линейного ограничения является проверка гипотезы о равенстве коэффициента b_j регрессии некоторому значению. В этом случае соответствующая t – статистика вычисляется по формуле:

$$t = \frac{b_j}{S_{b_j}} \quad (13)$$

Линейная модель регрессии:

$$t_{крит} = 1,966;$$

$$t_1 = 11,752;$$

$$t_2 = 0,924;$$

$$t_3 = -0,061;$$

$$t_4 = 2,777;$$

$$t_5 = 9,688;$$

$$t_6 = 4,021;$$

$$t_7 = 5,855;$$

$$t_8 = 2,658.$$

статистическая значимость коэффициентов регрессии t_2 и t_3 не подтверждается (принимается гипотезу о равенстве нулю этих коэффициентов). Это означает, что в данном случае коэффициентами t_2 и t_3 можно пренебречь, данный факт подтверждает правильность проведения факторного анализа.

Используем F-критерий Фишера для проверки гипотезы о равенстве нулю всех коэффициентов уравнения множественной регрессии:

$$t_{расчет}(309,153) > t_{таблич}(1,961). \quad (14)$$

Фактическое значение F-критерия значительно больше критического, что свидетельствует о надежности и значимости модели.

Для построения модели зависимости t_i -х факторов и зависимого показателя необходимо построить матрицу парных коэффициентов. Коэффициент корреляции факторов – элемент матрицы находящийся на пересечении столбцов/строк факторов. Матрица является симметричной относительно главной диагонали. Элементы главной диагонали равны единице, так как зависимость фактора самого от себя – единица. Определитель матрицы близок к нулю, что говорит о наличии мультиколлинеарности. Для выявления информативных факторов необходимо оценить влияние фактора на зависимый показатель и избавиться от мультиколлинеарности. Значительное влияние на индекс ММВВ отрасли телекоммуникации оказывают все факторы, кроме t_2 и t_3 , так как их корреляция с y меньше 0,25. Остальные же факторы превышают выбранный порог. Анализ матрицы парных коэффициентов, выявил мультиколлинеарность факторов стоимость акций компании ПАО «Сбербанк» и стоимость акций компании ПАО «Роснефть». Информативным фактором выбраны стоимость акций ПАО «Сбербанк», валютная пара рубль/доллар, стоимость нефти марки Brent, уровень безработицы, ВВП России, индекс ММВВ отрасли телекоммуникаций США, так как их влияние на индекс ММВВ отрасли телекоммуникаций наибольшее, остальные же факторы повышают точность модели, но не являются статистически значимыми. Построенная модель с полным набором факторов и только с набором информативных факторов, удовлетворяют критериям Стьюдента и Фишера, что свидетельствует об ее надежности и значимости. Качество модели оценивается ошибкой аппроксимации (A , %), полученные значения 7.404, допустимой считается ошибка в пределах 10 %.

Графический анализ и статистические данные говорят о том, что после окончания кризиса 2008 г., влияние рассматриваемых факторов на индекс ММВВ отрасли телекоммуникаций изменилось. Для того чтобы оценить на данной модели действия государственного урегулирования и более точно понять природу данного процесса, необходимо построить модель кризисного и посткризисного периода.

Для построения модели прогнозирования уровня ММВВ отрасли телекоммуникации посткризисного периода, как факторы рассматриваются акции таких компаний как: ПАО «Сбербанк», ПАО «Газпром», ПАО «Роснефть», а также валютная пара рубль/доллар, нефть марки Brent по шкале Чеддока, статистика безработицы и ВВП РФ, а также индекс ММВВ отрасли телекоммуникаций США.

Необходимо построить матрицу парных коэффициентов корреляции. Определитель матрицы $\Delta \approx 0,01$, очень близок к нулю, следовательно имеет место мультиколлинеарность факторов.

Для построения модели прогнозирования индекса ММВВ отрасли телекоммуникаций необходимо провести факторный анализ, отобрать только

информативные факторы для сохранения свойства избыточности информации. Согласно данным таблицы 2.1 стоимость нефти марки Brent линейно зависит от курса валютной пары рубль/доллар, что подтверждается валютным кризисом 2014 года в России, последствиями которого стало резкое ослабление рубля, на фоне обвала мировых цен на нефть. В модели будем рассматривать только курс валютной пары рубль/доллар, так как она оказывает большее влияние на индекс ММВБ отрасли телекоммуникаций, а так же лучше коррелирует с другими факторами. Тесно связаны стоимость акций ПАО «Газпром» и ВВП России. Для устранения мультиколлинеарности в построении модели используется только ВВП России. Зависимость индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций от стоимости акций ПАО «Роснефть» согласно данным таблицы 2.2 не подтвердилась, однако, стоимость этих акций имеет среднюю силу связи со стоимостью акций ПАО «Сбербанк». Следовательно, стоимость акций ПАО «Сбербанк» необходимо включить в рассмотрение модели. Несмотря на среднюю силу связи безработицы и стоимости акций ПАО «Сбербанк», данные факты информативны и поэтому необходимо рассматривать их в данной модели.

Таблица 2.2

Матрица мультиколлинеарности рассматриваемых факторов

	Телекоммуникации РФ	ПАО «Сбербанк»	ПАО «Газпром»	ПАО «Роснефть»	Рубль/доллар	Нефть марки Brent	Безработица РФ	ВВП РФ	Телекоммуникации США
Телекоммуникации РФ	1,00								
ПАО «Сбербанк»	0,35	1,00							
ПАО «Газпром»	0,65	0,20	1,00						
ПАО «Роснефть»	-0,19	0,57	-0,08	1,00					
Рубль/доллар	-0,78	-0,01	-0,38	0,59	1,00				
Нефть марки Brent	0,78	0,05	0,33	-0,46	-0,91	1,00			
Безработица РФ	0,40	0,13	0,71	-0,15	-0,26	0,03	1,00		
ВВП РФ	0,70	0,16	0,57	-0,49	-0,83	0,72	0,49	1,00	
Телекоммуникации США	-0,40	0,21	-0,59	0,59	0,55	-0,31	-0,73	-0,70	1,00

Опишем выбранные факторы с экономической точки зрения.

Так как ВВП – макроэкономический показатель, отражающий рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг, произведенных за год во всех отраслях экономики на территории государства для потребления, экспорта и накопления. А отрасль телекоммуникаций является одной из ведущих отраслей РФ,

следовательно, ВВП оказывает значительное влияние на индекс ММВБ отрасли телекоммуникации. Согласно данным таблицы 2.2 такие факторы как индексы ММВБ нефти марки Brent, валютной пары рубль/доллар, индексы ММВБ Газпром являются мультиколлинеарными, что объясняется тем, что Россия является одним из крупнейших экспортеров нефтегазовой отрасли, которая – доминирует над остальными отраслями. Помимо этого стоимость нефтяной продукции сильно влияет на валютную пару рубль/доллар, что подтверждается резким падением курса рубля по отношению к доллару после «обвала» цен на нефть (дата).

