

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ(РИНХ)

Институт магистратуры

Кафедра фундаментальной и прикладной математики

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_

д.ф.-м., доцент

Стрюков М.Б.

«22» 06 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

«Анализ состояния регионального ипотечного кредитования с помощью  
математических методов»

Выполнил(а)

магистрант(ка) группы ПМИ-821

Направление

Направленность

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

01.04.02.01 «Математическое и информационное обеспечение финансовой и инвестиционной деятельности»

Руководитель выпускной  
квалификационной работы  
к.ф.-м.н., доцент

О.В. Ливада

Т.В. Богачев

Ростов-на-Дону, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 3  |
| Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ.....                      | 5  |
| 1.1 Исследование сущности и роли ипотечного кредитования .....  | 5  |
| 1.2 Механизм функционирования системы ипотечного кредитования .....   | 8  |
| 1.3 Возможные риски при ипотечном кредитовании.....   | 10 |
| Глава 2. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕНДЕНЦИЙ РЫНКА ИПОТЕЧНОГО .....                         | 13 |
| 2.1 Эконометрическое моделирование .....  | 13 |
| 2.2 Модель прогнозирования тенденций ипотечного рынка на основе однофакторных нечетких временных рядов.....       | 18 |
| Глава 3. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РЫНКА ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ  | 24 |
| 3.1 Анализ данных по объему выданных ипотечных кредитов .....   | 24 |
| 3.2 Построение линейной модели множественной регрессии.....   | 28 |
| 3.3 Построение нелинейной модели множественной регрессии .....  | 33 |
| 3.4 Прогнозирование тенденций рынка ипотечного кредитования на основе однофакторных нечетких временных рядов..... | 37 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....  | 48 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....  | 50 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ.....   | 52 |

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы произошло изменение направления банковского кредитования, краткосрочные кредиты сменились долгосрочными. Поскольку ипотечное кредитование является практически единственным эффективным механизмом поддержания спроса на жилье, необходим детальный обзор всех его аспектов, для более детального и ясного понимания того, как функционирует эта сфера.

Основной задачей в вопросах ипотечного жилищного кредитования является решение проблем несбалансированности рынка, которые обоснованы макроэкономическим положением, динамикой уровня доходов населения, а также социально-экономическими условиями.

В современном мире экономика предполагает широкое использование ипотечного кредитования. Основываясь на опыте ведущих западных стран, можно сделать вывод, что ипотечное кредитование является предпочтительным видом обеспечения крупного кредита на длительный срок. Поэтому и для Российской Федерации ипотека является одним из более перспективных направлений развития кредитного рынка. Это определяет актуальность диссертационного исследования.

Объект исследования: сфера ипотечного кредитования, параметры ипотечных кредитов, выданных на территории Южного Федерального Округа.

Предметом исследования являются механизмы анализа и прогнозирования параметров ипотечного кредита.

Основная цель исследования: построение методики анализа и прогнозирования параметров ипотечного кредита, используя нечеткое моделирование и эконометрику.

Для достижения цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

1. Изучение методов, моделей и инструментов для анализа и прогнозирования параметров ипотечного кредита;

2. Анализ и оценка полученных результатов прогнозных значений параметров ипотечного кредита.

Информационной базой для исследования являются показатели рынка ипотечного кредитования, размещенные на официальном сайте Центрального Банка России.

Используется программное обеспечение: Microsoft Excel, EViews.

Диссертационное исследование имеет следующую структуру: введение, три главы, заключение, список использованных источников и приложения.

В первой главе рассматриваются:

- сущность и роль ипотечного кредитования;
- механизм функционирования системы ипотечного кредитования;
- риски при ипотечном кредитовании.

Во второй главе рассматриваются:

- эконометрическое моделирование;
- модель прогнозирования тенденций ипотечного рынка на основе однофакторных нечетких временных рядов.

В третьей главе проводится прогноз и анализ зависимости параметров ипотечного кредита с помощью методов, описанных во второй главе.

Как итог, проводится сравнение полученных эконометрических моделей и моделей прогнозирования тенденций на основе однофакторных нечетких временных рядов и осуществляется выбор модели, наиболее точно отражающей объем выданных ипотечных кредитов.

## **Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ**

### **1.1 Исследование сущности и роли ипотечного кредитования**

Ипотечное кредитование – это долгосрочный кредит (или долгосрочный заем), который предоставляется банками физическому лицу под залог недвижимого имущества, которым могут быть земельные участки, жилые здания, сооружения, помещения и др. В зависимости от банковского учреждения они устанавливают максимальный и минимальный срок, на который может быть выдан ипотечный кредит. Под "ипотекой" понимается залог недвижимого имущества как способ обеспечения обязательств заемщика.

Термин "ипотека" можно рассматривать по-разному. С одной стороны, ипотека может рассматриваться как правоотношение. Это залог недвижимости с целью получения ипотечного кредита. С другой стороны, термин "ипотека" означает ценную бумагу – закладную – инструмент, удостоверяющий права залогодержателя на недвижимое имущество, свободно обращающееся на рынке.

Широкое толкование значения ипотечного кредитования рассматривает его как способ получения кредита под залог недвижимости, так и как способ получения кредита на покупку недвижимости. Термин "ипотека" следует рассматривать как способ покрытия обязательств, в том случае, когда предмет залога является недвижимое имущество. Если кредит выдается на покупку жилья, то используется термин "ипотечное кредитование". Ипотечный кредит также может быть выдан на покупку строящейся недвижимости. Если в случае кредитования на покупку готового жилья приобретенная квартира служит гарантией или залогом, то в случае приобретения строящегося жилья залога просто не существует. Следует понимать, что банк не будет рассматривать возможность выдачи ипотеки на дом, строительство которого только началось. В некоторых случаях можно

использовать термин “смешанная ипотека”, например, когда заемщик берет кредит в банке под залог существующего жилья для покупки нового. Таким образом, смешанная ипотека и жилищное кредитование являются формами ипотечного кредитования, с той разницей, что в первом случае залогом такой ипотеки может выступать только залог недвижимости, а во втором – залог недвижимости и поручительство.

Ипотечное кредитование следует рассматривать как инструмент реализации следующих функций, которые косвенно или непосредственно влияют на экономику страны или состояние населения данной страны

- реализация прав граждан на жилье;
- регулирование темпов развития экономики всей страны и ее отдельных отраслей;
- привлечение инвестиций и перевод капитала в сферу материального производства;
- обеспечение гарантий возврата заемных средств и страхование рисков;
- стимулирование сбыта недвижимого имущества;

Ипотечное кредитование серьезно влияет на развитие экономических отношений, и это важная часть кредитных отношений. Наличие залога и возможность его утраты в случае нарушения своих обязательств перед банковским учреждением, в котором был получен ипотечный кредит, стимулирует заемщика к рациональному и эффективному использованию своих денежных средств.

Таким образом, экономическое содержание ипотеки и ипотечного кредитования наиболее ярко проявляется в процессе ипотечного жилищного кредитования, целью которого является улучшение условий жизни населения и увеличение спроса на рынке недвижимости.

Существование ипотеки предполагает также существование таких ценных бумаг как закладные и ипотечные облигации. Функционирование

данных инструментов помогает расширению кредитных отношений с помощью обеспечения устойчивого потока ресурсов для кредитования и перехода средств из регионов и отраслей, испытывающих превышение кредитных ресурсов, в регионы и отрасли, где наблюдается их дефицит.

Основными показателями, которые характеризуют развитие ипотечного кредитования, являются объемы кредитов, выданные в денежном эквиваленте, их количество, средняя величина выданного кредита, его срок, а также ставки по ипотечным кредитам.

В современном мире экономика предполагает широкое использование ипотечного кредитования. Основываясь на опыте ведущих западных стран, можно сделать вывод, что ипотечное кредитование является предпочтительным видом обеспечения крупного кредита на длительный срок. Поэтому и для Российской Федерации ипотека является одним из более перспективных направлений развития кредитного рынка. Это определяет актуальность диссертационного исследования.

Сфера ипотечного кредита охватывает следующие секторы экономики: потребительский, производственный, аграрный.

В потребительском секторе ипотечное кредитование способствует привлечению средств в жилищное строительство. Важность ипотечного жилищного кредитования обусловлена тем, что его использование позволяет разрешить следующую разницу:

- между высокими ценами на недвижимость и настоящими доходами населения;
- между накоплением денег в одной категории хозяйствующих субъектов и необходимостью их использования в другой.

Ипотека в производственном секторе может существенно расширить возможности обеспечения инвестиций практически во все приоритетные отрасли. Это связано с тем, что, с одной стороны, коммерческие банки не

очень заинтересованы в выдаче долгосрочных кредитов на обычных условиях, в связи с высокой инфляцией, кризисом и другими неблагоприятными факторами. С другой стороны, промышленные предприятия, испытывающие финансовые затруднения, справедливо не могут гарантировать своевременный возврат полученных средств. В связи с этим приватизация предприятий создала условия для начала и развития ипотечного кредитования.

Залогом ипотечного кредитования могут выступать не только жилищные и промышленные предприятия. Это могут быть офисные здания, торговые и складские помещения и т.д. Таким образом, определенное влияние ипотечного кредитования возможно и на развитие сферы услуг и торговли.

С вступлением в силу закона о земельном обороте ситуация может кардинально измениться. Получив ипотечный кредит, владелец земельного участка, получивший деньги от кредитора, постарается использовать его более эффективно. В противном случае он будет вынужден погасить свой долг за счет средств, полученных от продажи заложенного земельного участка, что приведет к утрате его прав на владение землей.

Когда земля становится товаром, появляется мощный импульс для развития экономических отношений в обществе, что приводит к заполнению потребительского рынка отечественными товарами, снижению цен на сельскохозяйственную продукцию, а также к общему улучшению стабилизации экономики. [5]

## **1.2 Механизм функционирования системы ипотечного кредитования**

Привлечение кредитных ресурсов для ипотечного кредитования осуществляется с использованием выпуска специального вида ценных бумаг – залоговых ценных бумаг, которые обеспечиваются недвижимым имуществом, находящимся в залоге у банка. Торгуя этими ценными бумагами, банк получает средства на предоставление ипотечных кредитов. Залоговыми ценными бумагами являются надежные долговые обязательства банка,



приносящие постоянный процент. В залоговом документе указывается имущество (недвижимость), на которое ссылается данный документ.

Неотъемлемой частью ценных бумаг является так называемая купонная книга. Эта книга состоит из отдельных купонов, в каждом купоне указана сумма процентов, подлежащих уплате, а также дата выплаты. Держатель ценной бумаги получает проценты за предъявление соответствующего купона. Они могут быть как предъявителями, так и зарегистрированными..

Как уже упоминалось ранее, обязательным условием предоставления "смешанной ипотеки" является представление заемщиком в банк документов, подтверждающих его право на имущество, которое будет выступать в качестве залога по кредиту.

Банки, предоставляющие ипотечный кредит, стараются работать с самыми лучшими или средними по качеству помещениями, и это логично, потому что банку невыгодно выдавать ипотечный кредит на покупку квартиры в сносимом доме или, например, если квартира была незаконно перепланирована.

Одной из важнейших экономических проблем ипотечного кредитования является точная и правильная оценка стоимости заложенной недвижимости [6]. Обычно, у банков имеется список аккредитованных оценочных компаний, к которым впоследствии обращается заемщик. На этапе оценки банк окончательно определяет сумму кредита и остальные параметры ипотечного кредита, при расчете которой будет учитываться оценочная стоимость квартиры. При приобретении же первичного жилья в ипотеку, сумма кредита будет зависеть от стоимости жилья, указанной в договоре долевого участия (также договор участия в долевом строительстве ДУДС, ДДУ).

В случае снижения процентов по ценным бумагам, как правило, снижается и процент по ипотечному кредиту. По ипотечным облигациям банк выплачивает процент их держателям. В то же время банк сталкивается с проблемой временного разрыва между выплатой процентов по залому и

получением процентов по ипотечному кредиту. Ипотечный банк не может и не хочет ставить себя в невыгодное для него финансовое положение, выплачивая проценты по залоговым ценным бумагам еще до того, как начнутся выплаты по кредитам.

Долгосрочный характер ипотечного кредита определяет механизм погашения кредита и выплаты процентов с текущих доходов заемщиков и другие критерии, которые учитываются банком при обращении за кредитом. Такими критериями являются, например, стаж работы, количество членов семьи, возраст и т.д.

Если кредит не возвращается заемщиком, собственником залога становится залогодатель – банк, предоставивший ипотечный кредит.

### **1.3 Возможные риски при ипотечном кредитовании**

Ипотечное кредитование, безусловно, сопровождается рисками, как для заемщика, так и для кредитной организации, банка. Этому есть несколько причин: несовершенство законодательства, нестабильность экономики, а также ряд других объективных обстоятельств, возникновение которых невозможно предсказать заранее. Идея рисков при ипотечном кредитовании не предотвратит нежелательных последствий, но позволит разумно оценить ситуацию и застраховаться от потери финансовых активов или даже имущества.

