

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт математики, физики и информационных технологий

(наименование института полностью)

Кафедра «Прикладная математика и информатика»

(наименование кафедры)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системное программирование и компьютерные технологии

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Методы корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки  
стоимости жилья

Студент

Д.М. Саидов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Э.В. Егорова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

М.А. Четаева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент, А.В. Очеповский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

На бакалаврскую работу студента Саидова Д.М. на тему «Методы корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья».

Ключевые слова: корреляционно-регрессионный анализ, оценка недвижимости, сравнительный подход, объект оценки.

Объект исследования – особенности оценки объектов недвижимости с применением корреляционно-регрессионных моделей.

Предмет исследования – корреляционно-регрессионные модели, применяемые в оценке стоимости недвижимого имущества.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка стоимости недвижимости с использованием элементов корреляционно-регрессионного анализа, моделирование и применение элементов корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки объектов недвижимости и ее программная реализация.

В бакалаврской работе рассматриваются сущность и необходимость оценки стоимости недвижимости, и основные математические методы оценки недвижимости сравнительным подходом. Моделируется модель корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости недвижимости. Реализуется программное обеспечение на основе моделированного метода оценки недвижимости сравнительным подходом. Проводится анализ и тестирование разработанного ПО.

Реализованная программа бакалаврской работы способна оценивать стоимость недвижимости, получив на входе факторные данные об объекте аналоге, на основе метода корреляционно-регрессионного анализа.

Объем бакалаврской работы – 47 страницы, она содержит 8 таблиц, 6 рисунков, 2 схемы, 1 блок схемы, 26 источников литературы.

## **ABSTRACT**

The title of the bachelor's thesis is Methods of correlation and regression analysis in the problem of real estate appraisal.

The bachelor's thesis consists of an explanatory note on 47 pages, introduction, three parts, including 6 figures, 8 tables, 3 program flows, conclusion, list of 26 references including 6 foreign references.

The object of the research was the features of real estate appraisal using correlation and regression models.

The subject of the research was the correlation and regression models used in real estate appraisal.

The aim of the work was to assess the value of real estate using the elements of the correlation and regression analysis, to model and apply elements of the correlation and regression analysis for the real estate appraisal, and to implement it with software.

This study examined the method of correlation and regression analysis for assessing the value of real estate with a comparative approach. The model of the correlation and regression analysis to assess the value of the property was simulated. Software was implemented on the basis of this method. The software was tested on the basis of real estate appraisal in Dushanbe.

The conclusions were drawn as follows: the simulated model of the correlation and regression analysis to assess the value of real estate performs the function of an appraiser with the correct selection of comparables. The software implemented on the basis of this method allows you to quickly and easily assess the value of real estate, without unnecessary spending and without resorting to the services of appraisers.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Методы корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья .....	8
1.1 Сущность и необходимость оценки недвижимости.....	8
1.2 Сравнительный подход оценки стоимости недвижимости.....	10
1.3 Выбор метода оценки недвижимости сравнительным подходом.....	15
2 Разработка модели оценки стоимости жилья с использованием метода корреляционно-регрессионного анализа .....	21
2.1 Регрессионная модель оценки недвижимости сравнительным подходом....	21
2.2 Модель множественного корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья .....	23
2.3 Практическое применение многофакторного корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья. ....	25
3 Разработка и тестирование приложения для оценки стоимости жилья.....	30
3.1 Анализ и выбор технологии реализации программного обеспечения для оценки стоимости жилья .....	30
3.2 Алгоритм реализации модели корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья.....	32
3.3 Проведение тестирования приложения оценки стоимости жилья.....	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	48

## **ВВЕДЕНИЕ**

Сегодня покупатели и продавцы жилья постоянно нагружены информацией из различных источников. Найти ответ на простой вопрос иногда очень сложно. Например, часто возникает вопрос, как определяется стоимость дома? Короткий ответ заключается в том, что существует несколько различных подходов. Один из подходов заключается в проведении оценки.

Оценка — это мнение или оценка стоимости конкретного объекта недвижимости в определенный момент времени. Как правило, оценка запрашивается кредитором, когда покупатель подал заявку на ипотеку. Кредитор будет использовать оценку для определения того, является ли имущество подходящим обеспечением для ипотеки и максимальной суммой, подлежащей кредитованию. Оценки могут также использоваться покупателями и продавцами для определения справедливой запрашиваемой цены.

К настоящему времени с развитием рыночных отношений, стандарты оценки, содержащие основные методы и этапы оценки претерпевали изменения, вбирая в себя новые подходы и методы оценки. Особое значение в развитии сравнительного подхода оценки стоимости получили методы корреляционно-регрессионного анализа, которые широко применяются оценщиками, в разных странах мира.

Применение элементов корреляционно-регрессионного анализа является довольно трудоемким и требует большого количества времени, но использование компьютерных технологий, без которых современная оценочная практика не может обойтись, значительно уменьшает время вычисления и упрощает использование корреляционно-регрессионных методов анализа в задаче оценки стоимости недвижимости.

Использование элементов корреляционно-регрессионного анализа является самым распространённым методом изучения отношений между численными величинами, а также наиболее применяемым методом, при сравнительном подходе оценки стоимости недвижимости.

Актуальность выпускной бакалаврской работы заключается в реализации алгоритма оценки недвижимости с применением корреляционно-регрессионного анализа и разработка системы для оценки стоимости жилья в городе Душанбе, на ее основе.

Объект исследования – особенности оценки объектов недвижимости с применением корреляционно-регрессионных моделей.

Предмет исследования – корреляционно-регрессионные модели, применяемые в оценке стоимости недвижимого имущества.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка математической модели для оценки стоимости недвижимости с использованием элементов корреляционно-регрессионного анализа.

Основной акцент будет сделан на моделирование и применение элементов корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки объектов недвижимости.

Задачи исследования:

- выбрать качественные характеристики объектов недвижимого имущества для целей оценки стоимости сравнительным подходом;
- проанализировать методы оценки стоимости объектов недвижимости в сравнительном подходе оценки;
- исследовать особенности применения методов корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки объектов недвижимости;
- построить математическую модель для оценки стоимости недвижимости сравнительным подходом на основе выбранных методов корреляционно-регрессионного анализа;
- реализовать алгоритм модели корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости недвижимости;
- разработать программное обеспечение на основе выбранной модели для оценки стоимости недвижимости сравнительным подходом;
- протестировать программное обеспечение для оценки стоимости жилья.

В первой главе исследована предметная область и проведен анализ методов корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья. Выбран метод на основе которой смоделирована математическая модель для оценки стоимости жилья и реализован алгоритм сравнительной оценки стоимости жилья.

Во второй главе построена модель выбранного метода для сравнительной оценки стоимости жилья. Выбран метод решения уравнения регрессии. Представлено практическое применение метода в задаче оценки стоимости жилья

В третьей главе бакалаврской работы описан алгоритм реализации модели корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья. Разработано программное обеспечение на основе алгоритма реализации модели и проведено тестирование программного обеспечения на основе данных каталогов цен жилья в городе Душанбе. В результате тестирования были показаны функциональные возможности программного обеспечения реализованного на основе модели корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья и протестированы удобство использования программным обеспечением. Программное обеспечение позволяет оценить стоимость объекта недвижимости с точностью до 95% при правильном подборе объектов аналогов, не прибегая к услугам независимых оценщиков.

# **1 Методы корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья**

## **1.1 Сущность и необходимость оценки недвижимости**

Необходимость проведения оценки стоимости недвижимого имущества обуславливается ее важностью в сферах экономики общества, ее ролью в обеспечении материального благополучия и качества жизни общества. В условиях рыночного хозяйствования объекты недвижимости вовлекаются в торговый оборот, приобретая различные формы и оказывая воздействие на потребительские инвестиционные процессы. Понятие земли и недвижимости приобрело новый экономический смысл, появились новые профессиональные интересы, связанные с консалтинговой, оценочной, риэлтерской, девелоперской и иными видами деятельности. Появился слой новых владельцев недвижимости, как в сфере личного потребления, так и во многих сферах предпринимательской деятельности [3].

Недвижимость – это имущество, считающийся в законодательном порядке недвижимым. Недвижимыми объектами являются: жилые здания, промышленные здания, учебное строение и объекты, прочно связанные с землей.

Рынок недвижимости – это система в котором происходит сделка о купле-продаже и обмене между участниками недвижимости. Участниками недвижимости являются: покупатель, продавец, риелтор, управляющий недвижимостью, брокер, агент, собственник, девелопер, государственные регулирующие органы и т. д. [9].

Основной функцией рынка недвижимости является – установление равноценных цен, в результате которых спрос соответствует объему предложения недвижимости на рынке недвижимости.

Виды стоимости недвижимости подразделяются на два подвида – стоимость обмена и стоимость в использовании.

Стоимость обмена – это вид стоимости который применяется на рынке недвижимости при купле-продаже, при сдаче на аренду недвижимость и при ипотеке [2]:

- рыночная;
- страховая;
- ликвидационная.

Рыночная стоимость – наиболее вероятный денежный показатель, по которой недвижимость может конкурировать на рынке недвижимости [2].

Страховая стоимость – денежный показатель полной выплаты компенсации ущерба, возникший страховым случаем [2].

Ликвидационная стоимость – это денежный показатель объекта недвижимости, в котором объект недвижимости должен быть продан за более короткий срок, чем срок продажи аналогичного объекта недвижимости [2].

Стоимость в использовании – это ценность данного объекта относительно других альтернативных объектов [2].

- инвестиционная стоимость;
- кадастровая стоимость;
- налогооблагаемая стоимость;
- стоимость замещения.

Для определения стоимости недвижимости проводится оценка стоимости недвижимости. Оценка стоимости недвижимости является востребованной и неотъемлемой частью оценочной деятельности на рынке недвижимости. Оценочная деятельность в настоящее время стала одной из важных сфер предпринимательства. В условиях рыночной экономики потребность в оценке недвижимости возрастает с каждым годом. Как важный элемент инфраструктуры отношений собственности, оценка недвижимости продолжает развиваться и включает в себя все современные подходы и методы оценки собственности, которые отвечают современным тенденциям и потребностям рынка недвижимости. Применение оценки недвижимого имущества требуется на достаточно широкой области: для определения стоимости недвижимости

при совершении различных сделок, купли продажи, передаче его в доверительное управление или аренду и т.д.

Сущность оценки недвижимости заключается в определении стоимости оцениваемого объекта с учетом всех факторов, которые в той или иной степени влияют на повышение или снижение цены объекта оценки. Спрос и предложение являются главными факторами, регулирующими рынок недвижимости, взаимодействие которых порождает рынок продавцов и покупателей. Величину спроса на рынке недвижимости определяют следующие основные факторы: географическое расположение (местонахождение объекта на территории района, города), а также состоянием инфраструктуры объекта недвижимости (наличие железнодорожных путей или тупика, дорог, площадью земли и строений).