Отрасль телекоммуникации является одним из важнейших секторов экономики РФ, которая обеспечивает функционирование других отраслей хозяйства. Данная отрасль несмотря на кризис активно начала развиваться в 2008 году. Чтобы поддерживать отрасль телекоммуникаций и стараться выходить на мировой уровень в данном направлении государство начало активно инвестировать средства в данную отрасль.

Сбербанк же является одним из самых крупных российских банков. Контрольный пакет акций Сбербанка принадлежит ЦБ РФ. Так как зарубежное инвестирование отраслей РФ запрещено, банк занимается инвестированием различных отраслей в том числе и отрасли телекоммуникации. О чем наглядно свидетельствуют примеры реализованных проектов:

1) привлечение долгосрочного финансирования на сумму \$ 72 000 000 в виде кредитной линии от Сбербанка России для телекоммуникационного оператора ОАО «Московская сотовая связь» в рамках развития проекта SkyLink в московском регионе (11.02.2004);

2) инвестиции в высокотехнологичные компании Яндекс, Mail.Ru Group и IBS Group, а также в бумаги сотовых операторов «МегаФон», МТС и «Вымпелком», 2013 г.

Весь объем экспортированной нефти продается за доллар, а денежные операции с обменом валют осуществляются через «Сбербанк». Что подтверждается высоким коэффициентом корреляции с «Роснефть».

Одним из ключевых явлений влияющего на стабильность экономики, зачастую имеющая циклический характер развития, является безработица. Выделяют три вида безработицы:

- 1) фрикционную;
- 2) структурную;
- 3) циклическую.

Применительно к рассматриваемой модели охарактеризуем структурную и циклическую безработицу. Структурная безработица как явление возникло в «постреформальный» период (после перехода к рыночной экономике). Подверглась изменению развития большинства отраслей, в следствии чего возник избыток рабочей силы в одних отраслях (отрасли промышленности) и нехватка в других, инновационных отраслях (отрасль телекоммуникации и IT технологий). Причина структурной безработицы – несоответствие структуры рабочей силы структуре рабочих мест. Это означает, что люди, имеющие профессии и уровень квалификации, не соответствующие современным требованиям и современной

отраслевой структуре, будучи уволенными, не могут найти себе работу. Кроме того, к структурным безработным относятся люди, впервые появившиеся на рынке труда, в том числе выпускники высших и средних специальных учебных заведений, чья профессия уже не требуется в экономике. К структурным безработным относятся также люди, потерявшие работу в связи с изменением структуры спроса на продукцию разных отраслей. В разные периоды времени спрос на продукцию одних отраслей растет, поэтому производство расширяется и требуются дополнительные рабочие, а спрос на продукцию других отраслей падает, производство сокращается, и рабочих увольняют. На данном этапе можно говорить о стабильном росте рынка телекоммуникаций, а следовательно росте спроса на квалифицированные кадры. Это не может не отразиться на рынке труда. Циклическая безработица представляет собой отклонения от естественного уровня безработицы, связанные с краткосрочными колебаниями экономической активности. Циклическая безработица – это безработица, причиной которой выступает рецессия (спад) в экономике, когда фактический ВВП меньше, чем потенциальный. Это означает, что в экономике имеет место неполная занятость ресурсов и фактический уровень безработицы выше, чем естественный. В современных условиях существование циклической безработицы связано как с недостаточностью совокупных расходов в экономике (низким совокупным спросом), так и с сокращением совокупного предложения. Применительно к нашей модели на (временном промежутке) наблюдается экономический спад, связанный в том числе с циклической безработицей, данный факт оказал большое влияние на индекс ММВБ отрасли телекоммуникации, чему свидетельствует (рисунок телекоммуникаций). Так как отрасль телекоммуникаций высокотехнологична, в которой постоянно реализуются инновационные проекты и совершенствуются технологии, а также отмечается стабильный рост совокупных доходов отрасли телекоммуникации и возрастают требования к специалистам в данной области, что сказывается на рынке труда. Подготовка кадров разного уровня компетенций занимает различное время, может образовываться переизбыток трудовых ресурсов в каком либо из секторов данной отрасли, а следовательно увеличение уровня безработицы.

Для построения зависимости выбранных факторов на индекс ММВБ отрасли телекоммуникаций выбрана аддитивная модель вида:

$$y = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 + \alpha_4 x_4, (15)$$

где α_i - коэффициент уравнения линейной регрессии при x_i факторе;

x_1 – ПАО «Сбербанк»;

x_2 – рубль/доллар ;

x_3 – статистика безработицы РФ;

x_4 – статистика ВВП РФ.

Построим график данной модели, а также график значений индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций посткризисного периода.

Для получения наилучших оценок параметров линейной модели множественной регрессии необходимо выполнение теоремы Гаусса-Маркова. Проверка разработанной модели подтвердила выполнение всех условий теоремы, что говорит о наилучшей оценке параметров модели о множественной регрессии.

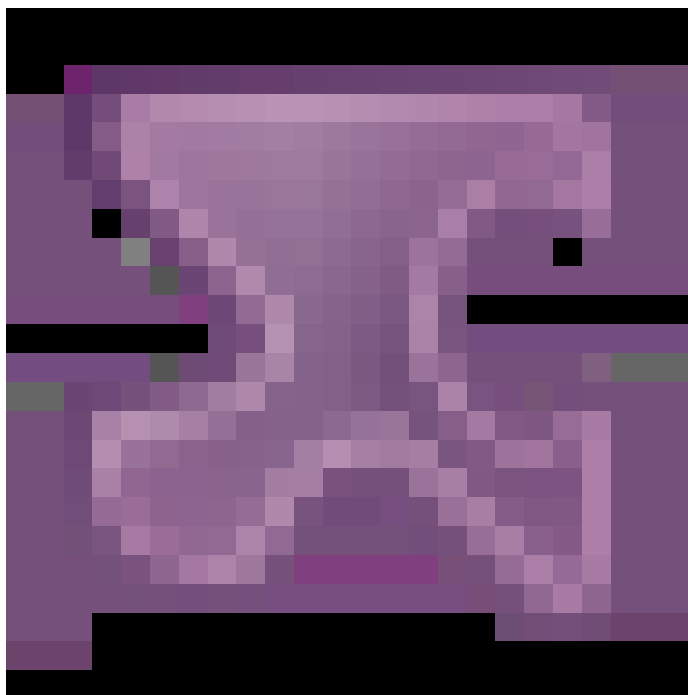


Рисунок 2.6 – Значение индексов ММВБ отрасли телекоммуникаций в России и построенной модели в период с 19.04.2010 по 13.06.2016

Важным этапом в проверке гипотез о статистической значимости модели является определение закона распределения случайных величин. Для проверки гипотезы о виде распределения выбран критерий согласия Пирсона. Согласно этому критерию исходная выборка имеет ассиметрическое распределение. Исходя из этого можно сделать вывод о необходимости использования параметрических критериев оценки статистической значимости модели.