Ипотечные риски, связанные с банками, касаются того, что у заемщика могут возникнуть проблемы, в результате которых он не сможет осуществлять платежи в соответствии с условиями кредитного договора. Данное событие негативно влияет на деятельность кредитной организации и может отрицательно сказаться на денежном потоке, который был заранее запланирован организацией. Ипотечные риски для банка можно разделить на три основные категории:

- риски, связанные с конкретным заемщиком, т.е. кредитный риск;
- риски кредитного портфеля;
- процентный риск.

Кредитный риск – определяет вероятность временной неуплаты заемщиком процентов по ипотеке и основного долга, составляющих ежемесячный платеж. Банк не может полностью защитить себя от этой категории риска, его можно только минимизировать. Это позволяет сделать правильный выбор инструментов и кредитных технологий, используемых банком, которые будут являться его коммерческой тайной. Существенными факторами снижения риска являются установленный Банком первоначальный взнос и правильный выбор доли максимальных ежемесячных платежей от уровня дохода семьи заемщика. Потому что часто неплательщики принимают поспешные, необдуманные решения. Со временем риски банка уменьшаются по мере увеличения количества платежей по кредитному долгу. Более ранние выплаты или досрочное погашение ипотечного кредита также могут представлять серьезный риск для банка, что значительно снижает его прибыльность.

Риск кредитного портфеля – это риск, определяющий вероятность того, что стоимость активов банка может быть снижена из-за большого объема рискованных кредитов или снижения фактической доходности по выданным кредитам в связи с изменением рыночной конъюнктуры. Сложная финансовая ситуация также может возникнуть из-за нарушения баланса активов и пассивов банка, в результате чего он столкнется с фактом нехватки средств для выполнения своих долговых обязательств.

Процентный риск – риск финансовых потерь из-за негативного изменения процентных ставок. Так как процентный риск возникает из-за колебаний процентных ставок, это также приводит к изменениям стоимости процентных платежей (уменьшение или увеличение платежей) и,

следовательно, к изменению суммы прибыли (увеличение убытков). При выдаче долгосрочного займа с фиксированной процентной ставкой существует риск того, что при увеличении ставок кредитования на рынке возникает потеря прибыли, поскольку требования к ранее выданному займу на длительный срок меньше рыночной доходности.

Говоря о рисках для заемщика при ипотечном кредитовании, стоит выделить следующие категории рисков:

- рыночный риск. Данная категория риска возникает при понижении цен недвижимости. В конечном счете, заемщик продолжает выплачивать сумму, которая превышает актуальную стоимость квартиры или другого объекта залога;
- имущественный риск – риск, связанный с изменением состояния объекта залога или утратой права собственности на него. В случае возникновения такой ситуации, долговое обязательство заемщика не исчезнет, и он будет вынужден погашать его даже при потере недвижимости;
- риск утраты трудоспособности, а вследствие и прекращения поступления выплат по ипотечным кредитным обязательствам.

Защитой от имущественного риска служит страхование недвижимости и права собственности на недвижимость (страхование титула), средством минимизации риска утраты трудоспособности и прекращения выплат служит страхование жизни и здоровья заемщика. При ипотечном кредитовании данные категории рисков должны страховаться в обязательном порядке, кроме страхования титула.

## Глава 2. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕНДЕНЦИЙ РЫНКА ИПОТЕЧНОГО

### 2.1 Эконометрическое моделирование

Эконометрика объединяет в себе совокупность теоретических результатов, приемов, методов и моделей для того, чтобы придавать конкретные количественные значения выявленным закономерностям. Само понятие «эконометрика» было введено ещё в 1926 г. Норвежским экономистом и статистиком, который являлся лауреатом Нобелевской премии, Рагнармом Фришем, родившимся 3 марта 1895 г.

Основными задачами эконометрического моделирования являются:

- Обнаружение и анализ статистических закономерностей в экономике;
- Построение на базе выявленных эмпирических зависимостей эконометрических моделей;
- Выработка рекомендаций по экономической политике согласно полученным результатам.

Эконометрическая модель, построенная на основе выборки данных  $x_i, y_i$  будет иметь следующий вид:

$$Y = f(X) + \varepsilon \text{ или } y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n, [1]$$

где  $y_i$  – наблюдаемые значения независимой переменной  $y$ ,  $f(X)$  – регрессионная функция,  $\varepsilon$  - ошибки регрессии, характеризующие отклонения реального значения результирующего признака  $Y$  от теоретического, найденного по уравнению регрессии  $f(X)$ .

Ошибки регрессии  $\varepsilon$  представляют собой влияние факторов, которые не были учтены в модели, случайных ошибок и особенностей измерения.

В классических эконометрических моделях ошибка регрессии удовлетворяет следующим условиям:

- 1)  $M(\varepsilon_i) = 0$  – математическое ожидание ошибок равно нулю
  - 2)  $r(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0$  при  $i \neq j$  - коэффициент корреляции равен нулю, т.е. ошибки  $\varepsilon_i$  и  $\varepsilon_j$  не коррелируют между собой
  - 3)  $D(\varepsilon_i) = \sigma_i^2 = \sigma^2$  – дисперсии ошибок  $\varepsilon_i$  постоянны, т.е. не зависят от конкретного наблюдения.
  - 4) Зависимая переменная  $Y$  имеет нормальный закон распределения.
- Проанализируем условие 3:

а) Если  $\sigma_i^2 = \sigma_j^2 = \sigma^2$  для всех  $i, j$ , то это свойство (постоянство дисперсий) называется гомоскедастичностью

б) Если  $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ , то это свойство называют гетероскедастичностью модели. Наличие гетероскедастичности искажает результаты построения модели. Таким образом, в модели не должна присутствовать гетероскедастичность.

Рассмотрим некоторые количественные характеристики случайных величин:

1. Математическое ожидание

$$M(X) \equiv E(x) = \sum_{i=1}^n x_i p_i, \quad \sum_{i=1}^n p_i = 1, -$$

есть «среднее» значение случайной величины.

2. Дисперсия

$$D(x) \equiv \text{Var}(x) = M[X - M(x)]^2 \text{ или } D(x) = M(X - a)^2, \quad a = M(x) -$$

есть отклонение значений (вариация) случайной величины относительно среднего значения. Если  $X$  – дискретная случайная величина с конечным числом значений, то

$$D(x) = \sum_{i=1}^n (x_i - a)^2 p_i$$

3. Среднеквадратическое отклонение или стандартное отклонение определяется по формуле

$$\sigma_x = \sqrt{D(x)}$$

Рассмотрим некоторые законы распределения поведения случайной величины.

- Дискретная случайная величина  $X$  имеет биномиальный закон распределения, если она принимает значение с вероятностями в соответствии с формулой (формула Бернулли):

$$P(X = m) = C_n^m p^m q^{n-m}, \text{ где } m = 0, 1, \dots, n, 0 < p < 1.$$

Этот закон означает собой распределение числа  $X=m$  наступлений некоторого события в  $n$  испытаниях. При этом

$$M(x) = np, \quad D(x) = npq$$

- Дискретная случайная величина  $X$  имеет закон распределения Пуассона, если она принимает значения  $0, 1, 2, \dots, m, \dots$  с вероятностью

$$P(X = m) = \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!}, \quad m=0, 1, 2, \dots,$$

При этом,  $M(X) = \lambda, \quad D(x) = \lambda.$

- Непрерывная случайная величина  $X$  имеет нормальный закон распределения, если её плотность вероятности имеет вид:

$$\varphi_n = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$$

при этом,  $M(x) = a, \quad D(x) = \sigma^2.$  Геометрически кривую нормального закона называют кривой Гаусса. Если случайная величина распределена по нормальному закону, то её функция распределения выражается по формуле:

$$F_N(x) = 1/2 + 1/2\Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right), \text{ где } \Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt - \text{функция Лапласа. [2]}$$

Выделим свойства случайной величины, которая распределена по нормальному закону, а именно:

- 1)  $P(x_1 \leq X \leq x_2) = \frac{1}{2} [\Phi(t_2) - \Phi(t_1)],$  где  $t_1 = \frac{x_1 - a}{\sigma}, t_2 = \frac{x_2 - a}{\sigma}.$
- 2) Вероятность отклонения величины  $X$  от  $a$  не превысит величину  $\delta > 0$  имеет вид:

$$P(|X - a| \leq \delta) = \Phi(t), \text{ где } t = \frac{\delta}{\sigma}.$$

При нормальном законе распределения с характеристиками  $a$  и  $\sigma^2$ , достоверно известно (правило 3 сигм), что значения случайной величины заключены в интервале  $(a - 3\sigma, a + 3\sigma)$ .

- 3) Хи-квадрат распределение  $\chi^2$  с  $k$  степенями свободы определяется по формуле:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k Z_i^2, \text{ где } Z_i \text{ – имеет нормальное распределение}$$

- 4)  $t$  – распределение или распределение Стьюдента имеет вид:

$$t = \frac{Z}{\sqrt{\frac{1}{k}\chi^2}}, \text{ где } Z \text{ – случайная величина, распределенная по нормальному}$$

закону, а Хи-квадрат – не зависящая от  $Z$  случайная величина, имеющая Хи-квадрат распределение с  $k$  степенями свободы.

- 5) F-распределение или распределение Фишера имеет вид:

$$F = \frac{\frac{1}{k_1}\chi^2(k_1)}{\frac{1}{k_2}\chi^2(k_2)}, \text{ где } \chi^2(k_i), i = 1, 2,$$

величины, имеющие  $\chi^2$  – распределение со степенями  $k_i$ .

Рассмотрим ряд характеристик построенной эконометрической модели:

- Ковариация между случайными величинами определяется так:

$$\text{Cov}(X, Y) \equiv \sigma_{xy} \equiv k_{xy} = M[(X - a_x)(Y - a_y)], \text{ где } a_x = M(X), a_y = M(Y),$$

и характеризует степень зависимости между этими случайными величинами.

- Коэффициент корреляции между двумя величинами описывается следующей формулой:

$$R = r_{xy} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{n \sigma_x \sigma_y}$$

Из того, что  $|\text{cov}(X, Y)| \leq \sigma_x \sigma_y$ , следует  $0 \leq r_{xy} \leq 1$ , а также, если  $X$  и  $Y$  независимы, то  $\text{Cov}(X, Y) = 0$ . Вместе с этим, ситуация, когда  $\text{Cov}(X, Y) = 0$  не означает, что величины независимы.

- Коэффициент детерминации



$$R^2 = r_{xy}^2, 0 \leq R^2 \leq 1,$$

Коэффициент детерминации отражает то, насколько объясняемая переменная зависит от объясняющих переменных. Чем коэффициент детерминации ближе к единице, тем сильнее объясняемая переменная зависит от факторов, включенных в модель.

Качество эконометрической модели существенно зависит от соотношения объема выборки с числом параметров построенной модели. Результаты исследований подтверждают, что число наблюдений должно быть в 6-7 раз больше числа параметров.

- Скорректированный коэффициент детерминации определяется следующей формулой:

$$\hat{R}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-p-1}(1-R^2),$$

где  $n$  – число наблюдений,  $p$  – число регрессоров. Скорректированный коэффициент детерминации точнее, чем коэффициент детерминации, так как коэффициент детерминации  $R^2$  не убывает с ростом числа объясняющих переменных, а скорректированный коэффициент детерминации  $\hat{R}^2$  может уменьшаться при введении в регрессионную модель переменных, которые не оказывающих влияния на объясняемую переменную.

- При построении уравнения регрессии используется метод наименьших квадратов: сумма квадратов отклонений эмпирических значений  $y_i$  от значений  $\hat{y}_i$ , найденных по уравнению регрессии была минимальной:

$$S = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 \rightarrow \min$$

Наиболее эффективная оценка регрессионной модели – коэффициент детерминации  $R^2$ , т. е. чем ближе  $R^2$  к единице, тем лучше уравнение регрессии объясняет зависимость между объясняющимися и зависимыми переменными.

Критерий  $F$  значимости уравнения регрессии вычисляется следующим образом:

$$F = \frac{Q_R(n-p-1)}{Q_e p} > F_{\alpha, k_1, k_2}, \quad k_1 = p, \quad k_2 = n-p-1,$$

где  $F_{\alpha, k_1, k_2}$  – табличное значение  $F$ -критерия,  $\alpha$  – уровень значимости.

Можно представить иначе:

$$F = \frac{R^2(n-p-1)}{(1-R^2)p} > F_{1-\alpha; k_1; k_2}$$

Отметим также, что если  $\hat{y}_i$  – расчетные значения, а  $y_i$  – действительные значения, то для эконометрической модели справедливо равенство:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2,$$

т.е.  $Q = Q_R + Q_e$ , здесь:

$Q$  – общая сумма квадратов,  $Q_R$  – факторная или объясненная «обусловленная регрессией», сумма квадратов,  $Q_e$  – остаточная сумма квадратов, показывающая влияние неучтенных факторов.