На сегодняшний день, существует проблема неравномерного развития рынка недвижимости. В некоторых городах Таджикистана, в особенности в городе Душанбе, наблюдается процесс активной застройки новыми объектами недвижимости. В связи с этим, была поставлена цель данного исследования, которая заключается в проведении оценки стоимости жилья с применением корреляционно-регрессионного анализа. В данной работе для проведения оценки стоимости жилья, были выбраны объекты недвижимости в городе Душанбе.

## **1.2 Сравнительный подход оценки стоимости недвижимости**

Сравнительный подход – методы применяемые при оценке стоимости недвижимости и основанные на сравнении объектов оценки с наиболее похожими на объект оценки, о которых имеется вся информация об объекте и о цене сделки с этим объектом [9].

Основными условиями применения сравнительного подхода при оценке стоимости недвижимости являются:

1. Объект оценки должен иметь свои аналоги.

2. Информация об объекте должна быть полной включая информацию об условиях сделки.

3. Условия, влияющие на цену сравниваемых объектов, должны быть сравнимы.

Сравнительный подход состоит из 4-х этапов, которые показаны на схеме 1.2.1.

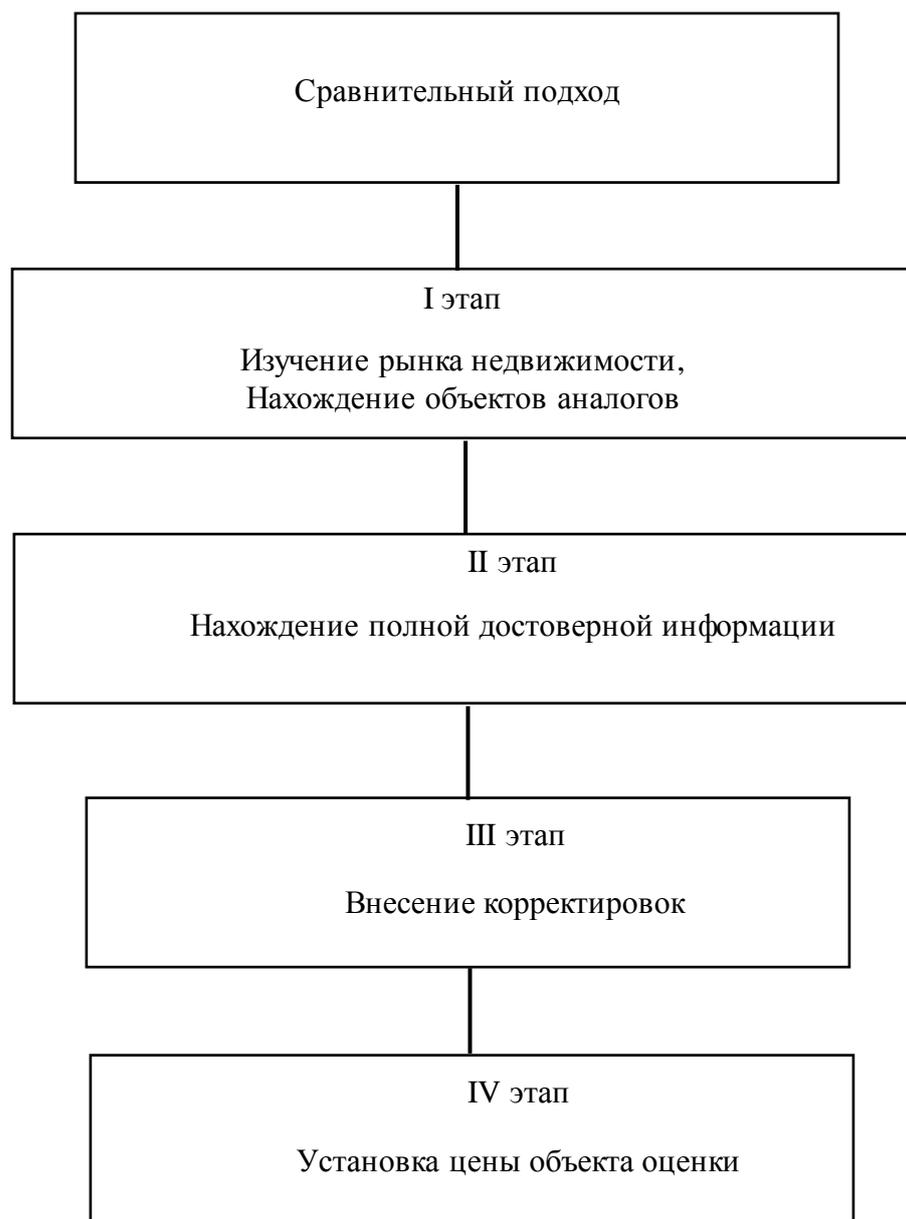


Схема 1.2.1 – Последовательность действий при оценке недвижимости сравнительным подходом

1 этап.

Проводится изучение рынка, к которому принадлежит оцениваемый объект. Находятся объекты недвижимости аналогичные с оцениваемым объектом, проданные незадолго до проведения оценки стоимости оцениваемого объекта.

2 этап.

Нахождение полной достоверной информации об аналогах сравниваемого объекта недвижимости и сравнение аналога с оцениваемым объектом.

3 этап.

Внесение корректировок на цены продаж объектов аналогов в соответствии с отличиями от объекта оценки.

4 этап.

Установка цены объекта оценки на основе скорректированных цен объектов аналогов.

Объекты аналоги выбираются по следующим основным критериям:

- права собственности на жилье;
- условия финансирования жилья;
- время купли – продажи жилья;
- местоположение жилья;
- физические характеристики жилья.

Права собственности на жилье бывает двух видов. Первое – это государственное. То есть сюда относятся и муниципальные органы власти, комитеты по управлению государственным имуществом. Второе – это частное лицо, то есть жилье принадлежит семье или одному физическому лицу.

Условия финансирования бывают трех видов – это самофинансирование, заемное финансирование(ипотека) и привлеченное финансирование.

Условия и время купли продажи недвижимости при выборе объектов аналогов играет основную роль, чем ближе время купли-продажи объектов аналогов ко времени оценки стоимости объекта оценки, тем выше точность оценки.

Местоположение объекта недвижимости является главным ценообразующим фактором для объектов недвижимости. Например, абсолютно одинаковые объекты недвижимости могут находиться на разных районах, и их цена будет отличаться на весьма значительную величину. Так как местоположение – это понятие обширное включающее в себя социальную, инженерную и транспортную инфраструктуры, престижность и т.п. Поэтому местоположение является одним из основных критериев выбора объектов аналогов.

Математическая модель оценки стоимости недвижимости сравнительным подходом имеет вид: [9]

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n w_i P_i + \sum_{i=1}^n \Delta P_{ij}}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (1.2.1)$$

где  $V$  – стоимость объекта оценки,

$P_i$  – цена (price)  $i$ -го аналога,

$\Delta P_{ij}$  – корректирующая поправка цены  $i$ -го аналога на различие с объектом оценки по  $j$ -му ценообразующему фактору,

$w_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го аналога,

$n$  – количество объектов-аналогов,

$k$  – количество анализируемых ценообразующих факторов.

Суть корректировок  $\Delta P_{ij}$  в методе сравнительного анализа продаж можно выразить в математическом виде следующим образом:

$$P_i^{\text{кор}} = P_i (a_1^{\Delta x_1} \cdot a_2^{\Delta x_2} \cdot \dots \cdot a_r^{\Delta x_r}) \cdot (1 + a_{r+1} \Delta x_{r+1} + \dots + a_k \Delta x_k), \quad (1.2.2)$$

где  $P_i$  – цена  $i$ -го аналога до корректировки,

$P_i^{\text{кор}}$  – цена  $i$ -го аналога после корректировки,

$a_1, \dots, a_k$  – корректирующие коэффициенты,

$\Delta x_j$  – разность значений  $j$ -го ценообразующего фактора объекта оценки и объекта-аналога.

После разложения сомножителей первой круглой скобки в формуле (1.2.2) в ряд Тейлора и удержания первых членов ряда получим:

$$P_i^{\text{кор}} = P_i \cdot (1 + a_1 \Delta x_1) \cdot (1 + a_2 \Delta x_2) \cdot \dots \cdot (1 + a_r \Delta x_r) \cdot (1 + a_{r+1} \Delta x_{r+1} + \dots + a_k \Delta x_k), \quad (1.2.3)$$

Произведение в формуле (1.2.3) находящееся в первой скобке представляет собой совокупность последовательных корректировок, характеризующих отличия объекта аналога от объекта оценки с точки зрения сделки. Произведение, находящееся во второй скобке, представляет собой совокупность параллельных корректировок, характеризующих отличия объекта оценки и аналога по технико-экономическим характеристикам: по местоположению, физическим и экономическим факторам [9].

Из формулы (1.2.1) следует, что вид математических моделей сравнительного подхода целиком и полностью определяется количеством  $n$  аналогов, количеством  $k$  ценообразующих факторов, методом расчета корректирующих поправок  $\Delta P_{ij}$  цены  $i$ -го аналога на различие с объектом оценки по  $j$ -му ценообразующему фактору и методом оценки весовых коэффициентов  $w_i$  [9].

Преимущества сравнительного подхода: Итоговая цена недвижимости при сравнительном подходе оценки стоимости недвижимости выявлено с анализом объектов аналогов и их сделок, стоимость статически обоснована и получение результатов является достаточно простым и надежным.

Недостатки сравнительного подхода: Отличие продаж, сложность сбора и создание базы о ценах продаж объектов аналогов и зависимость от рынка недвижимости.

Исследуя сравнительный подход оценки недвижимости, можно сделать вывод, что данный подход оценки стоимости недвижимости является подходящим методом для реализуемой системы оценки стоимости жилья, так как при правильном выборе метода сравнительного подхода, данная система лишает данный подход оценки стоимости жилья всех недостатков.

### **1.3 Выбор метода оценки недвижимости сравнительным подходом**

В рамках сравнительного подхода оценки стоимости недвижимости, методы оценки параметров модели, делятся на две основные группы [9]:

- качественные методы оценки;
- количественные методы оценки.

Главным отличием количественных методов от качественных, является использование математических методов и процедур при оценке стоимости недвижимости. В отличие от количественных методов, качественные методы подразумевают использование логического анализа для внесения корректирующих поправок на цену объекта аналога. Ниже будут рассмотрены, более подробно, методы каждой группы. Формирование конечного результата для оценки стоимости недвижимости и выбор метода реализации сравнительным подходом можно представить в виде схемы на рисунке (1.3.1).