При решении вопроса о наличии различий между выборками проводят проверку статистических гипотез о принадлежности обеих выборок одной генеральной совокупности или о равенстве средних. В случае, когда вид распределения или функция распределения нам известны, задачу оценки различий двух групп независимых наблюдений можно решить с использованием параметрических критериев.

Теснота связи между факторами и индексом ММВБ отрасли телекоммуникации определяется коэффициентом детерминации R^2 , он принимает значения от 0 до 1. Чем больше коэффициент, тем сильнее связь. Если коэффициент не превосходит 0,3, зависимость очень слаба.

Показатель R^2 при показательной модели принимает значение 0,750. Это значительно превосходит 0,3, следовательно, влияние факторов на индекс ММВБ отрасли телекоммуникаций значительно.

Ошибка аппроксимации показывает отклонение расчетных значений от фактических. Располагается в границах от 0 до 100. Чем меньше значение, тем более качественно построена модель. Ошибка аппроксимации в построенной модели равна 5,247, что говорит о достаточной точности построенной модели (допустимой ошибкой считается ошибка до 10).

Ошибка аппроксимации рассчитывается по формуле (12).

Для проверки нулевой гипотезы о равенстве средних значений двух совокупностей используется формула (13).

Линейная модель регрессии:

$$t_{крит} = 1,968;$$

$$t_1 = 10,986;$$

$$t_2 = -15,159;$$

$$t_3 = 6,033;$$

$$t_4 = -2,615.$$

Статистическая значимость всех коэффициентов регрессии подтверждается (принимается гипотеза о равенстве нулю этих коэффициентов). Это означает, что в данном случае все коэффициенты значимы.

Используем F-критерий Фишера для проверки гипотезы о равенстве нулю всех коэффициентов уравнения множественной регрессии:

$$t_{расчет}(169,331) > t_{таблич}(1,961) \quad (16)$$

Фактическое значение F-критерия значительно больше критического, что свидетельствует о надежности и значимости модели.

Для построения модели зависимости t_i -ых факторов и зависимого показателя необходимо построить матрицу парных коэффициентов. Коэффициент корреляции факторов – элемент матрицы находящийся на пересечении столбцов/строк факторов. Матрица является симметричной относительно главной диагонали. Элементы главной диагонали равны единице, так как зависимость фактора самого от себя – единица. Определитель матрицы близок к нулю, что говорит о наличии мультиколлинеарности. Для выявления информативных факторов необходимо оценить влияние фактора на зависимый показатель и избавиться от мультиколлинеарности. Значительное влияние на индекс ММВВ отрасли телекоммуникации оказывают все факторы, кроме ПАО «Роснефть», ПАО «Газпром», индекс ММВВ телекоммуникаций США, нефть марки Brent. Информативными факторами выбраны стоимость акций ПАО «Сбербанк», валютная пара рубль/доллар, статистика уровня безработицы и ВВП России, так как их влияние на индекс ММВВ отрасли телекоммуникаций наибольшее, остальные же факторы повышают точность модели, но не являются статистически значимыми. Построенная модель с полным набором факторов и только с набором информативных факторов, удовлетворяют критериям Стьюдента и Фишера, что свидетельствует об ее надежности и значимости. Качество модели оценивается ошибкой аппроксимации (А, %), полученные значения 5.247, допустимой считается ошибка в пределах 10 %.

Для построения модели прогнозирования уровня ММВБ отрасли коммуникации кризисного периода, как факторы рассматриваются акции таких компаний как: ПАО «Сбербанк», ПАО «Газпром», ПАО «Роснефть», а также валютная пара рубль/доллар, нефть марки Brent по шкале Чеддока, статистика безработицы и ВВП РФ, а также индекс ММВБ отрасли телекоммуникаций США.

Согласно факторному анализу кризисного периода, информативными факторами являются ПАО «Сбербанк» и безработица РФ.

С экономической точки зрения стоит отметить значительное влияние безработицы на отрасль телекоммуникаций. Данная зависимость возникает в связи с государственным регулированием уровня безработицы. Основными инструментами данного регулирования являются понижение ставки кредитования населения и понижение ставки кредитования малого бизнеса с помощью ПАО «Сбербанк».

Для построения зависимости выбранных факторов на индекс ММВБ отрасли телекоммуникаций выбрана аддитивная модель вида:

$$y = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2, (17)$$

где α_i – коэффициент уравнения линейной регрессии при x_i факторе;

x_1 – статистика безработицы РФ;

x_2 – ПАО «Сбербанк».

Построим график разработанной модели и значений индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций кризисного периода.

Для получения наилучших оценок параметров линейной модели множественной регрессии необходимо выполнение теоремы Гаусса-Маркова. Проверка разработанной модели подтвердила выполнение всех условий теоремы, что говорит о наилучшей оценке параметров модели о множественной регрессии.

Важным этапом в проверке гипотез о статистической значимости модели является определение закона распределения случайных величин. Для проверки гипотезы о виде распределения выбран критерий согласия Пирсона. Согласно этому критерию исходная выборка имеет ассиметрическое распределение. Исходя из этого можно сделать вывод о необходимости использования параметрических критериев оценки статистической значимости модели.

При решении вопроса о наличии различий между выборками проводят проверку статистических гипотез о принадлежности обеих выборок одной генеральной совокупности или о равенстве средних. В случае, когда вид распределения или функция распределения нам известны, задачу оценки различий двух групп независимых наблюдений можно решить с использованием параметрических критериев.

Теснота связи между факторами и индексом ММВБ отрасли телекоммуникации определяется коэффициентом детерминации R^2 , он принимает значения от 0 до 1. Чем больше коэффициент, тем сильнее связь. Если коэффициент не превосходит 0,3, зависимость очень слаба.