Тогда коэффициент детерминации равен:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{Q_R}{Q} = 1 - \frac{Q_e}{Q}$$

## 2.2 Модель прогнозирования тенденций ипотечного рынка на основе однофакторных нечетких временных рядов

Очень важная роль в принятии управленческих решений – прогнозирование, которое необходимо для определения общих перспектив и тенденций в организационном и структурном развитии, чтобы обеспечить баланс краткосрочных и долгосрочных программ предприятия. Изменчивость экономических и производственных отношений, незавершенность законодательной базы, регулирующей эти отношения, приводит к тому, что временные ряды, представляющие социально-экономические процессы,

имеют короткую соответствующую часть. В связи с перечисленными выше факторами, необходимо разработать методы прогнозирования, которые обеспечили бы адекватные прогнозы в этой ситуации.

Ниже описана модель прогнозирования тенденций ипотечного рынка на основе однофакторных временных рядов.

Нечеткие временные ряды можно представить с помощью нечетких множеств. Нечеткое множество  $A$ , определенное на универсальном множестве  $U$ , может быть определено в виде:

$$A = f_A(u_1)/u_1 + \dots + f_A(u_n)/u_n,$$

здесь  $f_A(u)$  – функция принадлежности нечеткого множества  $A$ ,  $f_A(u): U \rightarrow [0,1]$ ,  $f_A(u_r)$  определяет степень принадлежности элемента  $u_r$  нечеткого множества  $A$ ,  $r = \overline{1, n}$ .

Пусть  $Y(t), t = \dots, 0, 1, 2, \dots$  – универсальное множество, определенное на множестве вещественных чисел. Предположим, что  $F(t)$  – набор функций  $f_i(t), i = 1, 2, \dots$ , заданных на универсальном множестве следующего вида:  $Y(t), t = \dots, 0, 1, 2, \dots$ . Тогда  $F(t)$  называется нечетким временным рядом на универсальном множестве  $Y(t)$ .

Положим  $F(t) = F(t-1) \circ R(t, t-1)$ , где  $R(t, t-1)$  – нечеткое отношение, а  $\circ$  – есть операция максиминной композиции. Обозначим зависимость между нечеткими отношениями  $F(t)$  и  $F(t-1)$  в виде:  $F(t-1) \rightarrow F(t)$ , здесь  $F(t)$  и  $F(t-1)$  есть нечеткие множества. Если  $F(t)$  зависит от  $F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-k)$ , то нечеткая логическая зависимость представляется так:  $F(t-k), \dots, F(t-2), F(t-1) \rightarrow F(t)$  и называется однофакторной  $k$ -порядковой моделью прогноза, основанной на нечетких временных рядах.

Рассмотрим однофакторную модель прогноза при  $k=1$ . В этом случае нечеткая логическая зависимость имеет вид:

$$F(t-1) \rightarrow F(t).$$

Представим нечеткие значения  $i$ -го и  $(i+1)$ -го периодов как нечеткие множества  $A_j$  и  $A_k$  (в нашем случае периодом служит месяц), определенные на универсальном множестве  $U$ . Таким образом, нечеткая логическая зависимость может быть представлена в следующем виде:  $A_j \rightarrow A_k$ , где  $A_j$  – текущее состояние нечеткой логической зависимости, а  $A_k$  – следующее состояние.

Пусть  $f_i(t) = T_i, i = 1, 2, \dots$  – реальные значения для некоторого фактора временного ряда. Универсальное множество  $U$  для приращений значений фактора определяется следующим образом:

$$U = [D_{\min}, D_{\max}],$$

где  $D_{\min} = \min_t (f(t) - f(t-1))$  – минимальное значения приращения фактора «объем выданных ипотечных кредитов» на основе известных данных временного ряда, а  $D_{\max} = \max_t (f(t) - f(t-1))$  – максимальное значение приращения фактора «объем выданных ипотечных кредитов» на основе известных данных временного ряда.

Основываясь на полученных значениях, универсальное множество  $U$  разбивается на  $n$  интервалов равной длины. Слишком большое количество интервалов  $n$  может привести к невозможности применения метода, описанного в данной главе, т.к. есть вероятность того, что для  $i$ -го периода не будет получена логическая зависимость. Таким образом, на основе данных нельзя будет сказать, какое нечеткое множество возможно для  $(i+1)$ -го периода.

Минимальное и максимальное значения находятся для анализируемого временного ряда. В нашем случае анализируемым временным рядом для нахождения минимального и максимального значений для универсального



где  $F_{i+1}$  – значение прогнозируемой величины объема выданных ипотечных кредитов,  $y_{i+1}$  – дефаззифицированное значение приращения фактора «объем выданных ипотечных кредитов».

Четкое (дефаззифицированное) значение приращения фактора для  $(i+1)$ -го периода можно найти с помощью метода центра тяжести для одноточечных множеств (COGS, Centre of Gravity for Singletons):

$$y_{i+1} = \frac{\sum_{r=1}^n c_r \cdot w_r}{\sum_{r=1}^n c_r}, \quad (2)$$

где  $n$  – количество интервалов  $u_r, r = \overline{1, n}$ , на которое разбито универсальное множество  $U$ ,  $w_r$  – средняя точка  $r$ -го интервала,  $c_r$  – величина степени принадлежности для  $r$ -го интервала.

Если учесть нечеткие множества, повторяющиеся в правых частях нечетких логических групп, в некоторых случаях возможно повысить точность прогноза. Важно провести данный расчет для последующего анализа и сравнения смоделированных значений фактора со значениями, полученными при расчете и прогнозировании для принятия более удачной модели, используя формулы (1), (2).

В случае, если при формировании групп нечетких зависимостей в правых частях групп были найдены повторяющиеся нечеткие множества, то значение приращения для  $(i+1)$ -го периода вычисляется по следующей формуле:

$$y_{i+1} = \frac{\sum_{r=1}^n v_r \cdot w_r}{\sum_{r=1}^n v_r}, \quad (3)$$

Здесь  $w_r$  – дефаззифицированное значение, соответствующее нечеткому множеству  $X_r$ ,  $v_r$  – число повторений нечеткого множества  $X_r$  в правой части

нечеткой логической зависимости, описывающей прогноз для  $(i+1)$ -го периода временного ряда.

Абсолютная ошибка прогноза рассчитывается так:

$$\Delta T_i = T_i - F_i.$$

Средняя относительная ошибка прогноза *AFER* (average forecasting error rate) вычисляется по следующей формуле:

$$AFER = \frac{\sum_{i=1}^m \left| \frac{F_i - T_i}{T_i} \right|}{m} \cdot 100\% , (4)$$

где  $F_i$  – предсказанное значение для  $i$ -го периода,  $T_i$  – реальное значение для  $i$ -го периода,  $m$  – количество значений временного ряда.

При наступлении  $(i+1)$ -го периода временного ряда, могут выполняться незначительные корректировки групп нечетких логических зависимостей данного временного ряда.

### **Глава 3. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РЫНКА ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ**

#### **3.1 Анализ данных по объему выданных ипотечных кредитов**

Представим и исследуем данные по объему выданных ипотечных кредитов в Ростовской области за 2014-2018 гг.

Имеющиеся данные по объему выданных ипотечных кредитов за 2014-2018 гг. представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Объем выданных ипотечных кредитов за 2014-2018 г.**

| <b>Месяц</b> | <b>Объем выданных ипотечных кредитов, млн. руб.</b> |
|--------------|---|
| 01.02.2014   | 1530  |
| 01.03.2014   | 2390  |
| 01.04.2014   | 2894  |
| 01.05.2014   | 3279  |
| 01.06.2014   | 2911  |
| 01.07.2014   | 3108  |
| 01.08.2014   | 3464  |
| 01.09.2014   | 3442  |
| 01.10.2014   | 3493  |
| 01.11.2014   | 3758  |
| 01.12.2014   | 3368  |
| 01.01.2015   | 5214  |
| 01.02.2015   | 1604  |
| 01.03.2015   | 1724  |
| 01.04.2015   | 1503  |
| 01.05.2015   | 1895  |
| 01.06.2015   | 1475  |
| 01.07.2015   | 1808  |
| 01.08.2015   | 2116  |
| 01.09.2015   | 2079  |
| 01.10.2015   | 2284  |
| 01.11.2015   | 2184  |
| 01.12.2015   | 2451  |
| 01.01.2016   | 3429  |
| 01.02.2016   | 1199  |
| 01.03.2016   | 2457  |
| 01.04.2016   | 2622  |
| 01.05.2016   | 2535  |

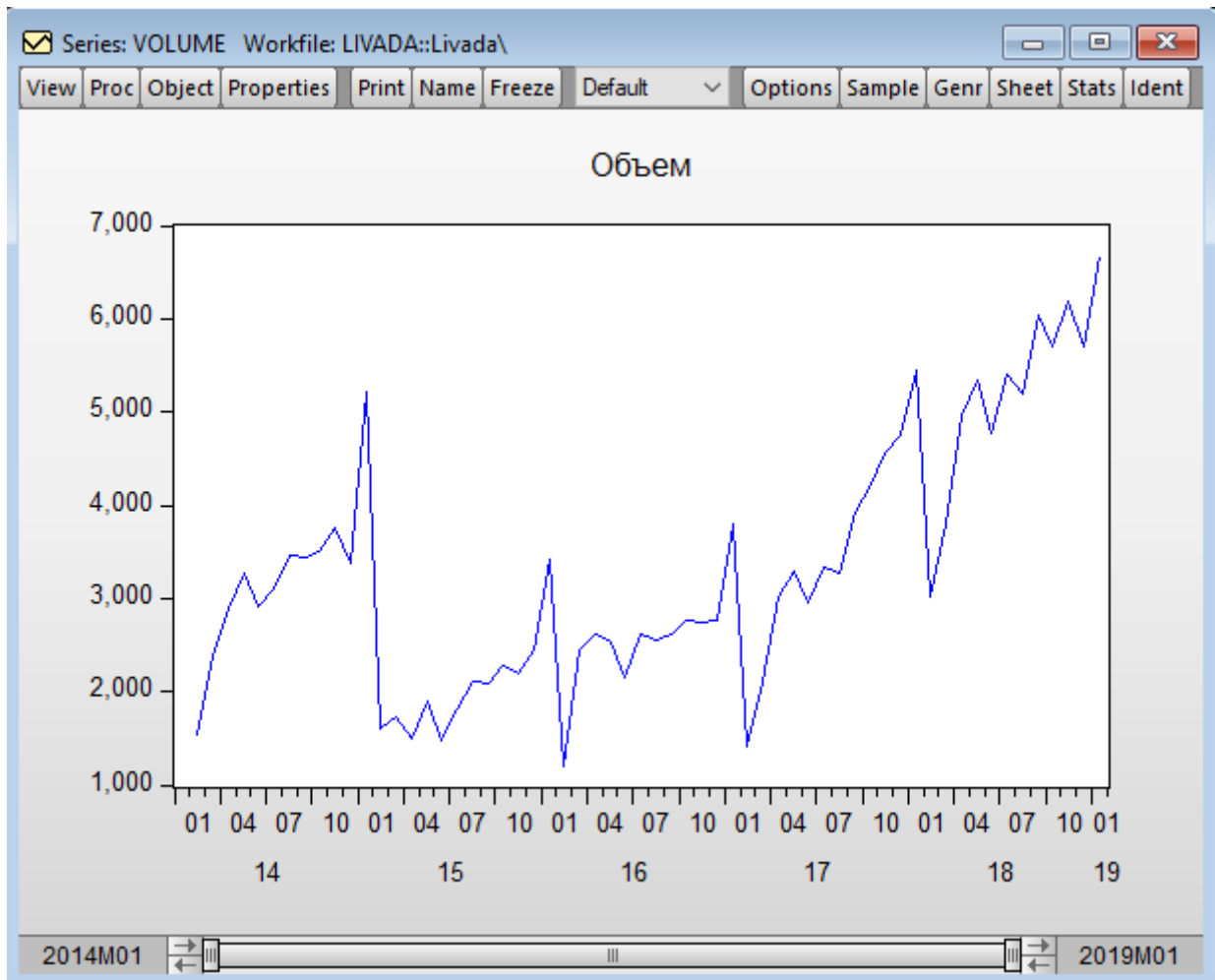


| <b>Месяц</b> | <b>Объем выданных ипотечных кредитов, млн. руб.</b> |
|--------------|---|
| 01.06.2016   | 2141  |
| 01.07.2016   | 2623  |
| 01.08.2016   | 2548  |
| 01.09.2016   | 2624  |
| 01.10.2016   | 2758  |
| 01.11.2016   | 2741  |
| 01.12.2016   | 2754  |
| 01.01.2017   | 3796  |
| 01.02.2017   | 1409  |
| 01.03.2017   | 2112  |
| 01.04.2017   | 3021  |
| 01.05.2017   | 3286  |
| 01.06.2017   | 2955  |
| 01.07.2017   | 3328  |
| 01.08.2017   | 3279  |
| 01.09.2017   | 3935  |
| 01.10.2017   | 4181  |
| 01.11.2017   | 4553  |
| 01.12.2017   | 4747  |
| 01.01.2018   | 5448  |
| 01.02.2018   | 3023  |
| 01.03.2018   | 3790  |
| 01.04.2018   | 4962  |
| 01.05.2018   | 5345  |
| 01.06.2018   | 4766  |
| 01.07.2018   | 5396  |
| 01.08.2018   | 5203  |
| 01.09.2018   | 6038  |
| 01.10.2018   | 5706  |
| 01.11.2018   | 6181  |
| 01.12.2018   | 5691  |
| 01.01.2019   | 6678  |