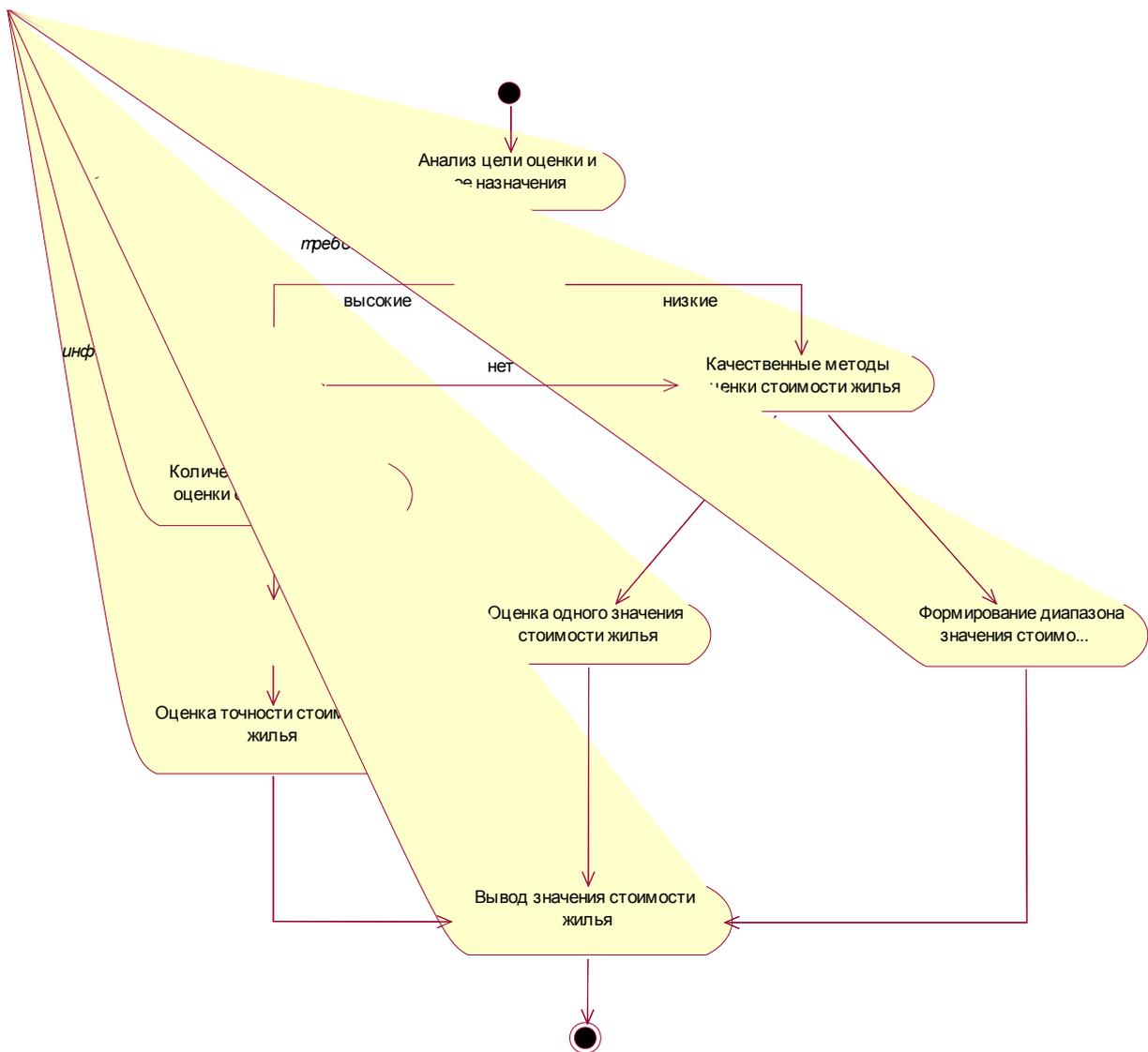


Рисунок 1.3.1 – Схема выбора методов реализации оценки стоимости недвижимости, сравнительным подходом

Качественные методы оценки стоимости недвижимости сравнительным подходом [9]:

- относительный сравнительный анализ;
- метод экспертных оценок;
- метод личного интервью.

Относительный сравнительный анализ – это анализ, заключающийся в изучении взаимосвязей, без использования расчётов на основе анализа данных рынка недвижимости. Данный метод применяется многими оценщиками поскольку в условиях несовершенного рынка недвижимости, данный метод

позволяет получить требуемые результаты. В основе метода лежит анализ аналогичных продаж с целью сравнения характеристик аналогичных объектов с объектом оценки. Результатом оценки, методом относительного сравнительного анализа, может быть представлена в виде диапазона значений искомой стоимости или в виде ее одного значения, выбранного индивидуальным образом из этого диапазона.

Метод экспертных оценок – это модификация метода относительного сравнительного анализа. В этом методе данные аналогичных продаж сортируются по возрастанию или по убыванию, затем каждая сделка анализируется оценщиком, для определения относительной позиции объекта оценки в выборке.

Метод личного интервью, близкий методу экспертных оценок, позволяет выявить мнение осведомленных участников рынка оцениваемого объекта недвижимости о тех или иных факторах, влияющих на его стоимость.

Количественные методы оценки стоимости недвижимости сравнительным подходом:

- анализ пар данных;
- анализ групп данных;
- однофакторный корреляционно-регрессионный анализ;
- многофакторный корреляционно-регрессионный анализ.

Анализ пар данных является одним из простых методов количественного анализа сравнительным подходом. Данный метод позволяет определить корректировку по факторному переменному путем сравнения двух объектов аналогов, отличающихся значениями данного фактора. Анализ пар данных основан на методе математической дедукции, который имеет ограниченную применимость, так как наборы данных встречаются редко, и возможность их неправильного использования не исключена. Ограниченное применение данного метода обосновывается, доступностью очень малой части выборки близких по характеристикам объектов и трудностью количественного определения поправок, относящихся к этой выборке данных. Поправка,

полученная из одной пары продаж, как единственная продажа не отражает рыночной стоимости.

Метод анализа групп данных – это метод, определяющий взаимосвязь и влияние отдельных переменных на стоимость. Он предусматривает группирование данных по такой независимой переменной, как дата продажи и расчет типичных показателей стоимости. Такие группы анализируют попарно, чтобы определить зависимый переменный показатель (например, цену за единицу площади или соотношение фасадной длины и площади).

Статистический анализ рыночных данных недвижимости применяется в оценочной деятельности все чаще. Основными методами статистического анализа являются методы корреляционно-регрессионного анализа:

1. Однофакторный корреляционно-регрессионный анализ.
2. Многофакторный корреляционно-регрессионный анализ.

Метод однофакторного корреляционно-регрессионного анализа заключается в нахождении зависимости между двумя факторными параметрами и на основе этой зависимости прогнозировать результирующий параметр.

Метод многофакторного корреляционно-регрессионного анализа заключается в нахождении зависимости результирующего параметра от 2 и более факторных переменных, и на основе этой зависимости прогнозировать значение результирующий параметр.

Данный метод позволяет получить самые точные результаты при оценке стоимости недвижимости. Недостатками применения данного метода является количество данных об объектах аналогах, количество объектов аналогов должно превышать количество факторов сравнения в 6 и более раз.

Для выбора метода корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья необходимо провести сравнительный анализ по 4 критериям оценки:

- точность оценки;
- простота вычисления;
- экономичность по времени;

- использование неограниченного количество факторных переменных.

Таблица 1.3.1 - Сравнительный анализ количественных методов в задаче оценки стоимости недвижимости

Критерий оценки	Анализ пар данных	Анализ групп данных	Однофакторный корреляционно-регрессионный анализ	Многофакторный корреляционно-регрессионный анализ
Точность оценки	-	+	-	+
Простота вычисления	+	-	+	+
Экономичность по времени	+	-	+	+
Использование большого количества факторов	-	-	-	+
Удовлетворение критериям оценки	50%	25%	50%	100%

На основе проведенного анализа в таблице 1.3.1, был выбран количественный метод многофакторного корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости недвижимости. Данный метод подходит по всем критериям оценки. Является более точным относительно методов «Анализ пар данных» и «Однофакторный корреляционно-регрессионный анализ», и быстрым в оценке по времени относительно метода «Анализ групп данных».

Таким образом, были проанализированы основные методы сравнительного подхода оценки стоимости недвижимости. Были рассмотрены 2 основные группы методов оценки стоимости недвижимости сравнительным подходом и были описаны основные различия данных групп методов. Для более точной и надежной оценки стоимости недвижимости были проанализированы 4 наиболее известных методов корреляционно-регрессионного анализа для

оценки стоимости жилья, на основе анализа был выбран метод многофакторного корреляционно-регрессионного анализа, который удовлетворяет всем условиям критериев точности и надежности метода.

В этой главе была проанализирована предметная область и основные методы корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости недвижимости. Проанализировав методы корреляционно-регрессионного анализа был выбран метод многофакторного корреляционно-регрессионного анализа, который удовлетворяет всем критериям точности и надежности оценки стоимости недвижимости.

## **2 Разработка модели оценки стоимости жилья с использованием метода корреляционно-регрессионного анализа**

### **2.1 Регрессионная модель оценки недвижимости сравнительным подходом**

Применение регрессионного анализа в оценке стоимости недвижимости устанавливает закономерность влияния ценообразующих факторных переменных на результирующий стоимостный показатель, как в отдельности каждого фактора, так и в совокупности.

С помощью корреляционно-регрессионного анализа как метода статистики:

1. Находится и описывается аналитическая форма зависимости стоимостной переменной от факторных (влияющих) переменных.
2. Оценивается теснота этой зависимости.

Благодаря нахождению и описанию формы аналитической зависимости результирующего показателя от факторных переменных получают регрессионную модель, с помощью которой затем рассчитывают искомый показатель при заданных значениях факторных переменных. Оценка тесноты зависимости результирующего показателя от факторных переменных позволяет установить надежность рассчитанного результата.

Обобщенная модель множественной регрессии записывается в виде

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k, u), \quad (2.1.1)$$

где  $y$  – результирующая переменная,

$x_1, x_2, \dots, x_k$  – факторные переменные,

$k$  – число факторных переменных,

$u$  – возмущение (отклонение),

$y$  и  $u$  – случайные переменные, а остальные переменные в регрессионной модели считаются неслучайными.

Факторные переменные  $x_1, x_2, \dots, x_k$  оказывают совместное одновременное влияние на зависимую переменную  $y$ . Как уже отмечалось, мы

не можем охватить весь комплекс причин и учесть случайность, присущую в той или иной степени причинному действию и определяемому им следствию; поэтому, ограничиваясь наиболее важными факторными переменными, в выражение функции регрессии (2.1.1) введена случайная составляющая  $\varepsilon$ , позволяющая учесть суммарный эффект от воздействия всех неучтенных факторов и случайностей.

Построение любой регрессионной модели осуществляется в несколько этапов. Этапы построения регрессионной модели можно представить в виде схемы, приведенной на рисунке 2.1.1.