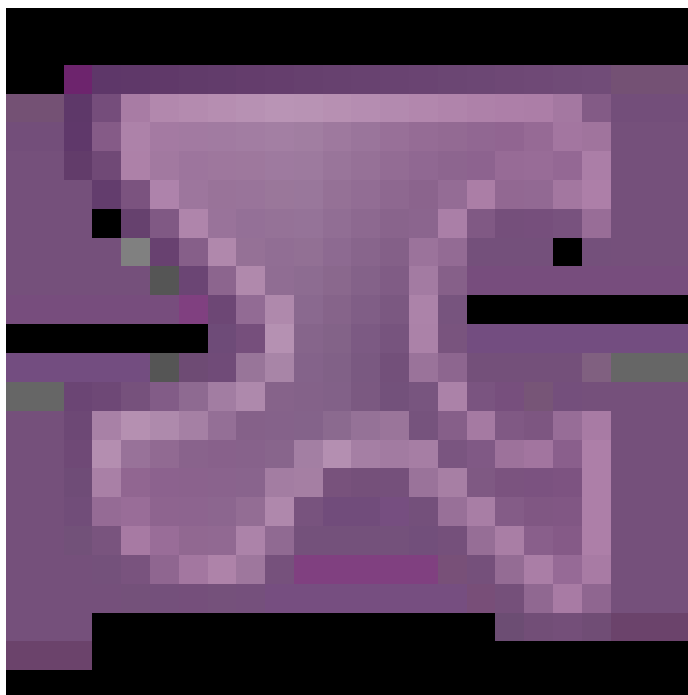


Рисунок 2.7 – Значение индексов ММВБ отрасли телекоммуникаций в России и построенной модели в период с 14.04.2008 по 19.04.2010

Показатель R^2 при показательной модели принимает значение 0,960. Это значительно превосходит 0,3, следовательно, влияние факторов на индекс ММВБ отрасли телекоммуникаций значительно.

Ошибка аппроксимации показывает отклонение расчетных значений от фактических. Располагается в границах от 0 до 100. Чем меньше значение, тем более качественно построена модель. Ошибка аппроксимации в построенной модели равна 7,895, что говорит о достаточной точности построенной модели (допустимой ошибкой считается ошибка до 10).

Для проверки нулевой гипотезы о равенстве средних значений двух совокупностей используется формула (13).

Линейная модель регрессии:

$$t_{крит} = 1,968;$$

$$t_1 = -3,206;$$

$$t_2 = 47,154.$$

Статистическая значимость всех коэффициентов регрессии подтверждается (принимается гипотеза о равенстве нулю этих коэффициентов). Это означает, что в данном случае все коэффициенты значимы.

Используем F-критерий Фишера для проверки гипотезы о равенстве нулю всех коэффициентов уравнения множественной регрессии:

$$t_{расчет}(72,657) > t_{таблич}(1,961) \quad (18)$$

Фактическое значение F-критерия значительно больше критического, что свидетельствует о надежности и значимости модели.

Информативными факторами выбраны стоимость акций ПАО «Сбербанк», статистика уровня безработицы России, так как их влияние на индекс ММВБ отрасли телекоммуникаций наибольшее, остальные же факторы повышают точность модели, но не являются статистически значимыми. Построенная модель с полным набором факторов и только с набором информативных факторов, удовлетворяют критериям Стьюдента и Фишера, что свидетельствует об ее надежности и значимости. Качество модели оценивается ошибкой аппроксимации (A , %), полученные значения 7,895, допустимой считается ошибка в пределах 10 %.

Ошибка аппроксимации рассчитывается по формуле (12).

Произведем оценку статистически значимых данных модели многофакторной регрессии во время и после кризиса.

Таблица 2.3

Оценка статистически значимых данных

	Значимость во время кризиса, %	Значимость после кризиса, %
Сбербанк	54	9
Газпром		
Роснефть		
Рубль/доллар		13
Нефть		
Безработица	45	53
ВВП		23

При анализе данных в регрессионной модели. Была выявлена прямая зависимость отрасли телекоммуникации от безработицы и сбербанка. При увеличении безработицы индекс ММВБ отрасли телекоммуникации возрастает. По предположению, это связано с регулированием отрасли телекоммуникации с помощью государственного финансирования. Сбербанк является связующим элементом государственного финансирования отрасли телекоммуникаций России. Рассмотрим табл. 2.3 для оценки статистически значимых данных многофакторной.

Данная зависимость по нашему мнению имеет вид S-образной кривой и отображена на рисунке 2.8.

В ходе исследования регрессионной модели была выявлена зависимость индекса ММВБ отрасли телекоммуникации и безработицы вида

$$\Delta I = \alpha D + \eta \Delta S, (19)$$



Рисунок 2.8 – Финансирование отрасли телекоммуникаций в зависимости от изменения безработицы

где ΔI – приращение инновационной активности в отрасли телекоммуникации;
 D_i – государственное финансирование отрасли телекоммуникации в i -й момент времени;

α – доля государственного финансирования отрасли телекоммуникации;
 $\eta \Delta S$ – доля приращения индекса ММВБ ПАО «Сбербанк России».

$$D = \frac{\beta \mu e^{\rho \Delta b}}{\beta + \mu (e^{\rho \Delta b} - 1)}, \quad (20)$$

где Δb – приращение уровня безработицы РФ;

β – коэффициент, обозначающий максимальную долю государственного финансирования;

μ – коэффициент обозначающий минимальную государственного финансирования.

Из данной формулы следует, что приращение квартального государственного финансирования отрасли телекоммуникации, когда уровень государственного финансирования отрасли телекоммуникации минимален имеет вид:

$$\Delta I = \alpha \frac{\beta \mu e^{\rho \Delta b}}{\beta + \mu (e^{\rho \Delta b} - 1)} + \eta \Delta S. \quad (21)$$

Для моделирования необходимо решить задачу идентификации параметров модели α , ρ , β , μ , η .

2.1 Выводы по разделу

Рассмотрены факторы выбранные из экономических соображений, факторный анализ выявил наиболее информативные для каждой из многофакторных регрессионных рассмотренных моделей. Построенные многофакторные регрессионные модели проверены на адекватность, каждая построенная модель удовлетворяет критерию Фишера, критерию Стьюдента, условиям теоремы Гаусса-Маркова. Средняя абсолютная ошибка аппроксимации построенных моделей, лежит в допустимых пределах. Все вышеупомянутые факты говорят об адекватности построенных моделей и возможности их практического применения.

Было выдвинуто предположение, о том, что статистические данные индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций стоит разбить на два периода:

- период кризиса;
- посткризисный период;

так как влияние факторов на индекс ММВБ меняется в зависимости от экономической ситуации в России.

Факторный анализ подтвердил выдвинутое предположение, это позволило всеобъемлюще подойти к подходу моделирования модели из экономических соображений.