Для начала дадим анализ описательной статистике объема выданных ипотечных кредитов. Для этого введем обозначения:

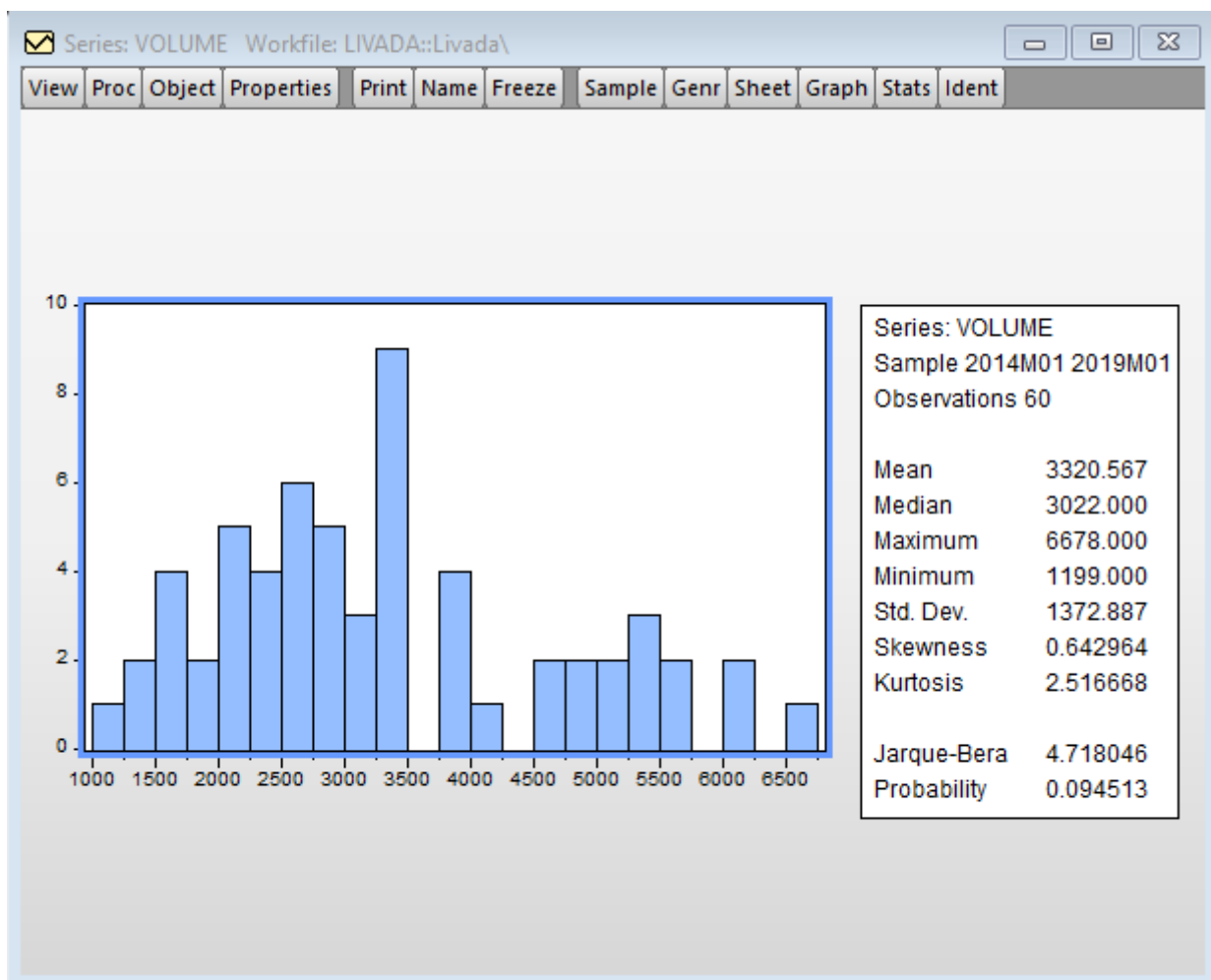
- $y$  – объем выданных ипотечных кредитов,
- $t$  – время.

На рисунке 1 изображен график объема выдачи ипотечных кредитов за период проводимого анализа.



**Рисунок 1 – График объема выдачи ипотечных кредитов.**

На рисунке 2 приведена гистограмма, отражающая распределение объема выдачи ипотечных кредитов за 2014-2018 гг.



**Рисунок 2 – Гистограмма, показывающая распределение объема выданных ипотечных кредитов**

Проанализируем гистограмму, показанную на рисунке 2.

Минимальное значение выданных ипотечных кредитов в месяц равно  $y_{\min} = 1199$  млн. руб., максимальное значение  $y_{\max} = 6678$  млн. руб., в таком случае  $\Delta y = y_{\max} - y_{\min} = 5479$  млн. руб.

Так как среднее значение (*Mean*) равно 3320.567 млн. руб., а медиана (*Median*) равна 3022 млн. руб., можно сделать заключение, что данная выборка представлена достаточно однородно.

Заметим, что значение вероятности по статистике *Jarque-Bera* выше уровня значимости 0.05. То есть  $P(\text{Jarque-Bera}) = 4.718 > 0.05$ , откуда можно заключить, что нулевая гипотеза о нормальном законе распределения не отвергается.

В нашем случае коэффициент асимметрии (*Skewness*)  $a_s = \frac{\mu_3}{\sigma^3} = 0.643$ .

Положительное значение данного коэффициента означает, что кривая распределения с положительной асимметрией, то есть расположена справа.

Следующий – коэффициент эксцесса (*Kurtosis*)  $e_s = \frac{\mu_4}{\sigma^4} = 2.517$  и т.к. величина

данного коэффициента меньше 3, то пик кривой распределения более плосковершинный, чем у нормального распределения. Значение коэффициента эксцесса сравнивается с числом 3 потому что для наиболее часто встречающегося нормального распределения отношение  $\frac{\mu_4}{\sigma^4} = 3$ .

### 3.2 Построение линейной модели множественной регрессии

По имеющимся данным за период 2014-2018 г., от которых предположительно зависит объем выдачи ипотечных кредитов, построим классическую модель множественной регрессии, описывающую зависимость объема выдачи ипотечных кредитов от следующих показателей [11]:

1.  $x_1$  – средняя заработная плата, руб.,
2.  $x_2$  – количество выданных ипотечных кредитов, единиц,
3.  $x_3$  – средневзвешенная процентная ставка по ипотечному кредиту, %,
4.  $x_4$  – средневзвешенный срок кредитования, мес.

Построим линейную модель множественной регрессии с помощью статистического пакета EViews. Было построено большое количество классических моделей множественной регрессии с различным набором включенных в нее показателей, однако, наиболее показательной оказалась модель приведенная ниже

Полученная модель, назовем её модель А, будет иметь следующий вид:

$$y = 1.874x_2 + 10.488x_4 - 2379.921.$$

На рисунке 3 представлен график, на котором отражены фактические значения объема выданных ипотечных кредитов и значения, которые были рассчитаны по модели А.



**Рисунок 3 – График объема выдачи ипотечных кредитов, построенный по модели А.**

Подобная модель была составлена для Краснодарского края и Волгоградской области. Полные данные о параметрах ипотечных кредитов представлены в приложениях А, Б, В. Ниже приведены значения средней относительной ошибки прогноза *AFER*.

- Ростовская область – 0,35%.
- Краснодарский край – 0,34%.
- Волгоградская область – 0,17%.

Проведем анализ модели с помощью характеристик, описанных во второй главе:

Equation: A Workfile: LIVADA::Livada\

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: VOLUME  
Method: Least Squares  
Date: 05/23/20 Time: 21:50  
Sample (adjusted): 2014M02 2019M01  
Included observations: 60 after adjustments

| Variable    | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|-------------|-------------|------------|-------------|--------|
| QUANTITY_X2 | 1.874232    | 0.021591   | 86.80685    | 0.0000 |
| PERIOD_X4   | 10.48754    | 1.645425   | 6.373753    | 0.0000 |
| C           | -2379.921   | 299.7124   | -7.940684   | 0.0000 |

|                    |           |                       |          |
|--------------------|-----------|-----------------------|----------|
| R-squared          | 0.993445  | Mean dependent var    | 3320.567 |
| Adjusted R-squared | 0.993215  | S.D. dependent var    | 1372.887 |
| S.E. of regression | 113.0897  | Akaike info criterion | 12.34295 |
| Sum squared resid  | 728988.4  | Schwarz criterion     | 12.44766 |
| Log likelihood     | -367.2884 | Hannan-Quinn criter.  | 12.38391 |
| F-statistic        | 4319.061  | Durbin-Watson stat    | 1.524225 |
| Prob(F-statistic)  | 0.000000  |                       |          |

**Рисунок 4 – Характеристики модели А, построенной в EViews.**

Расчетное значение  $F$ -статистики, показанной на рисунке 4, равно 4319.061. Вероятность попадания расчетного значения  $F$ -статистики в область принятия гипотезы ниже уровня значимости  $\alpha = 0.05$ , то есть  $Prob(F\text{-statistic}) = 0 < 0.05$ , это значит, что нулевая гипотеза о незначимости уравнения регрессии в целом отвергается.

Проверка значимости всех коэффициентов регрессии модели по  $t$ -критерию Стьюдента показывает, что они статистически значимы, т.к. вероятности попадания расчетных значений  $t$ -Statistic в область принятия гипотезы меньше уровня значимости.

Значение коэффициента детерминации высоко –  $R^2 = 0.993$ , что значит, что зависимая переменная (объем выданных ипотечных кредитов) на 99.3% объясняется факторами, которые были включены в модель (количество выданных ипотечных кредитов, средневзвешенный срок кредитования).

Проведем тестирование модели.

Для начала, определим наличие или отсутствие гетероскедастичности или гомоскедастичности с помощью теста Уайта.

Equation: A Workfile: LIVADA::Livada\

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Heteroskedasticity Test: White

|                     |          |                     |        |
|---------------------|----------|---------------------|--------|
| F-statistic         | 1.175394 | Prob. F(5,54)       | 0.3333 |
| Obs*R-squared       | 5.889044 | Prob. Chi-Square(5) | 0.3172 |
| Scaled explained SS | 6.168857 | Prob. Chi-Square(5) | 0.2901 |

Test Equation:  
 Dependent Variable: RESID^2  
 Method: Least Squares  
 Date: 05/24/20 Time: 19:10  
 Sample: 2014M02 2019M01  
 Included observations: 60

| Variable              | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|-----------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| C                     | 473704.8    | 952038.0   | 0.497569    | 0.6208 |
| QUANTITY_X2^2         | 0.006244    | 0.006267   | 0.996402    | 0.3235 |
| QUANTITY_X2*PERIOD_X4 | 0.470913    | 0.492081   | 0.956981    | 0.3428 |
| QUANTITY_X2           | -113.6991   | 81.52997   | -1.394568   | 0.1689 |
| PERIOD_X4^2           | 7.104289    | 25.03250   | 0.283803    | 0.7776 |
| PERIOD_X4             | -3680.545   | 9788.300   | -0.376015   | 0.7084 |