Рисунок 2.1.1 – Этапы построения регрессионной модели оценки

Первый этап построения модели состоит в определении постановки задачи и формировании исходной информации о факторных и результирующих

переменных. Второй этап заключается в выборе спецификаций модели регрессионной модели, определении вида функции зависимости результирующей переменной от факторных переменных. Третий этап – этап в котором вносятся калибровки в выбранной модели и проверка адекватности выбранной модели. Заключающийся этап – этап нахождения факторных переменных для прогнозирования результирующей переменной.

Метод регрессионного моделирования обладает неоспоримым преимуществом перед другими известными методами сравнительного подхода – он позволяет исследователю контролировать качество создаваемых моделей по степени воспроизведения ими рыночных данных, на которых они построены.

Необходимо отметить, что на активных рынках использование регрессионных моделей для определения корректирующих коэффициентов является необходимой составляющей для получения корректного результата.

Метод регрессионного моделирования в итоге позволяет получить обоснованно расчётный и, следовательно, более точный и доказательный результат оценки.

## **2.2 Модель множественного корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья**

Рассмотрим модель множественного корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости недвижимости. Модель представляет собой взаимосвязь нескольких переменных  $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ , для которой функция регрессии линейна  $f(x_1, x_2, \dots, x_k)$  и  $u$ . Обозначим через  $y$  зависимую переменную в генеральной совокупности при фиксированных значениях переменных  $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ . Тогда уравнение множественного корреляционно-регрессионного анализа будет иметь вид:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k), \quad (2.2.1)$$

где  $y$  – результирующая переменная,

$x_1, x_2, \dots, x_k$  – факторные переменные,  
 $k$  – число факторных переменных.

Для нахождения факторных переменных регрессионного уравнения воспользуемся методом наименьших квадратов. Данный метод нахождения факторных переменных состоит из нескольких этапов:

Первый этап состоит в формировании матриц из факторных и результирующих переменных. Обозначим матрицу, состоящую из факторных переменных  $(x_1, x_2, \dots, x_k)$  через  $X$ , а матрицу результирующих переменных через  $Y$ . Тогда уравнения множественного корреляционно-регрессионного анализа будет иметь вид: [6]

$$y = (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (2.2.2)$$

где  $X$  – матрица факторных переменных,

$Y$  – матрица результирующих переменных,

$X^T$  – транспонированная матрица  $X$ ,

$(X^T X)^{-1}$  – обратная матрица произведения матриц  $X^T X$ .

Для применения формулы (2.2.2) к исходной матрице  $X$  добавим единичный столбец, получив новую матрицу  $X$ .

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nk} \end{pmatrix}, \quad (2.2.3)$$

где  $X$  – матрица факторных переменных.

Второй этап состоит в нахождении факторных переменных результирующей переменной. Для определения факторных переменных выполним математические операции над матрицами.

Транспонируем матрицу факторных переменных  $X$

$$X^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ x_{11} & x_{21} & x_{n1} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{1k} & x_{2k} & x_{nk} \end{pmatrix}, \quad (2.2.4)$$

Транспонированную матрицу  $X^T$  умножим на матрицу  $X$ :  $(X^T X)$ . Найдем обратную матрицу из полученной матрицы  $(X^T X)$ :  $(X^T X)^{-1}$ . Умножаем транспонированную матрицу  $X^T$  на матрицу результирующих переменных

$Y: X^T Y$ . Умножив полученные матрицы  $(X^T X)^{-1}$  и  $X^T Y$  получим вектор коэффициентов уравнения регрессии:  $y = (X^T X)^{-1} X^T Y$ .

На основе полученных векторов коэффициентов уравнения регрессии прогнозируется оценочная стоимость жилья.

### 2.3 Практическое применение многофакторного корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья.

Оцениваемый объект недвижимости – квартира с площадью 110 кв.м. Высота этажа 3 м. и кол-во парковочных мест 10. Имеющаяся информация об объектах-аналогах — это цена продажи, высота этажа, общая площадь и кол-во парковочных мест. Для оценки квартиры с площадью 110 кв.м. была построена трехфакторная регрессионная модель. Факторные переменные были отобраны исходя из основных отличий объектов аналогов, в таблице 2.3.1 представлены объекты аналоги. Факторные переменные, влияющие на результирующую переменную следующие:

- площадь квартиры –  $X_1$ ;
- высота этажа –  $X_2$ ;
- количество парковочных мест –  $X_3$ ;

Таблица 2.3.1 - Объекты-аналоги

№	Общая площадь	Высота этажа	Количество парковочных мест	Цена продажи	Цена продажи за 1 кв.м.
1	100	2,7	7	530	5,3
2	160	2,8	6	790	4,94
3	155	3	6	760	4,9
4	130	3	5	650	5
5	190	2,9	8	1000	5,26
6	220	2,7	7	1136	5,16
7	175	2,8	5	850	4,86

№	Общая площадь	Высота этажа	Количество парковочных мест	Цена продажи	Цена продажи за 1 кв.м.
8	142	3	4	700	4,93
9	136	2,9	7	700	5,15
10	119	3	9	645,3	5,42

В таблице 2.3.2 представлены объекты аналоги в упорядоченном виде по площади.

Таблица 2.3.2 - Упорядоченный вид

№	Общая площадь	Высота этажа	Количество парковочных мест	Цена продажи	Цена продажи за 1 кв.м.
1	100	2,7	7	530	5,30
2	119	3	9	645,3	5,42
3	130	3	5	650	5,00
4	136	2,9	7	700	5,15
5	142	3	4	700	4,93
6	155	3	6	760	4,90
7	160	2,8	6	790	4,94
8	175	2,8	5	850	4,86
9	190	2,9	8	1000	5,26
10	220	2,7	7	1136	5,16

Множественный коэффициент корреляции:

$$R = \sqrt{R^2}; \quad (2.3.1)$$

Коэффициент детерминации:

$$R^2 = \frac{(y_i - \bar{y})^2}{(y_i - \bar{y})^2}; \quad (2.3.2)$$

Скорректированный коэффициент детерминации:

$$R^2 = 1 - \frac{1 - R^2}{n - k - 1} \frac{n - 1}{n - k - 1}; \quad (2.3.3)$$

где  $R^2$  - коэффициент детерминации,  
 $R$  – коэффициент корреляции,  
 $y$  – средняя стоимость объектов аналогов,  
 $y_i$  – фактическая цена объекта аналога,  
 $y_i$  – оценочная стоимость объектов аналогов.  
F-критерий Фишера:

$$F = \frac{R^2/k}{(1 - R^2)/(n - k - 1)}; \quad (2.3.4)$$

где  $R^2$  - коэффициент детерминации,  
 $k$  – количество факторных переменных в уравнении,  
 $n$  – количество объектов аналогов.

В таблице 2.3.3 приведены значения регрессионной статистики. Значение множественного коэффициента корреляции показывает сильную зависимость между переменными.

Таблица 2.3.3 – Регрессионная статистика

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,914403
$R^2$	0,836133
скорректированный $R^2$	0,7542
Стандартная ошибка $Se$	0,096304
Наблюдения $n$	10

Таблица 2.3.4 - Дисперсионный анализ

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	3	0,283938	0,094646	10,20502	0,009013
Остаток	6	0,055647	0,009274		
Итого	9	0,339585			

В таблице 2.3.4 показаны значения дисперсионного анализа. Таблица состоит из следующих строк и столбцов:

1. Для строки Регрессия – факторная дисперсия.
2. Для строки Остаток – остаточная дисперсия.
3. Столбец SS – это сумма квадратов отклонений.
4. Столбец MS – это дисперсия.
5. Столбец F – расчетное значение F критерия Фишера.
6. Столбец значимость F – уровень значимости, соответствующее

вычисленному критерию Фишера.

В таблице 2.3.5 приведены значения коэффициентов при факторных переменных, влияющих на стоимость объекта оценки. На основе вычисленных коэффициентов будет прогнозироваться стоимость жилья.

Таблица 2.3.5 – Параметры линейного регрессионного уравнения

	Коэффициенты	Стандартная ошибка
Y-пересечение	5,040303	0,889759
Переменная X 1	-0,00141	0,000956
Переменная X 2	-0,15494	0,278073
Переменная X 3	0,111544	0,021548

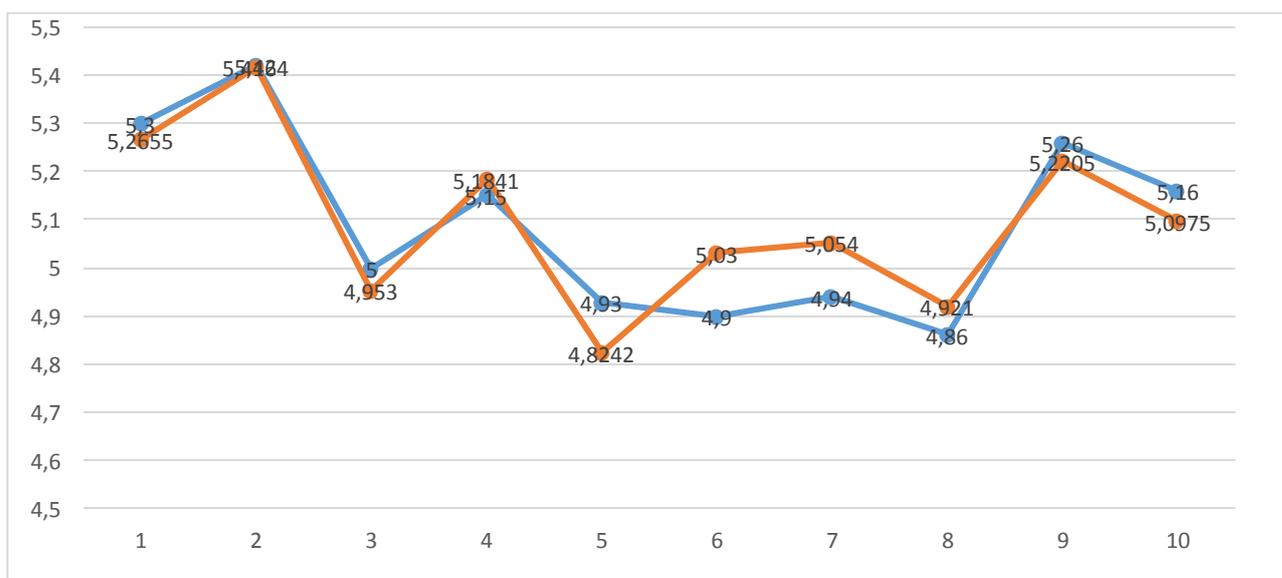


График 2.3.1 – Сравнение фактических и прогнозируемых цен жилья

На графике 2.3.1 сравниваются фактическая и оценочная стоимости жилья. На графике показана погрешность оценочной стоимости. Проанализировав график 2.3.1 можно утверждать, что средняя ошибка аппроксимации составляет не более 10%, полученное уравнение регрессии является значимой.

$$y = 5,04 - 0,0014 * x_1 - 0,155 * x_2 + 0,112 * x_3, \quad (2.3.5)$$

где  $y$  – результирующая переменная,

$x_1$  – факторная переменная (площадь квартиры),

$x_2$  – факторная переменная (высота этажа),

$x_3$  – факторная переменная (количество парковочных мест).