На основе выявленной прямой зависимости индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций от уровня безработицы в России, построена модель процесса изменения индекса ММВБ отрасли телекоммуникации в России от уровня безработицы в России и стоимости акций ПАО «Сбербанк».

3 ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДЕКСА ММВБ ОТРАСЛИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ В РОССИИ

3.1 Решение задачи идентификации параметров

Как мы выяснили приращение квартального государственного финансирования отрасли телекоммуникации, когда уровень государственного финансирования отрасли телекоммуникации минимален имеет вид (21).

Для моделирования необходимо решить задачу идентификации параметров модели α , ρ , β , μ , η . Для решения задачи идентификации параметров модели использовался метод градиентного спуска. Данный метод помогает найти локальный экстремум функции с помощью движения вдоль градиента. Градиентом называется вектор, который своим направлением указывает в каком направлении происходит наибольшее возрастание некоторой величины. Значение этой величины меняется от одной точки пространства к другой. Алгоритм реализации данного метода представлен в виде схемы на рисунке 3.2.

С помощью данного метода были найдены параметры α , ρ , β , μ , η равные 0,1895; 0,4664; 0,0563; 0,0016; 0,3308 соответственно. Для того, чтобы построить адекватный график нашей модели, нам необходимо сжать данные. Таким образом расстояние от одной точки к другой равно одному кварталу. На рисунке изображены значения индексов ММВБ отрасли телекоммуникаций и построенной модели в посткризисный период.

Значение индексов ММВБ отрасли телекоммуникаций в России и построенной модели в период с 01.04.2010 по 13.06.2016

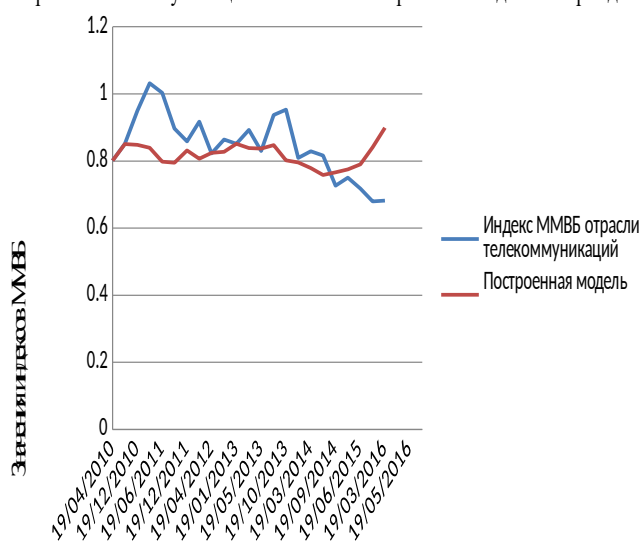


Рисунок 3.1 – Значение индексов ММВБ отрасли телекоммуникаций в России и построенной модели в период с 01.04.2010 по 13.06.2016

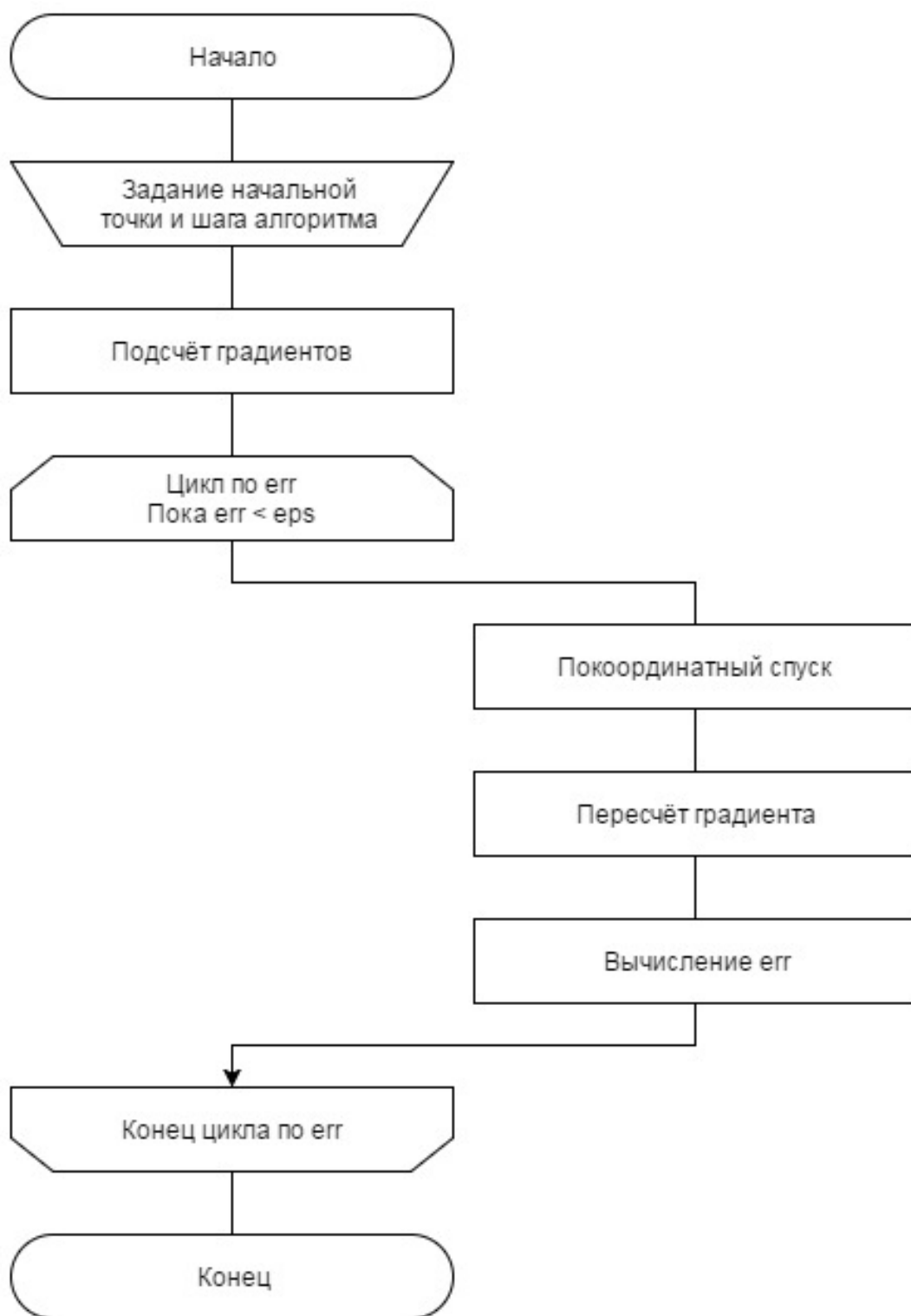


Рисунок 3.2 – Схема алгоритма наискорейшего спуска

Ошибка аппроксимации построенной модели составляет 8.8 %.