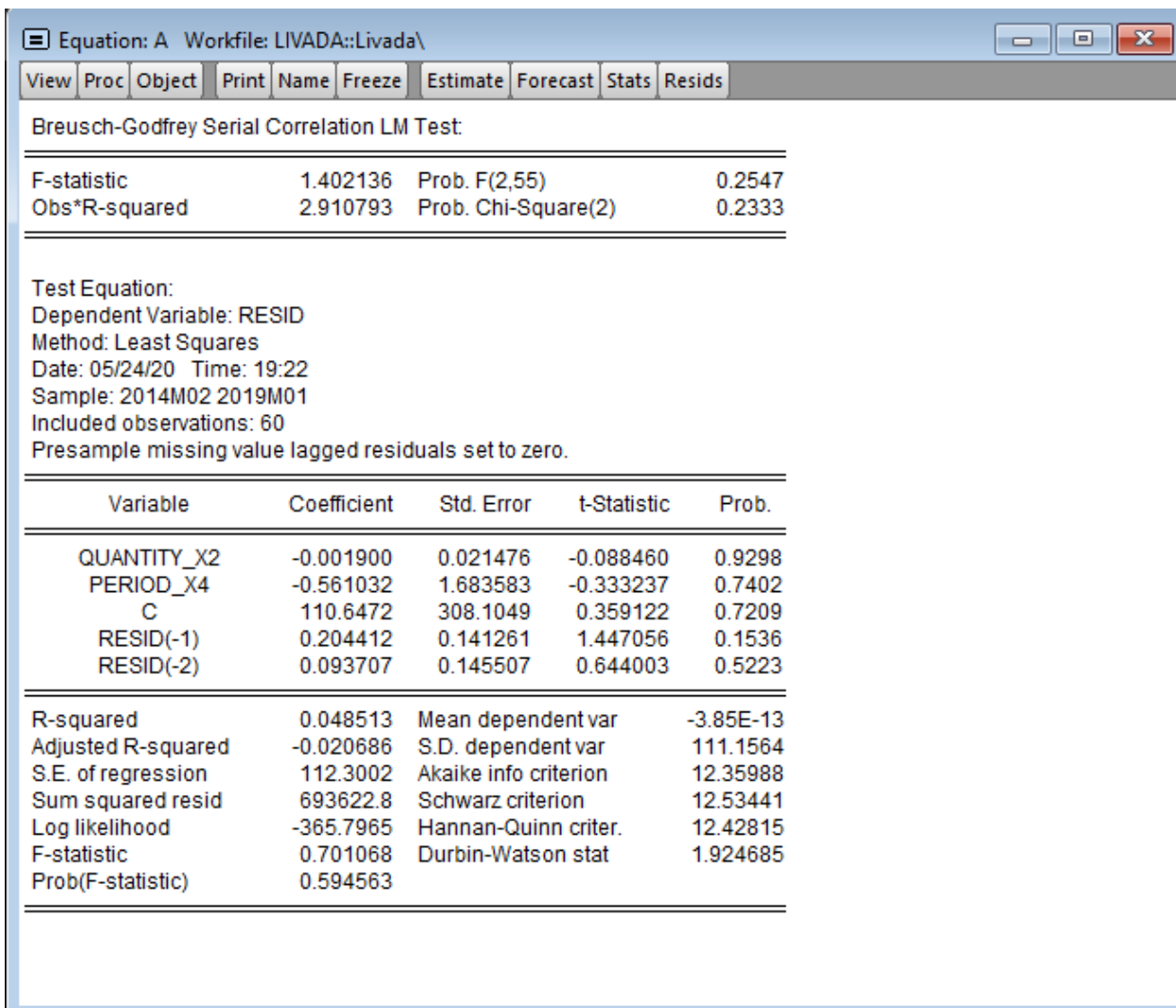
|                    |           |                       |          |
|--------------------|-----------|-----------------------|----------|
| R-squared          | 0.098151  | Mean dependent var    | 12149.81 |
| Adjusted R-squared | 0.014646  | S.D. dependent var    | 18667.68 |
| S.E. of regression | 18530.47  | Akaike info criterion | 22.58686 |
| Sum squared resid  | 1.85E+10  | Schwarz criterion     | 22.79629 |
| Log likelihood     | -671.6058 | Hannan-Quinn criter.  | 22.66878 |
| F-statistic        | 1.175394  | Durbin-Watson stat    | 1.597066 |
| Prob(F-statistic)  | 0.333319  |                       |          |

**Рисунок 5 – Проверка на гетероскедастичность с помощью теста Уайта.**

Наличие гетероскедастичности в модели значит, что коэффициенты модели не являются эффективными и дисперсия остатков непостоянна, т.е. зависима от времени  $t$ .

Исходя из результатов теста Уайта, показанных на рисунке 5, имеем  $Prob. Chi-Square(5) = 0.317$ , что больше уровня значимости 0.05, откуда можно сделать вывод, что гетероскедастичность в модели отсутствует.

С помощью теста Бреуша-Годфри определим наличие или отсутствие автокорреляции в построенной модели.



Equation: A Workfile: LIVADA::Livada\

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test

|               |          |                     |        |
|---------------|----------|---------------------|--------|
| F-statistic   | 1.402136 | Prob. F(2,55)       | 0.2547 |
| Obs*R-squared | 2.910793 | Prob. Chi-Square(2) | 0.2333 |

Test Equation:  
 Dependent Variable: RESID  
 Method: Least Squares  
 Date: 05/24/20 Time: 19:22  
 Sample: 2014M02 2019M01  
 Included observations: 60  
 Presample missing value lagged residuals set to zero.

| Variable    | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|-------------|-------------|------------|-------------|--------|
| QUANTITY_X2 | -0.001900   | 0.021476   | -0.088460   | 0.9298 |
| PERIOD_X4   | -0.561032   | 1.683583   | -0.333237   | 0.7402 |
| C           | 110.6472    | 308.1049   | 0.359122    | 0.7209 |
| RESID(-1)   | 0.204412    | 0.141261   | 1.447056    | 0.1536 |
| RESID(-2)   | 0.093707    | 0.145507   | 0.644003    | 0.5223 |

|                    |           |                       |           |
|--------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| R-squared          | 0.048513  | Mean dependent var    | -3.85E-13 |
| Adjusted R-squared | -0.020686 | S.D. dependent var    | 111.1564  |
| S.E. of regression | 112.3002  | Akaike info criterion | 12.35988  |
| Sum squared resid  | 693622.8  | Schwarz criterion     | 12.53441  |
| Log likelihood     | -365.7965 | Hannan-Quinn criter.  | 12.42815  |
| F-statistic        | 0.701068  | Durbin-Watson stat    | 1.924685  |
| Prob(F-statistic)  | 0.594563  |                       |           |

### Рисунок 6 – Проверка на автокорреляцию с помощью теста Бреуша-Годфри.

Наличие автокорреляции в модели означает, приводит к ухудшению качества оценок параметров регрессии, а также к завышению тестовых статистик, по которым проверяется качество модели.

По результатам теста Бреуша-Годфри можно заметить, что вероятность попадания расчетного значения статистики  $Obs \cdot R - squared$  в область принятия гипотезы выше уровня значимости –  $P = 0.233 > 0.05$  ( $Prob. Chi-Square(2)$ ), откуда следует, что нулевую гипотезу об отсутствии автокорреляции в остатках отклонить не можем.



### 3.3 Построение нелинейной модели множественной регрессии

По имеющимся данным за период 2014-2018 г., от которых предположительно зависит объем выдачи ипотечных кредитов, построим нелинейную модель множественной регрессии.

Полученная модель, назовем её модель  $B$ , будет иметь следующий вид:

$$y = 1.774x_2 - 148.085\cos(x_3) + 3.249 \cdot 10^{-86} e^{-x_4} - 177.798.$$

На рисунке 7 представлен график, на котором отражены фактические значения объема выданных ипотечных кредитов и значения, которые были рассчитаны по моделям  $A$  и  $B$ .

Сравнение фактических и рассчитанных по моделям  $A$  и  $B$  значений объема ипотечных кредитов



**Рисунок 7 – График сравнения объема выдачи ипотечных кредитов, построенный по фактическим значениям и моделям  $A$  и  $B$ .**

Подобная модель была составлена для Краснодарского края и Волгоградской области. Ниже приведены значения средней относительной ошибки прогноза  $AFER$ .

- Ростовская область – 1,86%.

- Краснодарский край – 0,023%.
- Волгоградская область – 0,2%

Проведем анализ построенной модели множественной нелинейной регрессии.

| Variable              | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|-----------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| QUANTITY_X2           | 1.773642    | 0.025383   | 69.87497    | 0.0000 |
| COS(INTEREST_RATE_X3) | -148.0849   | 21.25921   | -6.965680   | 0.0000 |
| EXP(PERIOD_X4)        | 3.25E-86    | 8.17E-87   | 3.976006    | 0.0002 |
| C                     | -177.7982   | 55.56949   | -3.199565   | 0.0023 |

|                    |           |                       |          |
|--------------------|-----------|-----------------------|----------|
| R-squared          | 0.994877  | Mean dependent var    | 3320.567 |
| Adjusted R-squared | 0.994603  | S.D. dependent var    | 1372.887 |
| S.E. of regression | 100.8618  | Akaike info criterion | 12.12972 |
| Sum squared resid  | 569693.5  | Schwarz criterion     | 12.26934 |
| Log likelihood     | -359.8916 | Hannan-Quinn criter.  | 12.18433 |
| F-statistic        | 3625.070  | Durbin-Watson stat    | 1.451764 |
| Prob(F-statistic)  | 0.000000  |                       |          |

**Рисунок 8 – Характеристики модели, построенной в EViews.**

Расчетное значение  $F$ -статистики, показанной на рисунке 8, равно 3625.07. Вероятность попадания расчетного значения  $F$ -статистики в область принятия гипотезы ниже уровня значимости  $\alpha = 0.05$ , то есть  $Prob(F\text{-statistic}) = 0 < 0.05$ , это значит, что нулевая гипотеза о незначимости уравнения регрессии в целом отвергается.

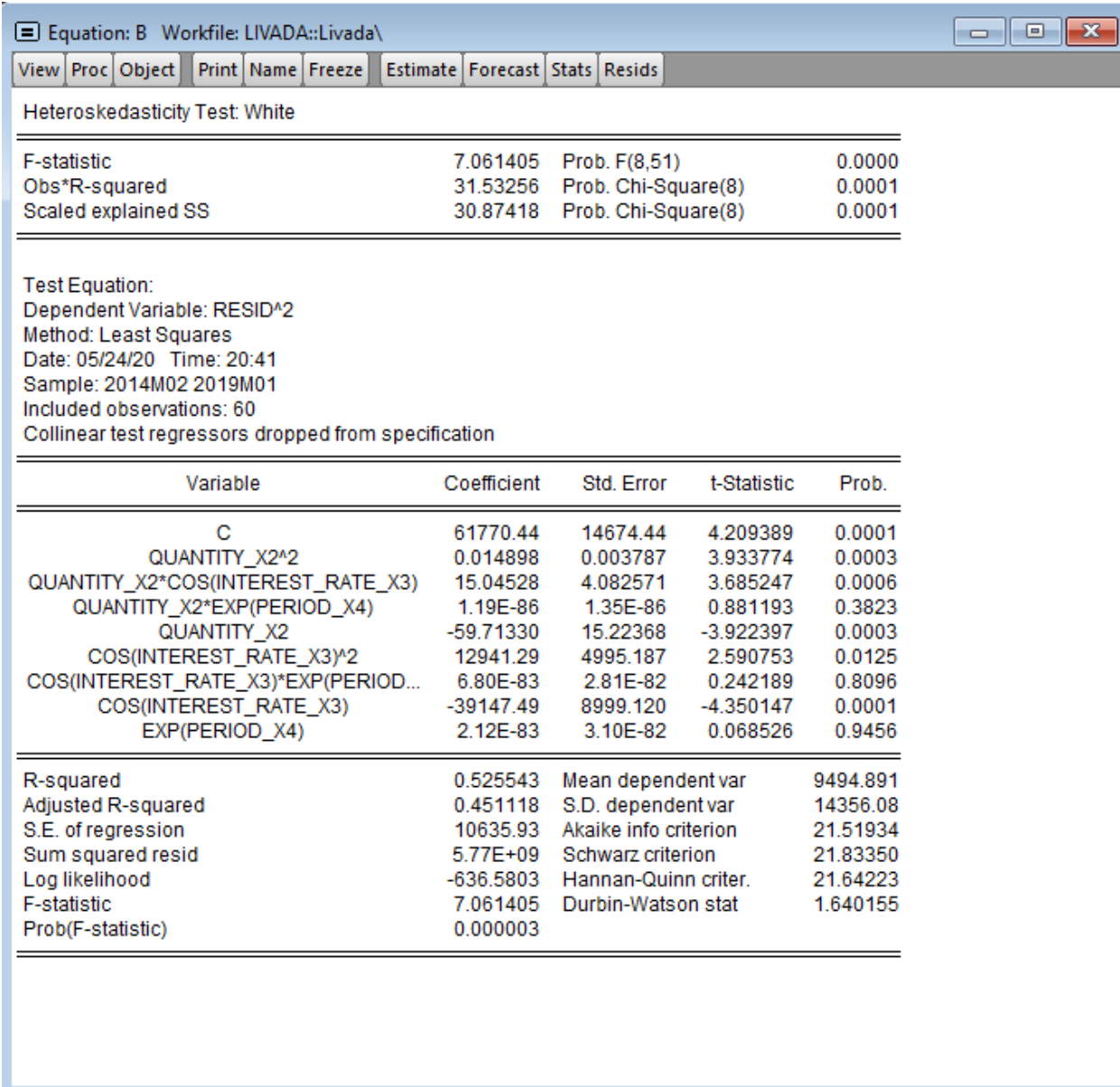
Проверка значимости всех коэффициентов регрессии модели по  $t$ -критерию Стьюдента показывает, что они статистически значимы, т.к.

вероятности попадания расчетных значений  $t$ -Statistic в область принятия гипотезы меньше уровня значимости.