Таблица 2.3.6 – Данные оцениваемой квартиры

Площадь	Высота этажа	количество парковочных мест	цена продажи за 1 кв.м.
110	3	5	? $y$

$y = 5,04 - 0,0014 * 110 - 0,155 * 3 + 0,112 * 5 = 4,981$  тыс. сомони за 1 кв.м.

Оцененная стоимость жилья методом корреляционно-регрессионного анализа составляет 4981 сомони за 1 кв.м. и средняя ошибка аппроксимации составляет не более 10%.

В результате описания модели множественной корреляционно-регрессионной модели был реализован алгоритм решения и нахождения коэффициентов уравнения регрессии. Модель была построена на основе линейной регрессии. В результате практического применения метода было выявлено, что средняя ошибка аппроксимации составляет не более 10%. На основе полученного алгоритма будет спроектировано и реализовано программное обеспечение на JavaScript платформе.

### **3 Разработка и тестирование приложения для оценки стоимости жилья**

#### **3.1 Анализ и выбор технологии реализации программного обеспечения для оценки стоимости жилья**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были использованы языки программирования JavaScript, PHP, а также декларативный язык программирования, применяемый для создания, модификации и управления данными в реляционной базе данных SQL, язык гипертекстовой разметки HTML, формальный язык описания внешнего вида документа CSS и кроссплатформенный текстовый редактор Sublime Text 3.0.

##### *JavaScript.*

JavaScript является одним из самых популярных и динамичных языков программирования, используемых для создания и разработки веб-сайтов. Этот язык способен достигать нескольких вещей, включая управление браузером, редактирование Контента в отображаемом документе, позволяя клиентским скриптам общаться с пользователями, а также асинхронную связь. Он был разработан Netscape и заимствует большое количество синтаксиса из языка Си. JavaScript очень широко и эффективно используется как при создании настольных приложений, так и при разработке игр [17].

Одна из лучших вещей о JavaScript для вас, как разработчика или владельца сайта, заключается в том, что это один из немногих языков программирования, которые принимаются и поддерживаются всеми основными браузерами без каких-либо компиляторов или плагинов. Он также может работать на платформах, которые не являются веб -, например-виджеты рабочего стола и документы PDF. Это язык мульти-парадигмы, который означает, что он имеет сочетание функций. Кроме того, JavaScript поддерживает функциональные и объектно-ориентированные стили программирования [17].

На основе сравнения языков программирования можно сделать вывод о преимуществе данного языка относительно других языков программирования, сравниваемых в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1 – Сравнение языков программирования

Критерии оценки	JavaScript	Java	C++
Простота разработки	+	+	-
Быстродействие программного обеспечения	+	-	+
Возможность внедрения в HTML	+	-	-

### *PHP.*

Термин " PHP " используется для определения языка гипертекстового процессора PHP, который является свободным языком сценариев на стороне сервера, который был разработан не только для веб-разработки, но и в качестве платформы программирования общего назначения. Это широко используемый язык, который был создан в 2004 году и сейчас более 200 миллионов веб-сайтов по всему миру, разработанных на этом языке. Некоторые популярные примеры веб-сайтов, работающих на этой платформе, включают Facebook, WordPress и Digg.com [17].

PHP является интерпретируемым языком скриптов, что означает, что он обычно обрабатывается интерпретатором. По этой причине язык наиболее подходит для серверного программирования, в котором серверные задачи выполняются повторно, когда процесс разработки веб-сайта включен [17].

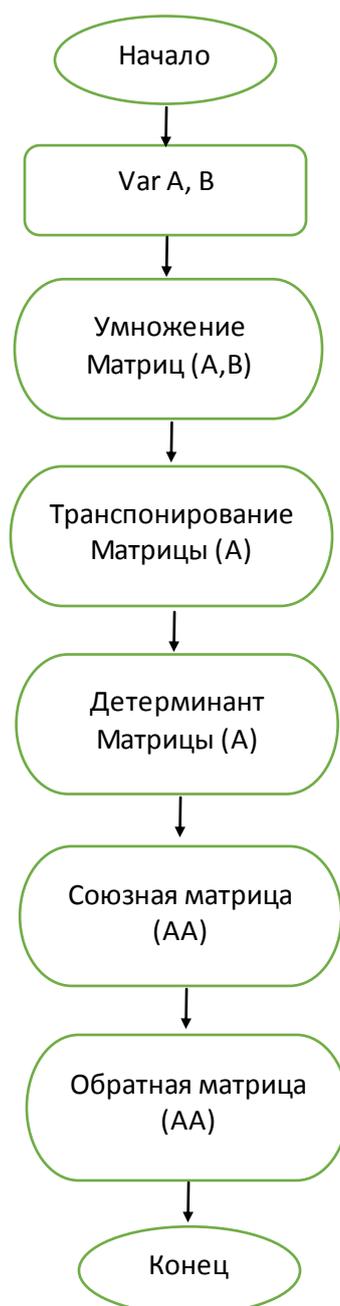
Ниже приведены основные преимущества использования данного языка:

1. PHP-это язык с открытым исходным кодом и быстрый язык прототипирования.
2. Этот язык совместим с ОС на базе UNIX, а также ОС Windows.
3. Язык можно внедрить в HTML сразу.

Так как язык программирования PHP является интерпретируемым языком скриптов и подходит для серверного программирования, язык совместим со

всеми ОС и данный язык можно использовать в HTML и совместно с JavaScript, то был выбран данный язык программирования для реализации системы.

### 3.2 Алгоритм реализации модели корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья



Блок-схема 2.3.1 – Алгоритм реализации модели

Для разработки приложения были разработаны алгоритмы, которые обладают следующими характеристиками:

- выбор объектов аналогов из базы данных;
- умножение матриц;
- транспонирование матриц;
- нахождение детерминанта матрицы;
- нахождение союзной матрицы;
- нахождение обратной матрицы.

Для выбора объектов аналогов из базы данных используется язык программирования PHP. Код подключения к базе данных представлен в листинге 3.1.

Листинг 3.1. Код подключения к базе данных

```
$db=mysqli_connect('localhost','Diplom','123456');  
mysqli_select_db($db,'diplom');  
$select= mysqli_query($db,'SELECT*FROM bd');
```

Где `diplom` - название базы данных;

`bd` – название таблицы.

После успешного подключения к базе данных, выбираются объекты аналоги по параметрам близким к объекту оценки и выводятся на экран выбранные объекты аналоги, код вывода приведен в листинге 3.2.

Листинг 3.2. Код выбора объектов аналогов.

```
echo «<th> № </th> <th> Цена за 1 кв.м. </th> <th> Общая площадь </th> <th>  
Высота этажа </th> <th> Количество парковочных мест </th> «;  
$i=1;  
while ($row=mysqli_fetch_row($select)){  
echo "<tr>";  
$rows[] = $row;  
echo "<td width='100'>" . $i . "</td>";  
echo "<td width='100'>" . $row[0] . "</td>";
```

```

echo "<td width='100'>" . $row[1] . "</td>";
echo "<td width='100'>" . $row[2] . "</td>";
echo "<td width='100'>" . $row[3] . "</td>";

$i++;
echo "</tr>";

```

Объекты аналоги

№	Цена за 1 кв.м.	Общая площадь	Высота этажа	Количество парковочных мест
1	4.94	160	2.8	6
2	4.9	155	3	6
3	5	130	3	5
4	5.26	190	2.9	8

Сотрудничество Обратная связь

© 2018 created by Saidov J.M. \*DomPrice\*

Рисунок 3.2.1 – Объекты аналоги для оцениваемого жилья

Выбрав объекты аналоги на рисунке 3.2.1, сформируем две матрицы, матрица X и матрица Y, для независимых факторных переменных и зависимых результирующих переменных соответственно. Для нахождения факторных переменных, влияющих на стоимость объекта оценки, применим алгоритм, состоящий из 5 методов.

Первый метод – это метод function TransMatrix(AA), который на входе получает матрицу факторных переменных и на выходе возвращает транспонированную матрицу. Код метода представлен на листинге 3.3.

Листинг 3.3. Код транспонирования матрицы.

```

Function TransMatrix(AA) //транспонирование матриц
{
var mm = AA.length, nn = AA[0].length, AT = [];
for (var ii = 0; ii < nn; ii++)
{ AT[ii] = [];
for (var jj= 0; jj < mm; jj++) AT[ii][jj] = AA[jj][ii];
}
}

```

```
return AT;  
}
```

где AA – матрица; nn – количество элементов в матрице; AT – транспонированная матрица.

Второй метод – это метод `function MultiplyMatrix(AA,BB)`, который на входе получает две матрицы и на выходе возвращает произведение данных матриц представлен на листинге 3.4.

Листинг 3.4. Код транспонирования матрицы.

```
Function MultiplyMatrix(AA,BB) // умножение матриц  
{  
var rowssA = AA.length, colssA = AA[0].length,  
rowssB = BB.length, colssB = BB[0].length,  
CC = [];  
if (colssA != rowssB) return false;  
for (var ii = 0; ii < rowssA; ii++) CC[ii] = [];  
for (var kk = 0; kk < colssB; kk++)  
{ for (var ii = 0; ii < rowssA; ii++)  
{ var t = 0;  
for (var jj = 0; jj < rowssB; jj++) t += AA[ii][jj]*BB[jj][kk];  
CC[ii][kk] = t;}}  
return CC;  
}
```

Третий метод – это метод `function Determinant(AA)`, который на входе получает матрицу и на выходе возвращает определитель данной матрицы, представлен на листинге 3.5.

Листинг 3.5. Код вычисления определителя матрицы.

```
Function Determinant(AA) // Используется алгоритм Барейса, определитель  
{  
var NN = AA.length, BB = [], denom = 1, 35xchanges = 0;  
for (var ii = 0; ii < NN; ++ii)
```

```

{ BB[ii] = [];
for (var j = 0; j < NN; ++j) BB[ii][j] = AA[ii][j];
}
for (var ii = 0; ii < NN-1; ++ii)
{ var maxN = ii, maxValue = Math.abs(BB[ii][ii]);
for (var j = ii+1; j < NN; ++j)
{ var value = Math.abs(BB[j][ii]);
if (value > maxValue){ maxN = j; maxValue = value; }
}
if (maxN > ii)
{ var temp = BB[ii]; BB[ii] = BB[maxN]; BB[maxN] = temp;
++36xchanges;
}
else { if (maxValue == 0) return maxValue; }
var value1 = BB[ii][ii];
for (var j = ii+1; j < NN; ++j)
{ var value2 = BB[j][ii];
BB[j][ii] = 0;
for (var k = ii+1; k < NN; ++k) BB[j][k] = (BB[j][k]*value1-
BB[ii][k]*value2)/denomm;
}
denomm = value1;
}
if (36xchanges%2) return -BB[NN-1][NN-1];
else return BB[NN-1][NN-1];
}

```

где AA – матрица; BB – определитель матрицы AA.