Ошибка аппроксимации рассчитывается по формуле (12).

Графический анализ рис. 3.1 и ошибка аппроксимации свидетельствует об адекватности построенной модели, возможности её практического применения.

На рисунке видно, что график модели уходит вверх. С экономической точки зрения это объясняется тем, что именно на данном временном промежутке курс доллара по отношению к рублю существенно возрос. Из этого можно сделать вывод о том, что данную модель можно использовать при стабильной экономической ситуации в стране. Так как официальные статистические данные имеют квартальный период, принято решение сгладить исходные данные до квартального периода.

3.2 Прогнозирование индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций на второй квартал 2017 г.

Следующим шагом работы является построение прогноза индекса ММВБ отрасли телекоммуникации на 2 квартал 2017 года.

Прогноз построен на основе найденных параметрах модели при решении задачи идентификации параметров.



Рисунок 3.3 – Прогноз индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций в России на второй квартал 2017 года

Прогноз индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций в России на второй квартал 2017 года изображен пунктирной линией.

Индекс ММВБ отрасли телекоммуникации в 1 квартале 2017 года был равен 1783 рубля. Как мы видим по данным модели индекс ММВБ отрасли телекоммуникации увеличится на 2 %.

Схема алгоритма построения модели представлена на рисунке 3.4.

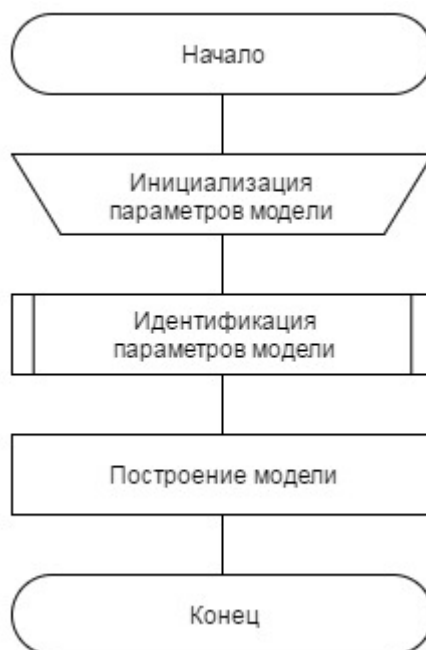


Рисунок 3.4 – Схема алгоритма построения модели

3.3 Выводы по разделу

В ходе исследования построенной модели прогнозирования индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций, была решена сопутствующая задача идентификации параметров. Разработана программа исследования построенной модели в среде разработки MATLAB.

Построенная модель адекватно описывает исходные данные, ошибка аппроксимации лежит в допустимых пределах моделирование, что говорит о возможности практического применения данной модели для прогнозирования индекса ММВБ отрасли телекоммуникации в России на квартал вперед.

В работе была исследована инновационная активность в РФ. Была построена модель регрессии, по которой было выявлено, что система управления экономикой до кризиса и во время кризиса принципиально разная. Исследованы параметры посткризисного периода, из них выделено 2 существенных: безработица, курс сбербанка.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что к реальному импортозамещению наша экономика с данной структурой управления не готова.

Возможное решение сложившейся ситуации возможно при следующих условиях:

- 1) национализация центробанка;
- 2) улучшение предпринимательского климата;
- 3) установка квот в соответствии на продажи нефти в соответствии с экономикой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы поставленные цели и задачи были успешно решены:

- исследована инновационная активность в России на примере отрасли телекоммуникаций;
- проведен факторный анализ;
- построены и исследованы регрессионные модели прогнозирования индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций на основе статистических данных;
- построена и исследована модель прогнозирования индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций на основе статистических данных;
- разработана программа для исследования построенной модели прогнозирования индекса ММВБ отрасли телекоммуникаций;
- проведен анализ полученных результатов и предложены возможные пути решения сложившейся инновационной активности и экономической ситуации в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамов, Р.А. Развитие представлений о моделях описания инновационных процессов / Р.А. Абрамов // Интеграл. – 2009. – №4. – С. 20–22.
2. Баев, И.А. Проблемы финансового обеспечения инновационных проектов в условиях кризиса / И.А. Баев, Т.А. Кузнецова, С.В. Сихарулидзе // Финансы и кредит. – 2009. – № 45. – С. 11–15.
3. Винокуров, В.И. Основные термины и определения в сфере инноваций / В.И. Винокуров // Инновации. – 2005. – № 4. – С. 6 – 22.
4. Гринспен, А. Эпоха потрясений. Проблемы и перспективы мировой финансовой системы / А. Гринспен. – М.: Юнайтед Пресс, 2011.
5. Иглин, С.П. Математические расчеты на базе MATLAB / С.П. Иглин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 640 с.
6. Кожин, С.В. Стратегии увеличения инвестиционной привлекательности коммерческих банков: западный опыт / С.В. Кожин, И.А. Баев // Финансы и кредит. – 2001. – № 12. – С. 43–47.
7. Никулина, О.В. Маркетинговая концепция реализации инновационных идей / О.В. Никулина, В.О. Покуль // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2009. – №24. – С. 37–44.
8. Самарский, А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, – 2002.
9. Bandura, A. Social foundations of thought and action: A social cognitive theory / A. Bandura. – Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986
10. Bass, F.M. A new product growth model for consumer durables / F.M. Bass // Management Science. – 1969. – Vol. 15. – No 1. – pp. 215-217.
11. Mahajan, V. New product diffusion models in marketing: a review and directions for research / V. Mahajan, E. Muller, F.M. Bass // The Journal of Marketing. – 1990.
12. Rogers, E.M. Diffusion of Innovations / E.M. Rogers. – New York: Free Press, 1983.
13. Shih, Ch.-F. Beyond adoption: development and application of a use diffusion model / Ch.-F. Shih, N. Venkatesh // The Journal of Marketing. – Vol. 68. – No 1. – pp. 59-72.
14. Tarde, G. The laws of imitation / G. Tarde. – New York: Holt, 1903.
15. Электронная библиотека SCIENTIFIEDIRECT – Дата обновления: 20.05.2017. URL: <http://www.sciencedirect.com/> (дата обращения: 22.12.2016).
16. Поисковая платформа Web of Science. – Дата обновления: 25.05.2017. URL: <https://www.webofscience.com/> (дата обращения: 20.11.2016).
17. Поисковая платформа SCOPUS. – Дата обновления: 13.05.2017. URL: <https://www.scopus.com//> (дата обращения: 20.11.2016).
18. Поисковая платформа информационно-аналитических ресурсов FINAM. – Дата обновления: 10.04.2017. URL: <https://www.finam.ru/> (дата обращения: 01.02.2017).