Значение коэффициента детерминации достаточно высоко –  $R^2 = 0.994$ , что значит, что зависимая переменная (объем выданных ипотечных кредитов) на 99.4% объясняется факторами, включенными в модель.

Проведем тестирование модели.

Для начала, определим наличие или отсутствие гетероскедастичности или гомоскедастичности в модели  $B$  с помощью теста Уайта.



Heteroskedasticity Test: White

| F-statistic         | 7.061405 | Prob. F(8,51)       | 0.0000 |
|---------------------|----------|---------------------|--------|
| Obs*R-squared       | 31.53256 | Prob. Chi-Square(8) | 0.0001 |
| Scaled explained SS | 30.87418 | Prob. Chi-Square(8) | 0.0001 |

Test Equation:  
 Dependent Variable: RESID^2  
 Method: Least Squares  
 Date: 05/24/20 Time: 20:41  
 Sample: 2014M02 2019M01  
 Included observations: 60  
 Collinear test regressors dropped from specification

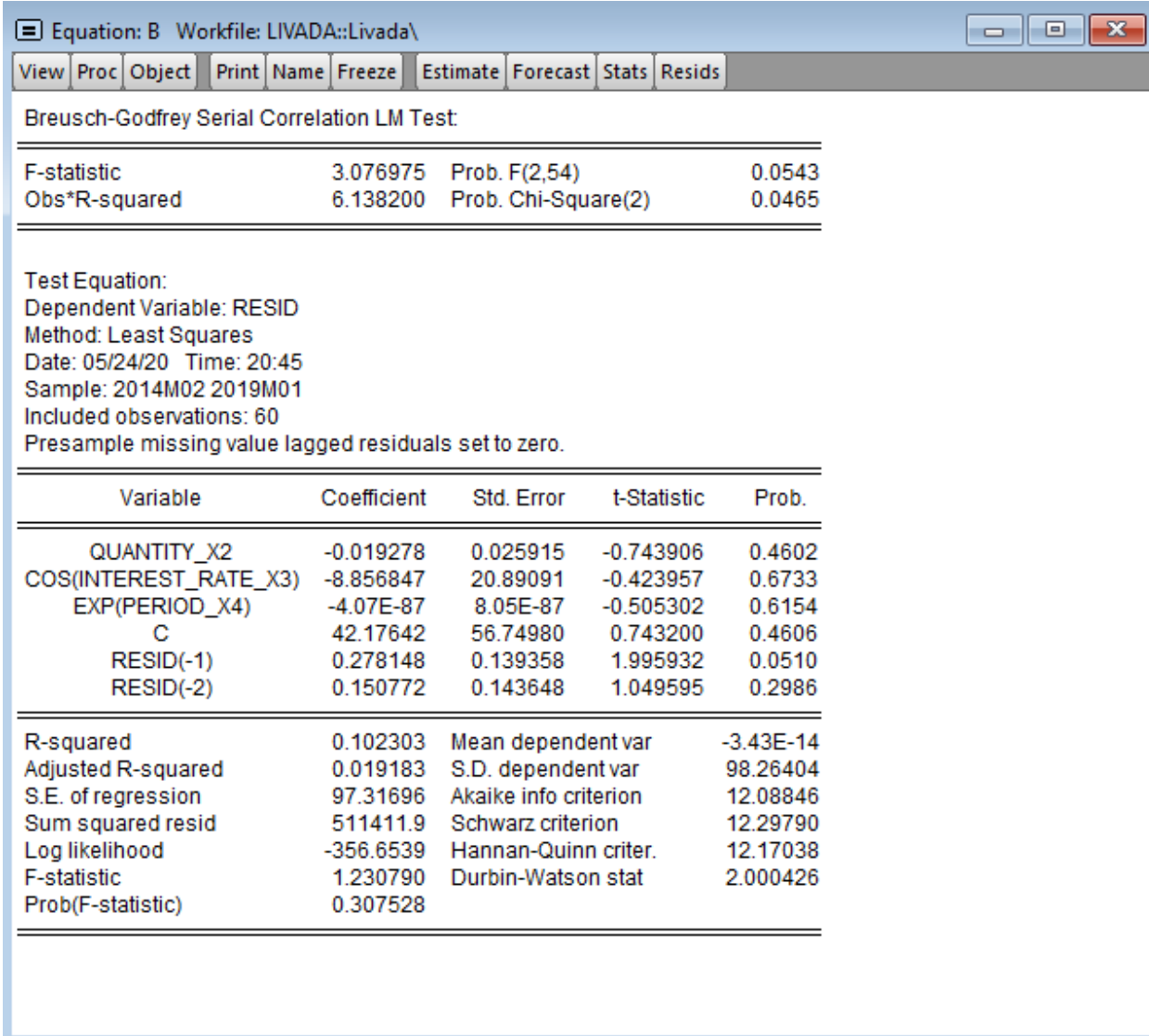
| Variable                            | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|-------------------------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| C                                   | 61770.44    | 14674.44   | 4.209389    | 0.0001 |
| QUANTITY_X2^2                       | 0.014898    | 0.003787   | 3.933774    | 0.0003 |
| QUANTITY_X2*COS(INTEREST_RATE_X3)   | 15.04528    | 4.082571   | 3.685247    | 0.0006 |
| QUANTITY_X2*EXP(PERIOD_X4)          | 1.19E-86    | 1.35E-86   | 0.881193    | 0.3823 |
| QUANTITY_X2                         | -59.71330   | 15.22368   | -3.922397   | 0.0003 |
| COS(INTEREST_RATE_X3)^2             | 12941.29    | 4995.187   | 2.590753    | 0.0125 |
| COS(INTEREST_RATE_X3)*EXP(PERIOD... | 6.80E-83    | 2.81E-82   | 0.242189    | 0.8096 |
| COS(INTEREST_RATE_X3)               | -39147.49   | 8999.120   | -4.350147   | 0.0001 |
| EXP(PERIOD_X4)                      | 2.12E-83    | 3.10E-82   | 0.068526    | 0.9456 |

|                    |           |                       |          |
|--------------------|-----------|-----------------------|----------|
| R-squared          | 0.525543  | Mean dependent var    | 9494.891 |
| Adjusted R-squared | 0.451118  | S.D. dependent var    | 14356.08 |
| S.E. of regression | 10635.93  | Akaike info criterion | 21.51934 |
| Sum squared resid  | 5.77E+09  | Schwarz criterion     | 21.83350 |
| Log likelihood     | -636.5803 | Hannan-Quinn criter.  | 21.64223 |
| F-statistic        | 7.061405  | Durbin-Watson stat    | 1.640155 |
| Prob(F-statistic)  | 0.000003  |                       |          |

Рисунок 9 – Проверка на гетероскедастичность с помощью теста Уайта.

Исходя из результатов теста Уайта, показанных на рисунке 9, имеем  $Prob. Chi-Square(5) = 0.0001$ , что меньше уровня значимости 0.05, откуда можно сделать вывод, что в модели присутствует гетероскедастичность.

С помощью теста Бреуша-Годфри определим наличие или отсутствие автокорреляции в построенной модели.



Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test

| F-statistic   | 3.076975 | Prob. F(2,54)       | 0.0543 |
|---------------|----------|---------------------|--------|
| Obs*R-squared | 6.138200 | Prob. Chi-Square(2) | 0.0465 |

Test Equation:  
 Dependent Variable: RESID  
 Method: Least Squares  
 Date: 05/24/20 Time: 20:45  
 Sample: 2014M02 2019M01  
 Included observations: 60  
 Presample missing value lagged residuals set to zero.

| Variable              | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|-----------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| QUANTITY_X2           | -0.019278   | 0.025915   | -0.743906   | 0.4602 |
| COS(INTEREST_RATE_X3) | -8.856847   | 20.89091   | -0.423957   | 0.6733 |
| EXP(PERIOD_X4)        | -4.07E-87   | 8.05E-87   | -0.505302   | 0.6154 |
| C                     | 42.17642    | 56.74980   | 0.743200    | 0.4606 |
| RESID(-1)             | 0.278148    | 0.139358   | 1.995932    | 0.0510 |
| RESID(-2)             | 0.150772    | 0.143648   | 1.049595    | 0.2986 |

|                    |           |                       |           |
|--------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| R-squared          | 0.102303  | Mean dependent var    | -3.43E-14 |
| Adjusted R-squared | 0.019183  | S.D. dependent var    | 98.26404  |
| S.E. of regression | 97.31696  | Akaike info criterion | 12.08846  |
| Sum squared resid  | 511411.9  | Schwarz criterion     | 12.29790  |
| Log likelihood     | -356.6539 | Hannan-Quinn criter.  | 12.17038  |
| F-statistic        | 1.230790  | Durbin-Watson stat    | 2.000426  |
| Prob(F-statistic)  | 0.307528  |                       |           |

**Рисунок 10 – Проверка на автокорреляцию с помощью теста Бреуша-Годфри.**

По результатам теста Бреуша-Годфри можно заметить, что вероятность попадания расчетного значения статистики  $Obs \cdot R - squared$  в область принятия гипотезы выше уровня значимости –  $P = 0.0465 < 0.05$  ( $Prob. Chi-$

*Square(2)*), откуда следует, что можно отклонить нулевую гипотезу об отсутствии автокорреляции в остатках.

Сравнивая коэффициенты детерминации моделей *A* и *B*, которые соответственно равно 0.993 и 0.994, можно сделать вывод, что модель нелинейной множественной регрессии корректнее отражает зависимость объема выданных ипотечных кредитов от факторов, включенных в модель. Но из-за гетероскедастичности, наблюдаемой в модели *B*, которая дает неэффективные оценки коэффициентов модели, стоит отдать предпочтение модели линейной множественной регрессии.

### **3.4 Прогнозирование тенденций рынка ипотечного кредитования на основе однофакторных нечетких временных рядов**

По данным фактора «объем выданных ипотечных кредитов» по Ростовской области произведем расчет прогнозных значений этого фактора за период 2014-2018 гг. При разработке модели прогнозирования были определены приращения фактора для периодов 03-2014 – 01-2019, а также максимальное и минимальное значения приращений:  $D_{\min} = -3610$  и  $D_{\max} = 1846$ .

Для каждого периода были вычислены прогнозное значение и относительная ошибка прогноза по сравнению с реальными данными объема выданных ипотечных кредитов в соответствии с формулами (1) и (2) из главы 2.

Универсальное множество  $U$  для приращений значений прогнозируемого фактора разбивался на 5 интервалов  $u_1 = [-3610; -2518,8]$ ,  $u_2 = [-2518,8; -1427,6]$ ,  $u_3 = [-1427,6; -336,4]$ ,  $u_4 = [-336,4; 754,8]$ ,  $u_5 = [754,8; 1846]$ . [3]

**Таблица 2 – Приращения выданных ипотечных кредитов с их функциями принадлежности за 2014-2018 г.**

| Месяц      | Фактор,<br>млн.<br>руб. | Приращение,<br>млн. руб. | Функция<br>принадлежности   | Нечеткое<br>множество |
|------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 01.02.2014 | 1530                    | -                        | -                           | -                     |
| 01.03.2014 | 2390                    | 860                      | $0,5/u_4 + 1/u_5$           | $X_5$                 |
| 01.04.2014 | 2894                    | 504                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.05.2014 | 3279                    | 385                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.06.2014 | 2911                    | -368                     | $0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4$ | $X_3$                 |
| 01.07.2014 | 3108                    | 197                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.08.2014 | 3464                    | 356                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.09.2014 | 3442                    | -22                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.10.2014 | 3493                    | 51                       | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.11.2014 | 3758                    | 265                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.12.2014 | 3368                    | -390                     | $0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4$ | $X_3$                 |
| 01.01.2015 | 5214                    | 1846                     | $0,5/u_4 + 1/u_5$           | $X_5$                 |
| 01.02.2015 | 1604                    | -3610                    | $1/u_5 + 0,5/u_4$           | $X_1$                 |
| 01.03.2015 | 1724                    | 120                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.04.2015 | 1503                    | -221                     | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.05.2015 | 1895                    | 392                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.06.2015 | 1475                    | -420                     | $0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4$ | $X_3$                 |
| 01.07.2015 | 1808                    | 333                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.08.2015 | 2116                    | 308                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.09.2015 | 2079                    | -37                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.10.2015 | 2284                    | 205                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.11.2015 | 2184                    | -100                     | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.12.2015 | 2451                    | 267                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.01.2016 | 3429                    | 978                      | $0,5/u_4 + 1/u_5$           | $X_5$                 |
| 01.02.2016 | 1199                    | -2230                    | $0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3$ | $X_2$                 |
| 01.03.2016 | 2457                    | 1258                     | $0,5/u_4 + 1/u_5$           | $X_5$                 |
| 01.04.2016 | 2622                    | 165                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.05.2016 | 2535                    | -87                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.06.2016 | 2141                    | -394                     | $0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4$ | $X_3$                 |
| 01.07.2016 | 2623                    | 482                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.08.2016 | 2548                    | -75                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.09.2016 | 2624                    | 76                       | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.10.2016 | 2758                    | 134                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |

| Месяц      | Фактор,<br>млн.<br>руб. | Приращение,<br>млн. руб. | Функция<br>принадлежности   | Нечеткое<br>множество |
|------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 01.11.2016 | 2741                    | -17                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.12.2016 | 2754                    | 13                       | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.01.2017 | 3796                    | 1042                     | $0,5/A_4 + 1/A_5$           | $X_5$                 |
| 01.02.2017 | 1409                    | -2387                    | $0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4$ | $X_3$                 |
| 01.03.2017 | 2112                    | 703                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.04.2017 | 3021                    | 909                      | $0,5/u_4 + 1/u_5$           | $X_5$                 |
| 01.05.2017 | 3286                    | 265                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.06.2017 | 2955                    | -331                     | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.07.2017 | 3328                    | 373                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.08.2017 | 3279                    | -49                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.09.2017 | 3935                    | 656                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.10.2017 | 4181                    | 246                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.11.2017 | 4553                    | 372                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.12.2017 | 4747                    | 194                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.01.2018 | 5448                    | 701                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.02.2018 | 3023                    | -2425                    | $0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3$ | $X_2$                 |
| 01.03.2018 | 3790                    | 767                      | $0,5/u_4 + 1/u_5$           | $X_5$                 |
| 01.04.2018 | 4962                    | 1172                     | $0,5/u_4 + 1/u_5$           | $X_5$                 |
| 01.05.2018 | 5345                    | 383                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.06.2018 | 4766                    | -579                     | $0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4$ | $X_3$                 |
| 01.07.2018 | 5396                    | 630                      | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.08.2018 | 5203                    | -193                     | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |
| 01.09.2018 | 6038                    | 835                      | $0,5/u_4 + 1/u_5$           | $X_5$                 |
| 01.10.2018 | 5706                    | -332                     | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$                 |