Четвертый метод – это метод `function AdjugateMatrix(A)`, который на входе получает матрицу и на выходе возвращает союзную матрицу. Код представлен на листинге 3.6.

Листинг 3.6. Код вычисления союзной матрицы.

Function AdjugateMatrix(A) // A – двумерный квадратный массив, союзная матрица

```
{
varN=A.length,adjA=[];
for(var i=0; i<N;i++)
{ adjA[i]=[];
for (var j=0;j< N; j++)
{ var B = [], sign = ((i+j)%2==0) ? 1 : -1;
for (var m = 0; m < j; m++)
{ B[m] = [];
for (var n = 0; n < i; n++) B[m][n] = A[m][n];
for (var n = i+1; n < N; n++) B[m][n-1] = A[m][n];
}
for (var m = j+1; m < N; m++)
{ B[m-1] = [];
for (var n = 0; n < i; n++) B[m-1][n] = A[m][n];
for (var n = i+1; n < N; n++) B[m-1][n-1] = A[m][n];
}
adjA[i][j] = sign*Determinant(B); // Функцию Determinant см. Выше
}
}
return adjA;
}
```

где adjA – союзная матрица.

Пятый метод – это метод function InverseMatrix(A), в которой используются две предыдущие методы, на входе функция получает матрицу и на выходе возвращает обратную матрицу. Код вычисления обратной матрицы представлен на листинге 3.7.

Листинг 3.7. Код вычисления обратной матрицы.

```
Function InverseMatrix(A) // A – двумерный квадратный массив, обратная матрица
```

```
{  
var det = Determinant(A); // Функцию Determinant см. Выше  
if (det == 0) return false;  
var N = A.length, A = AdjugateMatrix(A); // Функцию AdjugateMatrix см.
```

Выше

```
for (var i = 0; i < N; i++)  
{ for (var j = 0; j < N; j++) A[i][j] /= det; }  
return A;  
}
```

Применив данные методы, находятся факторные ценообразующие переменные для объекта оценки. Применение методов наименьших квадратов для поиска независимых переменных в линейном уравнении множественного корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости недвижимости упрощает вычисления и уменьшает время работы программы.

### **3.3 Проведение тестирования приложения оценки стоимости жилья**

Тестирование программы проводилось на компьютере со следующими параметрами:

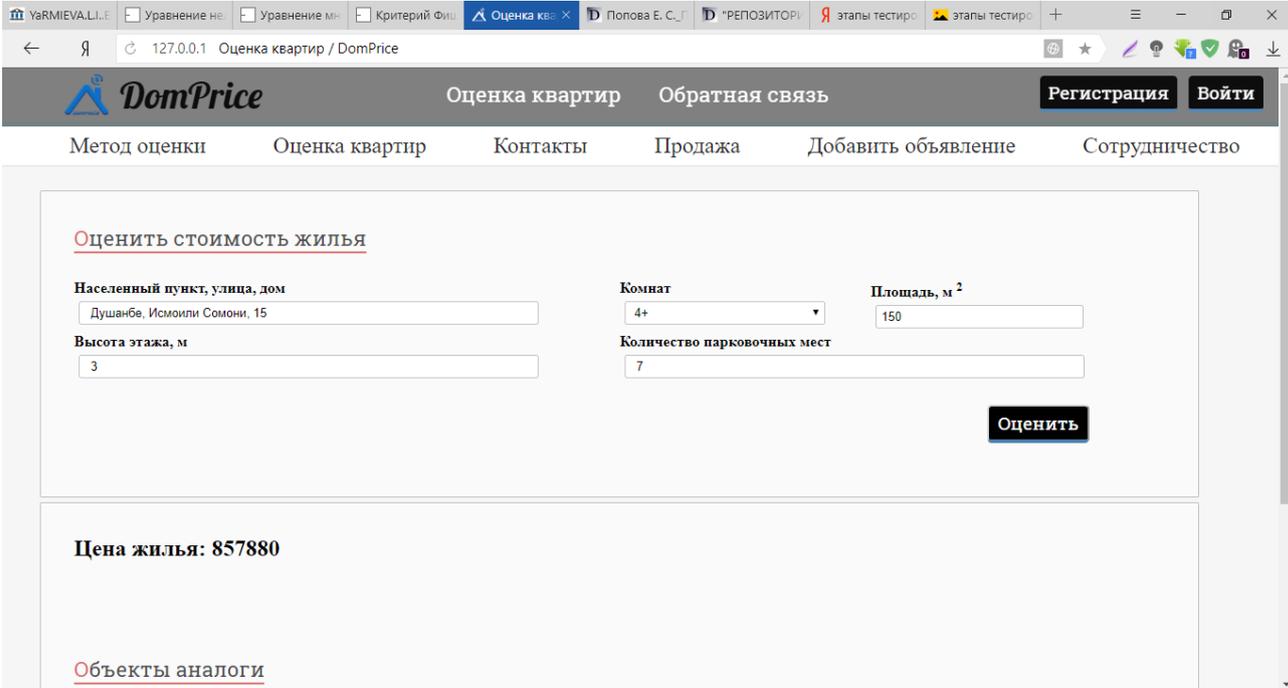
- CPU – AMD A10 8700P (4 ядра, частота 1,8 ГГц);
- ОЗУ – 8 Гб;
- GPU – AMD Radeon R6 (2048 Мб DDR3);
- ОС – Windows 10 x64.

Объектом тестирования является программа для оценки стоимости недвижимости с применением корреляционно-регрессионного анализа.

Цель тестирования: исключить появление возможных багов при эксплуатации программного обеспечения.

### Функциональное тестирование.

На рисунке 3.3.1 показан вывод цены объекта оценки. После заполнения всех полей программное обеспечение находит объекты аналоги и на основе данных аналогов находит коэффициенты, влияющие на ценообразующую переменную. На выходе программа выводит стоимость жилья.



The screenshot shows a web browser window with the URL 127.0.0.1 Оценка квартир / DomPrice. The page features the DomPrice logo and navigation links: "Оценка квартир", "Обратная связь", "Регистрация", and "Войти". A secondary navigation bar includes "Метод оценки", "Оценка квартир", "Контакты", "Продажа", "Добавить объявление", and "Сотрудничество". The main content area is titled "Оценить стоимость жилья" and contains a form with the following fields:

Населенный пункт, улица, дом	Комнат	Площадь, м <sup>2</sup>
<input type="text" value="Душанбе, Исмоили Сомони, 15"/>	<input type="text" value="4+"/>	<input type="text" value="150"/>
Высота этажа, м	Количество парковочных мест	
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="7"/>	

Below the form is a button labeled "Оценить". Underneath the form, the result is displayed: "Цена жилья: 857880". At the bottom, there is a link for "Объекты аналоги".

Рисунок 3.3.1 – Оценка стоимости жилья

При нажатии элемента управления «Оценить» программное обеспечение выводит информацию об объектах аналогах. Информация об объектах аналогах позволяет сравнить полученную цену со стоимостями объектов аналогов.

На рисунке 3.3.2 показан вывод цены объекта оценки и диапазон цен жилья. Функция вывода диапазона цен была добавлена из-за колебания цен жилья. Диапазон цен жилья рассчитывается, учитывая погрешность вычисления и среднюю ошибку аппроксимации. Средняя ошибка аппроксимации составляет не более 10%, на основе этого значения был рассчитан диапазон цен жилья. Диапазон цен жилья позволяет оценщику прогнозировать минимальную и максимальную цену продажи жилья.

**DomPrice**      Оценка квартир      Обратная связь      **Регистрация**      **Войти**

Метод оценки      Оценка квартир      Контакты      Продажа      Добавить объявление      Сотрудничество

Оценить стоимость жилья

Населенный пункт, улица, дом: Душанбе, улица Сомони 15

Высота этажа, м: 3

Комнат: 3

Площадь, м<sup>2</sup>: 125

Количество парковочных мест: 5

**Оценить**

Цена жилья: 624825  
 Диапазон цен: от 621700.875 до 627949.125

Объекты аналоги

Рисунок 3.3.2 – Диапазон стоимости жилья

*Тестирование удобства использования.*

Тестирование удобства использования или «Юзабилити тестирование» — это тестирование, главной целью которого является улучшение интерфейса программного обеспечения для уменьшения времени на решение задач пользователей.

**DomPrice**      Оценка квартир      Обратная связь      **Регистрация**      **Войти**

Метод оценки      Оценка квартир      Контакты      Продажа      Добавить объявление      Сотрудничество

Оценить стоимость жилья

Населенный пункт, улица, дом:

Высота этажа, м:

Комнат: 1

Площадь, м<sup>2</sup>:

Количество парковочных мест:

**Оценить**

Объекты аналоги

№	Цена за 1 кв.м.	Общая площадь	Высота этажа	Количество парковочных мест

Рисунок 3.3.3 – Интерфейс программного обеспечения

На рисунке 3.3.3 показан интерфейс программы для оценки стоимости жилья, недостатком данного интерфейса является отсутствие образца ввода данных, строк объекта оценки. Решение данного недостатка заключается в добавлении, в строках данных, временных текстов, что позволит быстрое использование программного обеспечения новым пользователем. На рисунке 3.2.4 показан интерфейс с временным текстом в строках заполнения данными.

The screenshot shows the 'Оценить стоимость жилья' (Evaluate property value) form on the DomPrice website. The form includes the following fields and values:

- Населенный пункт, улица, дом:** Душанбе, улица Сомони 15
- Высота этажа, м:** 3
- Комнат:** 3
- Площадь, м<sup>2</sup>:** 125
- Количество парковочных мест:** 5

Below the form, the results are displayed:

- Цена жилья:** 624825
- Диапазон цен:** от 621700.875 до 627949.125

The interface also features a navigation menu at the top with links for 'Метод оценки', 'Оценка квартир', 'Контакты', 'Продажа', 'Добавить объявление', and 'Сотрудничество'. There are also buttons for 'Регистрация' and 'Войти'.

Рисунок 3.3.4 – Интерфейс программного обеспечения

#### *Адаптация программы под мобильные устройства.*

Адаптация программного обеспечения под мобильные устройства позволяет удобное использование программы в мобильных устройствах также, как и в десктопных устройствах, что является одной из основных целей разработчика в стадии разработки программы.

Основной проблемой адаптации программы была доступ к меню программы, в мобильных устройствах. Решение данной проблемы состояла в создании выпадающего контекстного меню, который будет доступен, в любое время, при этом занимает малую площадь интерфейса программы. Была разработана кнопка на интерфейсе программы с нажатием, которого у

пользователя был доступ к контекстному меню на рисунке 3.3.5 продемонстрирована данная функция.