Текст программы

Regres.m

```

bezs;
gazp;
ice;
kong;
ros;
sber;
tel;
usa;
usd;
vvp;
s=s./max(s);
b=b./max(b);
g=g./max(g);
ic=ic./max(ic);
r=r./max(r);
t=t./max(t);
usaa=usaa./max(usaa);
usdd=usdd./max(usdd);
v=v./max(v);
bs=regress(t,[b s v ic usdd g v usaa]);
yras=bs(1)*b+bs(2)*s+bs(3)*v+bs(4)*ic+bs(5)*usdd+bs(6)*g+bs(7)*v+bs(8)*usaa;
Time=1:1:length(t);
plot(Time,t,Time,yras,'-r');
ans1=zeros(1,length(t));
for i=1:1:length(t)
ans1(i)=abs((yras(i)-t(i)))./yras(i);%ошибка аппроксимации в каждой точке
end
answer=sum(ans1)*100/414;%средняя ошибка аппроксимации
bs./sum(abs(bs));
figure(1)
hist(ans1,10);

figure(1)
hist(t,15);
figure(2)
hist(yras, 15);

% гаусса маркова.
e1=zeros(1,length(t));
for i=1:1:length(t);

```

```

    e1(i)=t(i)-ygas(i);
end
E_e1=mean(e1)

%матрица ковариации для ошибок.
cov_e1=cov(e1)

% критерий фишера
TSS=(t-mean(t))'*(t-mean(t))
ESS=(ygas-mean(ygas))'*(ygas-mean(ygas))
R2=ESS/TSS %коэф детерминации
F=R2/(1-R2)*(414-8-1)/8 %f расчетное
x=finv(0.95,8,405)% f критическое

% Ранговый тест Вилкоксона на равенство медиан двух независимых выборок
[p,h]=ranksum(t,ygas)
ranksum(t,ygas)
delta_I=zeros(length(t)-1,1);
delta_b=zeros(length(b)-1,1);
for i=1:1:length(delta_I)
    delta_I(i)=t(i+1)-t(i);
end
for i=1:1:length(delta_b)
    delta_b(i)=b(i+1)-b(i);
end
Dmin=0.1;
Dk=1;
[par1,par2]=meshgrid(0.1:0.0347:10.0653);%параметры альфа ро
Y=D(par1,par2,delta_b,delta_I,Dmin,Dk);
plot3(par1,par2,Y);

function Y=D(par1,par2,delta_b,delta_I,Dmin,Dk)
a=(Dmin/Dk)-1;
b=1./(exp(-par2)-1);
par22=zeros(length(par2),length(par2));
for i=1:1:length(par2)
    par22(i,1:length(par2))=par2(i,1:end)'.*delta_b;
end

c=exp(-par22)./(Dmin.*(exp(-par2)-1));
Y=par1./(((1-(a.*b))./Dmin)+(a.*c));

```



```

Y2=zeros(length(Y),length(Y));
  for i=1:1:length(Y)
    Y2(i,1:length(Y))=(Y(i,1:end)'-delta_I).^2;

    end
Y=Y2;
end

dff=(1./(((1-(a.*(1/exp(-0.3)-1))./Dmin)+(a.*(exp(-0.3.*delta_b)/(Dmin.*(exp(-0.3)-1)))))-delta_I).^2;
dff=1./(1+0.9*(1/(exp(-0.3)-1))-0.9*((exp(-0.3*delta_b))/(0.1*((exp(-0.3)-1)))))-delta_I
plot(dff);

dff=1./((1-(Dmin/Dk-1)*(1/(exp(-par2)-1))/Dmin)+(Dmin/Dk-1).*(exp(-par2*delta_b)./(Dmin.*(exp(-par2)-1))))-delta_I).^2;
result=zeros(length(par1),length(par2),length(delta_I));%трехмерная матрица
поверхности
for i=1:1:length(par1)
  for j=1:1:length(par2)
    for k=1:1:length(delta_I)
      result(i,j,k)=(par1(i).*(1/((1-(Dmin/Dk-1)*1/(exp(-par2(j))-1))/Dmin)+(Dmin/Dk-1).*(exp(-par2(j)*delta_b(k))./(Dmin.*(exp(-par2(j))-1))))-delta_I(k))^2;%квadrat формулы
    end
  end
end
hS=plot3(result(1),result(2),result(3));%отрисовка поверхности

```

Model.m

```

function Parametrs()
bezr;
tel;
sber;
d1=s./max(s);
d2=b./max(b);
d3=t./max(t);
d1=d1(126:end);
d2=d2(126:end);
d3=d3(126:end);
di1=zeros(1,12);
di2=zeros(1,12);
di3=zeros(1,12);
for i=1:1:24
  di1(i)=sum(d1(12*(i-1)+1:12*(i-1)+13))/12;

```

```

di2(i)=sum(d2(12*(i-1)+1:1:12*(i-1)+13))/12;
di3(i)=sum(d3(12*(i-1)+1:1:12*(i-1)+13))/12;
end
d1=di1;
d2=di2;
d3=di3';
delta_d2=diff(d2(1:end));
delta_d3=diff(d3(1:end));
delta_d1=diff(d1(1:end));
X=[0.5;0.3;0.3;0.1;0.3];
%Шаг градиентного спуска
g=0.001;
%Ошибка
eps=0.1;
gradient1=grad1(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
gradient2=grad2(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
gradient3=grad3(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
gradient4=grad4(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
gradient5=grad5(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
while (1)
    %Спуск по координатам
    X(1)=X(1)-g*gradient1;
    X(2)=X(2)-g*gradient2;
    X(3)=X(3)-g*gradient3;
    X(4)=X(4)-g*gradient4;
    X(5)=X(5)-g*gradient5;

    gradient1=grad1(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
    gradient2=grad2(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
    gradient3=grad3(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
    gradient4=grad4(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
    gradient5=grad5(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
    if sqrt(gradient1^2+gradient2^2+gradient3^2+gradient4^2+gradient5^2)<eps
        break;
    end
end
yras(1)=d3(1);
dd3=d3(1:1:24-1);
for i=2:1:length(dd3)
    yras(i)=yras(i-1)+(((X(2)*(X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));
end
Time=1:1:length(dd3);
yras=yras';

```

```

plot(Time,dd3,Time,yras),grid on;
for i=1:1:length(dd3)
ans1(i)=abs((yрас(i)-d3(i))./d3(i));%ошибка аппроксимации в каждой точке
end
answer=sum(ans1)*100/length(dd3);%средняя ошибка аппроксимации
end