Приращения фактора при разбиении на 5 интервалов могут быть описаны лингвистическими переменными:

- $X_1$  – «большое отрицательное приращение»,
- $X_2$  – «малое отрицательное приращение»,
- $X_3$  – «приращение, близкое к нулю»,
- $X_4$  – «малое положительное приращение»,

- $X_5$  – «большое положительное приращение». [15]

Как только становится известно новое значение временного ряда, для него вычисляется значение приращения и определяется соответствующее нечеткое множество, как указано в таблице 2.

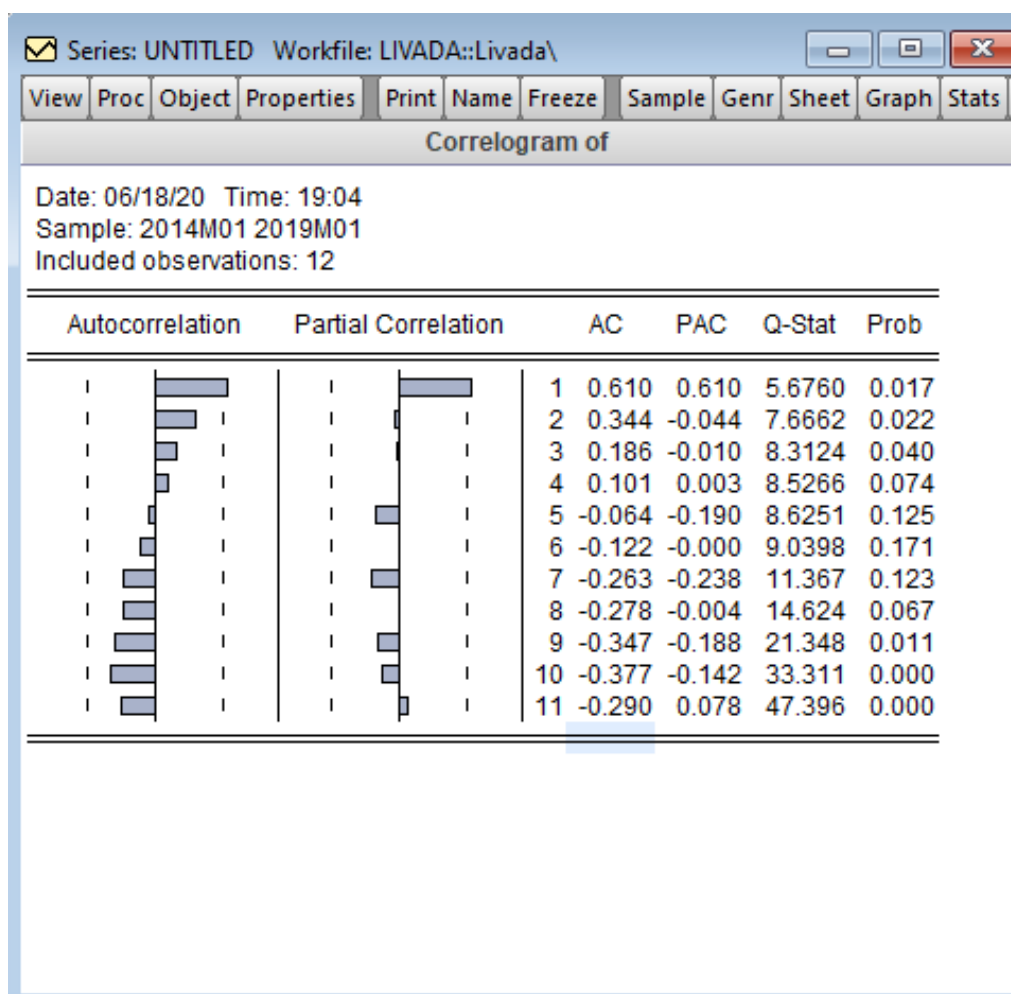
Имеются данные о темпах роста выданных ипотечных кредитов за 2017 год в процентах к уровню января 2016 года, приведенные в таблице 3.

**Таблица 3 – Темпы роста выданных ипотечных кредитов за 12 месяцев 2017 г., % к уровню января 2016 года.**

| Месяц    | Темпы роста выданных ипотечных кредитов, % |
|----------|--|
| Январь   | 117,51                                     |
| Февраль  | 176,15                                     |
| Март     | 251,96                                     |
| Апрель   | 274,06                                     |
| Май      | 246,46                                     |
| Июнь     | 277,56                                     |
| Июль     | 273,48                                     |
| Август   | 328,19                                     |
| Сентябрь | 348,71                                     |
| Октябрь  | 379,73                                     |
| Ноябрь   | 395,91                                     |
| Декабрь  | 454,38                                     |

Приведем коррелограмму объема выданных ипотечных кредитов за 12 месяцев 2017 года.





**Рисунок 11 – Коррелограмма автокорреляционной функции временного ряда объема выданных ипотечных кредитов.**

Поскольку коэффициенты корреляции лежат в одном диапазоне, то это свидетельствует о том, что связь нелинейная и сезонность отсутствует.

По данным из таблицы 3 построим с помощью EViews линейное уравнение регрессии зависимости темпа роста объема выданных ипотечных кредитов от времени. Уравнение будет иметь следующий вид:

$$y = 25.147t + 130.217,$$

где  $t$  – месяц,  $t = 1, 2, \dots, n$ .

На основе данного уравнения, смоделируем величину объема выданных ипотечных кредитов в 10, 11 и 12 месяцах 2018 года. Таким образом, при  $t=10$ ,  $t=11$  и  $t=12$  значения объема выданных ипотечных кредитов будут

соответственно равны 5378 млн. руб., 5732 млн. руб. и 6086 млн. руб. На основе этих данных рассчитаем приращения для 10, 11 и 12 месяцев. Они будут соответственно равны -449 и 354.

Поставим в соответствие рассчитанным приращениям функции принадлежности и нечеткие множества. Данные приведены в таблице 4.

**Таблица 4 – Приращения объема выданных ипотечных кредитов за 10, 11 и 12 месяца 2018 года и их функции принадлежности.**

| Месяц      | Смоделированные значения, млн. руб. | Приращение, млн. руб. | Функция принадлежности      | Нечеткое множество |
|------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|
| 01.11.2018 | 5378                                | -328                  | $0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4$ | $X_3$              |
| 01.12.2018 | 5732                                | 354                   | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$              |
| 01.01.2019 | 6086                                | 354                   | $0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$ | $X_4$              |

Прогнозируемое значение  $F_i$  для  $i$ -го периода вычислялось в соответствии с формулами (1) и (2). Расчетные прогнозные значения отображены в таблице 5.

**Таблица 5 – Прогноз по объему выданных ипотечных кредитов за 2014-2018 г.**

| Месяц      | Фактор, млн. руб. | Прогноз №1, млн. руб. | Абсолютная ошибка, млн. руб. | Относительная ошибка, % |
|------------|-------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
| 01.02.2014 | 1530              | -                     | -                            | -                       |
| 01.03.2014 | 2390              | 2466,7                | 76,7                         | 3,21                    |
| 01.04.2014 | 2894              | 2599,2                | -294,8                       | 10,19                   |
| 01.05.2014 | 3279              | 3103,2                | -175,8                       | 5,36                    |
| 01.06.2014 | 2911              | 2397,0                | -514,0                       | 17,66                   |
| 01.07.2014 | 3108              | 3120,2                | 12,2                         | 0,39                    |
| 01.08.2014 | 3464              | 3317,2                | -146,8                       | 4,24                    |
| 01.09.2014 | 3442              | 3673,2                | 231,2                        | 6,72                    |
| 01.10.2014 | 3493              | 3651,2                | 158,2                        | 4,53                    |
| 01.11.2014 | 3758              | 3702,2                | -55,8                        | 1,48                    |
| 01.12.2014 | 3368              | 2876,0                | -492,0                       | 14,61                   |
| 01.01.2015 | 5214              | 4304,7                | -909,3                       | 17,44                   |

|            |      |        |        |       |
|------------|------|--------|--------|-------|
| 01.02.2015 | 1604 | 2513,3 | 909,3  | 56,69 |
| 01.03.2015 | 1724 | 1813,2 | 89,2   | 5,17  |
| 01.04.2015 | 1503 | 1933,2 | 430,2  | 28,62 |
| 01.05.2015 | 1895 | 1712,2 | -182,8 | 9,65  |
| 01.06.2015 | 1475 | 1013,0 | -462,0 | 31,32 |
| 01.07.2015 | 1808 | 1684,2 | -123,8 | -6,85 |
| 01.08.2015 | 2116 | 2017,2 | -98,8  | 4,67  |
| 01.09.2015 | 2079 | 2325,2 | 246,2  | 11,84 |
| 01.10.2015 | 2284 | 2288,2 | 4,2    | 0,18  |
| 01.11.2015 | 2184 | 2493,2 | 309,2  | 14,16 |
| 01.12.2015 | 2451 | 2393,2 | -57,8  | 2,36  |
| 01.01.2016 | 3429 | 3387,7 | -41,3  | -1,21 |
| 01.02.2016 | 1199 | 1455,8 | 256,8  | 21,42 |
| 01.03.2016 | 2457 | 2135,7 | -321,3 | 13,08 |
| 01.04.2016 | 2622 | 2666,2 | 44,2   | 1,69  |
| 01.05.2016 | 2535 | 2831,2 | 296,2  | 11,68 |
| 01.06.2016 | 2141 | 1653,0 | -488,0 | 22,79 |
| 01.07.2016 | 2623 | 2350,2 | -272,8 | 10,40 |
| 01.08.2016 | 2548 | 2832,2 | 284,2  | 11,15 |
| 01.09.2016 | 2624 | 2757,2 | 133,2  | 5,08  |
| 01.10.2016 | 2758 | 2833,2 | 75,2   | 2,73  |
| 01.11.2016 | 2741 | 2967,2 | 226,2  | 8,25  |
| 01.12.2016 | 2754 | 2950,2 | 196,2  | 7,12  |
| 01.01.2017 | 3796 | 3690,7 | -105,3 | 2,77  |
| 01.02.2017 | 1409 | 1822,8 | 413,8  | 29,37 |
| 01.03.2017 | 2112 | 1618,2 | -493,8 | 23,38 |
| 01.04.2017 | 3021 | 3048,7 | 27,7   | 0,92  |
| 01.05.2017 | 3286 | 3230,2 | -55,8  | 1,70  |
| 01.06.2017 | 2955 | 3495,2 | 540,2  | 18,28 |
| 01.07.2017 | 3328 | 3164,2 | -163,8 | 4,92  |
| 01.08.2017 | 3279 | 3537,2 | 258,2  | 7,87  |
| 01.09.2017 | 3935 | 3488,2 | -446,8 | 11,35 |
| 01.10.2017 | 4181 | 4144,2 | -36,8  | 0,88  |
| 01.11.2017 | 4553 | 4390,2 | -162,8 | 3,58  |
| 01.12.2017 | 4747 | 4762,2 | 15,2   | 0,32  |
| 01.01.2018 | 5448 | 4956,2 | -491,8 | -9,03 |
| 01.02.2018 | 3023 | 3474,8 | 451,8  | 14,95 |
| 01.03.2018 | 3790 | 3959,7 | 169,7  | 4,48  |
| 01.04.2018 | 4962 | 4726,7 | -235,3 | 4,74  |
| 01.05.2018 | 5345 | 5171,2 | -173,8 | 3,25  |
| 01.06.2018 | 4766 | 4463,0 | -303,0 | 6,36  |
| 01.07.2018 | 5396 | 4975,2 | -420,8 | 7,80  |
| 01.08.2018 | 5203 | 5605,2 | 402,2  | 7,73  |

|            |      |        |        |       |
|------------|------|--------|--------|-------|
| 01.09.2018 | 6038 | 6139,7 | 101,7  | 1,68  |
| 01.10.2018 | 5706 | 6247,2 | 541,2  | 9,48  |
| 01.11.2018 | 6181 | 5233,2 | -947,8 | 15,33 |
| 01.12.2018 | 5691 | 5299,0 | -392,0 | 6,89  |
| 01.01.2019 | 6678 | 5941,7 | -736,3 | 11,03 |

На рисунке 12 приведены графические зависимости для реальных и прогнозируемых значений временного ряда «объем выданных ипотечных кредитов».