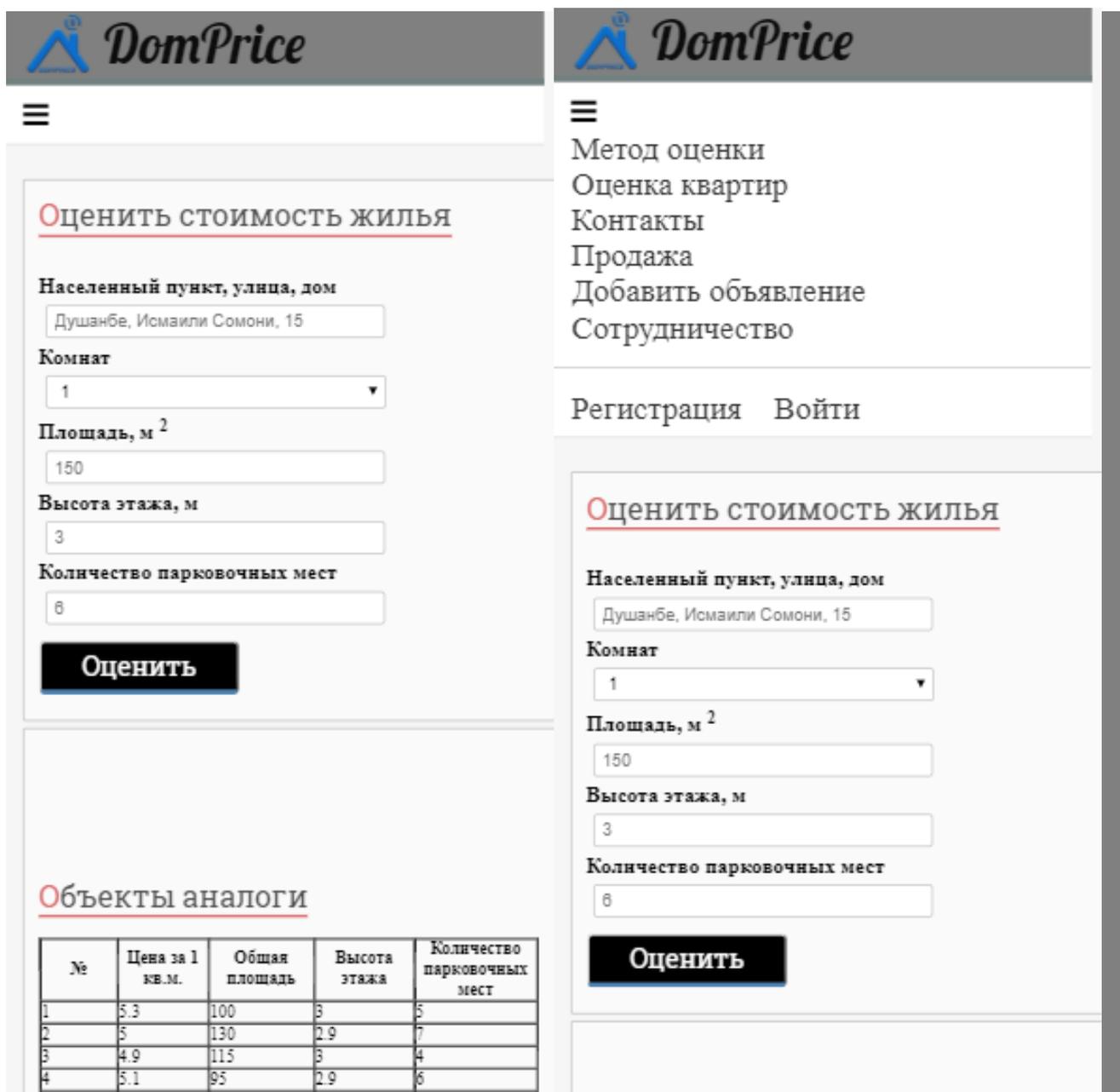


Рисунок 3.3.5 – Выпадающее контекстное меню

На рисунке 3.3.6 показан интерфейс программы до адаптации под мобильные устройства. До адаптации интерфейса программы, проблема заключалась в отображении строк для заполнения данных объекта оценки, что является неприемлимым для использования программы оценки стоимости жилья в мобильных устройствах.

**Оценить стоимость жилья**

Населенный пункт, улица, дом: Душанбе, Исмаили Соғоми

Комнат: 1 м<sup>2</sup>

Площадь, м<sup>2</sup>: 150

Высота этажа, м: 3

Количество парковочных мест: 8

**Оценить**

**Объекты аналоги**

№	Цена за 1 кв.м.	Общая площадь	Высота этажа	Количество парковочных мест
1	4.3	100	3	8

Рисунок 3.3.6 – Интерфейс программы для оценки стоимости жилья до адаптации под мобильные устройства

На рисунке 3.3.7 показан интерфейс программы для оценки стоимости жилья после адаптации под мобильные устройства.

**Оценить стоимость жилья**

Населенный пункт, улица, дом: Душанбе, Исмаили Соғоми, 15

Комнат: 1

Площадь, м<sup>2</sup>: 150

Высота этажа, м: 3

Количество парковочных мест: 8

**Оценить**

Рисунок 3.3.7 - Интерфейс программы для оценки стоимости жилья после адаптации под мобильные устройства

Программное обеспечение обладает всеми свойствами хорошей программы:

1. Эффективность системы.
2. Гибкость системы.
3. Расширяемость системы.
4. Возможность повторного использования.

Эффективность программы говорит о надежности и производительности системы. Гибкость системы позволяет быстро и удобно изменять программное обеспечение. Расширяемость системы позволяет добавлять отдельные элементы в программу. Возможность повторного использования позволяет использовать отдельные части программы.

В ходе тестирования были протестированы основные функции и удобство использования программы. В результате тестирования выяснилось, что программа работает стабильно и возможных ошибок не выявлено. Программа является удобной в использовании, все элементы управления в наличии и работоспособны.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе написания выпускной бакалаврской работы было проанализировано применение методов корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья и был спроектирован и реализован алгоритм оценки стоимости жилья с применением уравнения множественной линейной регрессии.

В бакалаврской работе были проанализированы основные методы оценки стоимости жилья сравнительным подходом. Были рассмотрены основные качественные методы: Анализ пар данных, анализ групп данных и методы корреляционно-регрессионного анализа. Поскольку метод множественного корреляционно-регрессионного анализа учитывает влияние всех факторных переменных и является более точным, был выбран именно этот метод.

Для реализации алгоритма модели корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья был применен метод наименьших квадратов нахождения факторных переменных для зависимой результирующей переменной. Метод наименьших квадратов нахождения факторных переменных является программно реализуемым и независимым от количества переменных, что делает данный метод наиболее подходящим для реализации модели корреляционно-регрессионного анализа в задаче оценки стоимости жилья.

Спроектированная программа выполняет функцию оценщика для оценки стоимости жилья. На вход программа получает данные об объекте оценки, подбирает объекты аналоги, вычисляет факторные переменные для объекта оценки и вычисляет стоимость объекта оценки. Полученная программа позволяет быстро и легко оценивать стоимость жилья, без лишних трат и не прибегая к услугам оценщиков.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы было проведено тестирование спроектированного программного обеспечения. В результате тестирования были показаны функциональные возможности программного обеспечения и протестированы удобства использования программного обеспечения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### *Научная и методическая литература*

1. Агальцов, В.П. Математические методы в программировании: Учебник / В.П. Агальцов, И.В. Валдайская. - М.: ИД ФОРУМ, 2013. - 240 с.
2. Ардзинов В.Д. Ценообразование в строительстве и оценка недвижимости / В.Д. Ардзинов, В.Т. Александров. - СПб.: Питер, 2013. - 384 с.
3. Асаул А. Н. Экономика недвижимости: Учебник для вузов. 3-е изд. Стандарт третьего поколения. — СПб.: Питер, 2013. — 416 с.
4. Балдин, К.В. Общая теория статистики: Учебное пособие / К.В. Балдин, А.В. Рукоусев. - М.: ИТК Дашков и К, 2015. - 312 с.
5. Болдырев В.С., Федоров Л.Е. «Введение в теорию оценки недвижимости», Конспект учебного курса. М.: Азбука, 2013. – 256 с.
6. Болотин, Сергей Алексеевич Информационные методы оценки недвижимости. Учебник для студентов учреждений высшего образования / Болотин Сергей Алексеевич. - М.: Академия (Academia), 2015. - 441 с.
7. Бусов В.И. Землянский О.А. Землянский О.А. Оценка стоимости предприятия. М.: Юрайт, 2013. - 430 с.
8. Гармаш А.Н. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учебник для бакалавриата и магистратуры / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова, В.В. Федосеев. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 328 с.
9. Грибовский С.В., Сивец С.А., Левыкина И.А. Математические методы оценки стоимости имущества. М.: Маросейка, 2014. - 352 с.
10. Дмитрий Котеров, Игорь Симдянов. РНР 7. - БХВ-Петербург, 2017. – 1088 с.
11. Елена Латышева, Сергей Строганов. Лабораторный практикум по математической статистике и эконометрике. – LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 92 с.
12. Иванова Е.Н. Оценка стоимости недвижимости (для бакалавров). - КноРус, 2018. - 352 с.

13. Касьяненко Т.Г. Оценка недвижимости: Учебное пособие / Т.Г. Касьяненко Г.А. Маховикова, В.Е. Есипов. - М.: КноРус, 2013. - 752 с.
14. Комаров С.И. Оценка объектов недвижимости: Учебник / А.А. Варламов С.И. Комаров; Под общ. ред. проф., д.э.н. А.А. Варламов. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 288 с.
15. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование. 3-е изд., перераб. и доп. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 389 с.
16. Олег Бородин, Развитие методологии. - LAP Lambert Academic Publishing, 2013. – 64 с.
17. Робин Никсон, Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5. 3-е издание. 2015. – 688 с.
18. Тепман Л.Н. Оценка недвижимости: Учебное пособие/ Л.Н. Тепман В.А. Артамонов. - М.: ЮНИТИ, 2015. - 591 с.