```

```

function gr1=grad1(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3)
q=0;
for i=1:1:length(delta_d3)
f(i)=delta_d3(i)-(((X(2).*(X(4)*X(5).*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));
q=q+(-2*((X(2)*X(4)*X(5).*delta_d2(i).*exp(X(1).*delta_d2(i)))/
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+
((X(2)*X(4)*X(5)*X(5)*(exp(2*X(1).*delta_d2(i)).*delta_d2(i))./
((X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)).^2)).*f(i));
end
gr1=q;
end

```

```

function gr2=grad2(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3)
q=0;
for i=1:1:length(delta_d3)
f(i)=delta_d3(i)-(((X(2).*(X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));
q=q+((-2*((X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i)))/
(X(4)+X(5)*(exp(X(2).*delta_d2(i))-1)))).*f(i));
end
gr2=q;
end

```

```

function gr3=grad3(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3)
q=0;
for i=1:1:length(delta_d3)
f(i)=delta_d3(i)-(((X(2).*(X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));
q=q+(2*(-delta_d1(i)).*f(i));
end
gr3=q;
end

```

```

function gr4=grad4(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3)
    q=0;
    for i=1:1:length(delta_d3)
        f(i)=delta_d3(i)-(((X(2)*(X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));

        q=q+((( -2.*(X(2)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i)))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+(((X(2)*X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i)))./
((X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)^2))))).*f(i));
    end
    gr4=q;
end

```

```

function gr5=grad5(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3)
    q=0;
    for i=1:1:length(delta_d3)
        f(i)=delta_d3(i)-(((X(2)*(X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));
        q=q+(((( -2.*(X(2)*X(4)*exp(X(1).*delta_d2(i)))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+
((X(2)*X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1))./
((X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)^2))))).*f(i));
    end
    gr5=q;
end

```

Prognoz.m

```

function Parametr(s)
    bezr;
    tel;
    sber;
    d1=s./max(s);
    d2=b./max(b);
    d3=t./max(t);
    d1=d1(126:end);
    d2=d2(126:end);
    d3=d3(126:end);
    di1=zeros(1,12);
    di2=zeros(1,12);
    di3=zeros(1,12);

    for i=1:1:24
        di1(i)=sum(d1(12*(i-1)+1:12*(i-1)+13))/12;

```

```

di2(i)=sum(d2(12*(i-1)+1:1:12*(i-1)+13))/12;
di3(i)=sum(d3(12*(i-1)+1:1:12*(i-1)+13))/12;
end
d1=di1;
d2=di2;
d3=di3;
delta_d2=diff(d2(1:end));
delta_d3=diff(d3(1:end));
delta_d1=diff(d1(1:end));
X=[0.5;0.3;0.3;0.1;0.3];
%Шаг градиентного спуска
g=0.001;
%Ошибка
eps=0.1;
gradient1=grad1(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
gradient2=grad2(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
gradient3=grad3(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
gradient4=grad4(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
gradient5=grad5(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
while (1)
    %Спуск по координатам
    X(1)=X(1)-g*gradient1;
    X(2)=X(2)-g*gradient2;
    X(3)=X(3)-g*gradient3;
    X(4)=X(4)-g*gradient4;
    X(5)=X(5)-g*gradient5;

    gradient1=grad1(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
    gradient2=grad2(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
    gradient3=grad3(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
    gradient4=grad4(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
    gradient5=grad5(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3);
    if sqrt(gradient1^2+gradient2^2+gradient3^2+gradient4^2+gradient5^2)<eps
        break;
    end
end

yras(1)=1783.6/max(t);
delta_d2=[-0,0049];
delta_d1=[0,0.010690083];
X=[0.294818878044292;0.185780547419763;0.307459110510074;0.24958475819171
0;0.083484218956583]

```

```

X=[0.493895456481387;0.132615785027409;0.406360352199805;0.23204014440362
9;0.131551128308834];
X=[0.885418441170815;-5.457531907959453e-
04;0.405081536805485;2.751615211645799e+02;1.567661984961493];
dd3=d3(1:1:24-1);
X=[0.466404816109021;0.189460232729572;0.330775518952741;0.05627967305295
2;0.001566126982298];
for i=2:1:2
    yras(i)=yras(i-1)+(((X(2)*(X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));
end
Time=0:1:1;
yras=yras';
plot(Time,yras),grid on;
grow=yras(2)*max(t)-yras(1)*max(t);
for i=1:1:length(dd3)
ans1(i)=abs((yras(i)-d3(i))./d3(i));%ошибка аппроксимации в каждой точке
end
answer=sum(ans1)*100/length(dd3);%средняя ошибка аппроксимации
end

```

```

function gr1=grad1(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3)
    q=0;
    for i=1:1:length(delta_d3)
        f(i)=delta_d3(i)-(((X(2)*(X(4)*X(5).*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));
        q=q+((-2*((X(2)*X(4)*X(5).*delta_d2(i).*exp(X(1).*delta_d2(i)))/
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+
((X(2)*X(4)*X(5)*X(5)*(exp(2*X(1).*delta_d2(i)).*delta_d2(i))./
((X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)).^2)).*f(i));
    end
    gr1=q;
end

```

```

function gr2=grad2(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3)
    q=0;
    for i=1:1:length(delta_d3)
        f(i)=delta_d3(i)-(((X(2)*(X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));
        q=q+((-2*((X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i)))/
(X(4)+X(5)*(exp(X(2).*delta_d2(i))-1)))).*f(i));
    end
end

```

```

end
gr2=q;
end

```

```

function gr3=grad3(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3)
q=0;
for i=1:1:length(delta_d3)
f(i)=delta_d3(i)-(((X(2)*(X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));
q=q+(2*(-delta_d1(i)).*f(i));
end
gr3=q;
end

```

```

function gr4=grad4(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3)
q=0;
for i=1:1:length(delta_d3)
f(i)=delta_d3(i)-(((X(2)*(X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));

q=q+((( -2.*(X(2)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+((X(2)*X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
((X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1))^2))))).*f(i));
end
gr4=q;
end

```

```

function gr5=grad5(X,delta_d1,delta_d2,delta_d3)
q=0;
for i=1:1:length(delta_d3)
f(i)=delta_d3(i)-(((X(2)*(X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+X(3).*delta_d1(i));
q=q+((( -2.*(X(2)*X(4)*exp(X(1).*delta_d2(i))))./
(X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1)))+
((X(2)*X(4)*X(5)*exp(X(1).*delta_d2(i))*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1))./
((X(4)+X(5)*(exp(X(1).*delta_d2(i))-1))^2))))).*f(i));
end
gr5=q;
end

```