*Электронные ресурсы*

19. The-Three-Most-Common-Approaches-In-Determining-Value/160344  
Articlesphere.com:<http://www.articlesphere.com/Article/Appraisals---The-Three-Most-Common-Approaches-In-Determining-Value/160344>
  20. Multiple Regression Analysis. Retrieved Apr 19, 2018 from Explorable.com: <https://explorable.com/multiple-regression-analysis>
- Литература на иностранном языке*
21. Murray J. Spiegel, PhD, Larry J. Stephens, PhD. Schaum's Outline of Statistics, 5th Edition. / 2014 – 600
  22. Janet Valade, Steve Suehring. PHP, MySQL, JavaScript & HTML5 All-in-One For Dummies. /2013-720
  23. Robin Nixon, Learning PHP, MySQL, & JavaScript 4th Edition. /2014-688
  24. Stanton A. Glantz, Bryan K. Slinker, Torsten B. Neilands. Primer of Applied Regression & Analysis of Variance, 3rd Edition. / 2016 – 992

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Фрагмент кода программы.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<meta charset="utf-8">
<meta http-equiv="Cache-Control" content="no-cache">
<title>Оценка квартир/DomPrice</title>
<link rel="stylesheet" href="css/main.css" title="CSSTitle" type="text/css" media="screen" charset="utf-8">
<link rel="stylesheet" href="css/main_page.css" title="CSSTitle" type="text/css" media="screen" charset="utf-8">
<link rel="stylesheet" href="css/aside.css" title="CSSTitle" type="text/css" media="screen" charset="utf-8">
<link rel="stylesheet" href="css/form.css" title="CSSTitle" type="text/css" media="screen" charset="utf-8">
<meta name="description" content="Аренда авто, Прокат авто, Тольятти, Самара">
<meta name="keywords" content="Rentacar, Togliatti and Samara">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
<link href="img/icon.png" rel="shortcut icon" type="image/x-icon">
<link rel="stylesheet" href="css/font-awesome.min.css">
</head>
<style>
table{
width:inherit;
}
</style>
<body>
<div id="wrapper">
<div id="content">
<?php
require_once "blocks/header.php";
?>
<div id="main"><div id="news"><div id="block" style="padding-bottom:0%"><style>
#block{background-color:#fafafa;
width:100%;
border:1px solid silver;
margin-top:5px;}
#main{
width:95%;}
#news{
float:left;
margin-left:0%;}</style>
<h2 class="heading">Оценить стоимость жилья</h2>
<div style="clear:both"><br></div>
<!--Статья-->
<!-- получение данных из БД, и выполнение массива JavaScript--><form>
<div style="float:left;">
<b>Населенный пункт, улица, дом</b>
<input type="text" autofocus="" placeholder="Душанбе, Исмаили Сомони, 15" required>
</div>
```

```

<divstyle="float:left;width:23%;">
<b>Комнат</b>
<selectname="комнат">
<optiondisabledstyle="mask-type:alpha;">Комнат</option>
<optionvalue="1"style="mask-type:alpha;">1</option>
<optionvalue="2"style="mask-type:alpha;">2</option>
<optionvalue="3"style="mask-type:alpha;">3</option>
<optionvalue="4"style="mask-type:alpha;">4+</option>
</select>
</div>
<divstyle="float:left;width:22.5%;">
<b>Площадь,м<sup>2</sup></b>
<inputtype="text" id="p1"placeholder="150"required>
</div>
<div>
<b>Высотаэтажа,м</b>
<inputtype="text" id="p2"placeholder="3"required>
</div>
<div>
<b>Количествопарковочныхмест</b>
<inputtype="text" id="p3"placeholder="6"required>
</div></form><br><br><buttonclass="btn" id="btn"style="margin-right:7%;
margin-bottom:5%;
margin-top:2%;"onclick="calc();">Оценить</button>
<br><br>
</div>
<div id="analog">
<div id="block">
<div id="cena"></div><h2class="heading"style="margin-top:100px;margin-
bottom:15px;">Объектыаналоги</h2><?php$db=mysqli_connect('localhost','Diplom','123456');
mysqli_select_db($db,'diplom');$select=mysqli_query($db,'SELECT*FROMbd');$rows=array();
echo"<br>";
echo"<br>";
echo"<br>";echo"<tableborder="1"cellspacing="0"cellpadding="0"width="50">";echo"<th>№</th><th>Цен
аза1кв.м.</th><th>Общаяплощадь</th><th>Высотаэтажа</th><th>Количествопарковочныхмест</th>"
;
$i=1;while($row=mysqli_fetch_row($select)){
echo"<tr>";$rows[]=$row;
echo"<tdwidth='100'>".$i."</td>";echo"<tdwidth='100'>".$row[0]."</td>";echo"<tdwidth='100'>".$row[1].
"</td>";echo"<tdwidth='100'>".$row[2]."</td>";echo"<tdwidth='100'>".$row[3]."</td>";$i++;echo"</tr>";
}
echo"</table>";
$arrayCount=count($rows);
//echo"arraycount=";echo$arrayCount;
$arrayCount1=count($rows[0]);
//echo"arraycount1=";echo$arrayCount1;for($inn=0;$inn<$arrayCount;$inn++)
{
for($jnn=0;$jnn<$arrayCount1;$jnn++)
{

```

```

//echo"multyDimArray[";echo$inn;echo"][";echo$jnn;echo"]";echo"=";echo$rows[$inn][$jnn];
//echo"<br>";}
//echo"<br>";
}?><scripttype="text/javascript">varyes=<?phpechojson_encode($rows);?>;
//console.log("yes"+yes);
varx=newArray(yes.length);
vary=newArray(yes.length);for(variy=0;iy<x.length;iy++){
x[iy]=newArray(yes[0].length);
y[iy]=newArray(1);
}
for(varrow=0,str="";row<x.length;row++){
for(varcol=0;col<x[row].length;col++){
if(col==0){y[row][col]=yes[row][col];x[row][col]=1;}
else
x[row][col]=yes[row][col];
str+=x[row][col]+"";
}
console.log(str+"\n");
str="";
}
functionMultiplyMatrix(AA,BB)//умножение матриц
{
varrowssA=AA.length,colssA=AA[0].length,
rowssB=BB.length,colssB=BB[0].length,
CC=[];
if(colssA!=rowssB)returnfalse;
for(varii=0;ii<rowssA;ii++)CC[ii]=[];
for(varkk=0;kk<colssB;kk++)
{for(varii=0;ii<rowssA;ii++)
{var t=0;
for(varjj=0;jj<rowssB;jj++)t+=AA[ii][jj]*BB[jj][kk];
CC[ii][kk]=t;
}
}
returnCC;
}functionTransMatrix(AA)//транспонированиематриц
{
varmm=AA.length,nn=AA[0].length,AT=[];
for(varii=0;ii<nn;ii++)
{AT[ii]=[];
for(varjj=0;jj<mm;jj++)AT[ii][jj]=AA[jj][ii];
}
returnAT;
}functionDeterminant(AA)//ИспользуетсяалгоритмБарейса,сложностьO(n^3),определитель
{
varNN=AA.length,BB=[],denomm=1,exchangess=0;
for(varii=0;ii<NN;+ii)
{BB[ii]=[];
for(varj=0;j<NN;+j)BB[ii][j]=AA[ii][j];
}
}

```

```

}
for(varii=0;ii<NN-1;++ii)
{varmaxN=ii,maxValue=Math.abs(BB[ii][ii]);
for(varj=ii+1;j<NN;++j)
{varvalue=Math.abs(BB[j][ii]);
if(value>maxValue){maxN=j;maxValue=value;}
}
if(maxN>ii)
{vartemp=BB[ii];BB[ii]=BB[maxN];BB[maxN]=temp;
++exchangess;
}
else{if(maxValue==0)returnmaxValue;}
varvalue1=BB[ii][ii];
for(varj=ii+1;j<NN;++j)
{varvalue2=BB[j][ii];
BB[j][ii]=0;
for(vark=ii+1;k<NN;++k)BB[j][k]=(BB[j][k]*value1-BB[ii][k]*value2)/denomm;
}
denomm=value1;
}
if(exchangess%2)return-BB[NN-1][NN-1];
elsereturnBB[NN-1][NN-1];
}functionAdjugateMatrix(A)//A-двумерныйквадратныймассив,союзнаяматрица
{
varN=A.length,adjA=[];
for(vari=0;i<N;i++)
{adjA[i]=[];
for(varj=0;j<N;j++)
{varB=[],sign=((i+j)%2==0)?1:-1;
for(varm=0;m<j;m++)
{B[m]=[];
for(varn=0;n<i;n++)B[m][n]=A[m][n];
for(varn=i+1;n<N;n++)B[m][n-1]=A[m][n];
}
for(varm=j+1;m<N;m++)
{B[m-1]=[];
for(varn=0;n<i;n++)B[m-1][n]=A[m][n];
for(varn=i+1;n<N;n++)B[m-1][n-1]=A[m][n];
}
adjA[i][j]=sign*Determinant(B);//ФункциюDeterminantсм.выше
}
}
returnadjA;
}
functionInverseMatrix(A)//A-двумерныйквадратныймассив,обратнаяматрица
{
vardet=Determinant(A);//ФункциюDeterminantсм.выше
if(det==0)returnfalse;
varN=A.length,A=AdjugateMatrix(A);//ФункциюAdjugateMatrixсм.выше

```

```

for(vari=0;i<N;i++)
{for(varj=0;j<N;j++)A[i][j]/=det;}
returnA;
}
varxt=TransMatrix(x);
console.log('xt'+xt+'\n');
varxtx=MultiplyMatrix(xt,x);
console.log('xtx'+xtx+'\n');
varxty=MultiplyMatrix(xt,y);
console.log('xty'+xty+'\n');
varxtx1=InverseMatrix(xtx);
console.log('xtx1'+xtx1+'\n');
varkof=MultiplyMatrix(xtx1,xty),
rows=kof.length;cols=kof[0].length;
for(vari=0;i<rows;i++)
{for(varj=0;j<cols;j++)kof[i][j]=Math.round(kof[i][j]*10000)/10000;}
console.log("Коэффициенты:"+kof);
functioncalc(){
valid=true;
if(document.forms[0].elements[0].value=="")
{
alert("Пожалуйстазаполнитеполе'Площадь'.");
valid=false;
}
if((document.forms[0].elements[1].value=="")&&(valid==true))
{
alert("Пожалуйстазаполнитеполе'Высотаэтажа'.");
valid=false;
}
if((document.forms[0].elements[2].value=="")&&(valid==true))
{
alert("Пожалуйстазаполнитеполе'Количествопарковочныхмест'.");
valid=false;
}
//returnvalid;
varf1=document.forms[0].elements[2].value;
console.log("f1="+f1);
varf2=document.forms[0].elements[3].value;
console.log("f2="+f2);
varf3=document.forms[0].elements[4].value;
console.log("f3="+f3);
varresult=kof[0][0]+kof[1][0]*f1+kof[2][0]*f2+kof[3][0]*f3;
varcena=Math.round(result*1000*f1);
if(valid==true)document.getElementById('cena').innerHTML="<span><h2>Ценажилья:"<span>+cena+"</h2></span>";
}
</script>
</div></table>
</div>

```

```
</div>
<div style="clear:both"></div>
</div>
</div>
<?php
require_once"blocks/footer.php";
?>
</div>
<?php
require_once"blocks/javascript.php";
?>
<script src="https://code.jquery.com/jquery-1.11.3.min.js"></script>
<script src="script.js"></script>
<script>
$(function(){
$("#btn").click(function(){
$("#analog").toggle();
});
});
</script>
</body>
</html>
```