**Рисунок 12 – График прогнозируемых и фактических значений объема выданных ипотечных кредитов.**

Теперь разобьем универсальное множество  $U$  на 7 интервалов и сделаем прогноз по объему выданных ипотечных кредитов на 10, 11 и 12 месяца 2018 года.

Универсальное множество  $U$  для приращений значений прогнозируемого фактора при разбиении на 7 интервалов будет выглядеть следующим образом:  $u_1 = [-3610; -2830,6]$ ,  $u_2 = [-2830,6; -2051,1]$ ,

$$u_3 = [-2051,1,6; -1271,7], \quad u_4 = [-1271,7,4; -492,3], \quad u_5 = [-492,3; 287,1],$$

$$u_6 = [287,1; 1066,6], \quad u_7 = [1066,6; 1846].$$

Тогда, приращения фактора при разбиении на 7 интервалов могут быть описаны лингвистическими переменными:

- $X_1$  – «очень большое отрицательное приращение»,
- $X_2$  – «большое отрицательное приращение»,
- $X_3$  – «малое отрицательное приращение»,
- $X_4$  – «приращение, близкое к нулю»,
- $X_5$  – «малое положительное приращение»,
- $X_6$  – «большое положительное приращение»,
- $X_7$  – «очень большое положительное приращение».

Поставим в соответствие рассчитанным приращениям функции принадлежности и нечеткие множества, которые были определены при разбиении универсального множества на 7 интервалов. Данные приведены в таблице 6.

**Таблица 6 – Приращения объема выданных ипотечных кредитов за 10, 11 и 12 месяца 2018 года и их функции принадлежности.**

| Месяц      | Смоделированные значения, млн. руб. | Приращение, млн. руб. | Функция принадлежности      | Нечеткое множество |
|------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|
| 01.11.2018 | 5378                                | -328                  | $0,5/u_4 + 1/u_5 + 0,5/u_6$ | $X_5$              |
| 01.12.2018 | 5732                                | 354                   | $0,5/u_5 + 1/u_6 + 0,5/u_7$ | $X_6$              |
| 01.01.2019 | 6086                                | 354                   | $0,5/u_5 + 1/u_6 + 0,5/u_7$ | $X_6$              |

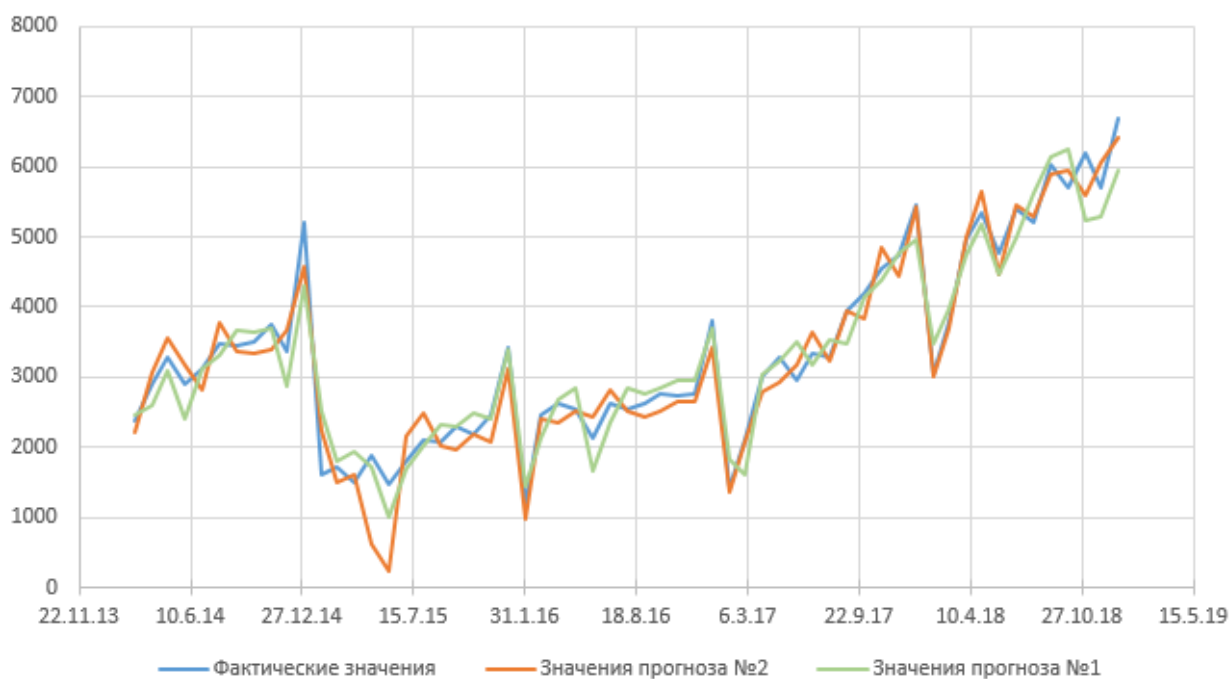
Спрогнозированные значения для показателя «объем выданных ипотечных кредитов» на 10, 11 и 12 месяцы 2018 года представлены в таблице 7.

**Таблица 7 – Прогноз по объему выданных ипотечных кредитов за 10,11 и 12 месяцы 2018 г.**

| Месяц      | Фактор,<br>млн. руб. | Прогноз<br>№2, млн.<br>руб. | Абсолютная<br>ошибка,<br>млн. руб. | Относительная<br>ошибка, % |
|------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 01.11.2018 | 6181                 | 5603                        | -578                               | 9,35                       |
| 01.12.2018 | 5691                 | 6055                        | 364                                | 6,39                       |
| 01.01.2019 | 6678                 | 6409                        | -269                               | 4,02                       |

На рисунке 13 приведены графические зависимости для реальных и прогнозируемых значений временного ряда «объем выданных ипотечных кредитов».

Прогнозируемые и фактические значения объема выданных ипотечных кредитов



**Рисунок 13 – График прогнозируемых и фактических значений объема выданных ипотечных кредитов.**

Теперь проведем сравнение фактических значения объема выданных ипотечных кредитов и спрогнозированных значений при разбиении универсального множества  $U$  на 5 и 7 интервалов. Сравнения значений приведены в таблице 8.

**Таблица 8 – Сравнение фактических и спрогнозированных значений.**

| <b>Месяц</b> | <b>Фактор,<br/>млн. руб.</b> | <b>Прогноз №1, млн.<br/>руб.</b> | <b>Прогноз №2, млн.<br/>руб.</b> |
|--------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 01.11.2018   | 6181                         | 5233                             | 5603                             |
| 01.12.2018   | 5691                         | 5299                             | 6055                             |
| 01.01.2019   | 6678                         | 5942                             | 6409                             |

Проведем расчет значений средних относительных прогнозов для прогноза №1 и прогноза №2:

- Прогноз №1 – AFER = 11,08%.
- Прогноз №2 – AFER = 6,59%.

Подводя итог и сравнивая рассчитанные прогнозы, можно сделать вывод, что наиболее точный прогноз дает модель, в которой было определено 7 нечетких множеств (прогноз №2). В этой модели, соответственно, также меньше средняя относительная ошибка прогноза практически в два раза.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации была проанализирована зависимость объема выданных ипотечных кредитов от следующих факторов:

- Средняя заработная плата, руб.
- Количество выданных ипотечных кредитов, единиц.
- Средневзвешенная процентная ставка по ипотечному кредиту, %.
- Средневзвешенный срок кредитования, месяцев.

Была достигнута основная цель исследования – построение моделей, позволяющих оценить зависимость объема выданных ипотечных кредитов от факторов, представленных выше, а также прогнозирование данных значений. Были построены различные эконометрические модели и проведен анализ данных моделей. Также была описана модель прогнозирования данных, которая может быть применима к любым временным рядам, не только к объему выданных ипотечных кредитов.

Для достижения цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

1. Изучение экономико-математических методов и моделей для анализа урожайности виноградника;
2. Анализ зависимости объема выданных ипотечных кредитов от ряда факторов различными методами;
3. Анализ полученных зависимостей и выбор модели, наиболее корректно отражающей текущую ситуацию;

Для решения поставленных задач были построены следующие модели:

- линейная модель множественной регрессии;
- нелинейная модель множественной регрессии;
- однофакторная модель нечетких временных рядов;



Информационной базой для исследования являются данные о параметрах ипотечного кредита Ростовской области, Краснодарского края и Волгоградской области, представленные на официальном сайте Центрального Банка России за период 2014-2018 г.

В целом, на основании исследования данных по ипотечным кредитам, выданным за период 2014-2018 г. в Ростовской области, Краснодарском крае и Волгоградской области, в соответствии с построенными моделями можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее корректно текущую ситуацию описывает линейная модель множественной регрессии (коэффициент детерминации составляет 99,3%).

2. Наиболее влияющими факторами на объем выданных ипотечных кредитов являются:

- Количество выданных ипотечных кредитов, единиц.
- Средневзвешенный срок кредитования, месяцев.

В ходе исследования использовалось следующее программное обеспечение – Microsoft Excel и статистический пакет EViews.

Модели, использованные в работе, могут быть также применены для анализа показателей ипотечного кредитования других регионов Российской Федерации.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: Учебник для вузов / Под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010.
2. Эконометрика: учебник для бакалавриата и магистратуры / И.И. Елисеева [и др.]: под ред. И.И. Елисейевой. – М.: Юрайт-Издат, 2015. – 449 с.
3. S.M. Chen. Forecasting enrollments based on fuzzy time series // Fuzzy Sets Systems, 1996, vol. 81, no. 3, pp. 311-319.
4. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика. 2004. 320 с.: ил.
5. Кириенко, А. А. Ипотека в вопросах и ответах / А. А. Кириенко. – М. : Юстицинформ, 2007. – 199 с.
6. Савруков, А. Н. Тенденции развития ипотечного жилищного кредитования на современном этапе / А. Н. Савруков // Деньги и кредит. - 2012. - № 10. - С. 45 - 50.
7. Ерёмина, С.В. Основы финансовых расчётов / С.В. Ерёмина, А.А. Климов. - М.: Дело РАНХиГС, 2012. - 168 с.
8. Гришкин, С. Г. Некоторые вопросы оценки кредитного портфеля банка / С. Г. Гришкин, Р. А. Мусаева, К. Г. Харисов // Деньги и кредит. - 2008. - № 1. - С. 36-40.
9. Коньшева, Л.К. Основы теории нечетких множеств / Л.К. Коньшева, Д.М. Назаров, / Издательство “Питер”, 2011. - 191с.
10. Поддубная М. Л., Свердлов М.Ю., Эконометрика: Методические указания по решению задач и выполнению контрольной работы. – Барнаул: “Азбука”, 2004.
11. Центральный Банк России: [сайт]. URL: [https://www.cbr.ru/statistics/bank\\_sector/mortgage](https://www.cbr.ru/statistics/bank_sector/mortgage).

12. О мерах по развитию системы ипотечного жилищного кредитования в Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 11.01.2000 N 28 // Собрание законодательства РФ. – 2000. - N 3. - Ст. 278.
13. Кутенков, В. В. Практика применения отдельных положений действующего законодательства об ипотеке (залоге недвижимости) к правоотношениям по кредитованию субъектов малого предпринимательства под залог приобретаемой нежилой недвижимости / В. В. Кутенков // Право и политика. - 2010. - № 8. - С. 1505-1512.
14. Колобов, С. С. Жилищное ипотечное кредитование / С. С. Колобов. – М. : Дашков и К, 2005. – 120 с.
15. Демидова Л.А. Прогнозирование тенденций рынка труда на основе однофакторных нечетких временных рядов// Системы управления и информационные технологии. 2007. № 3.2 (29). - С. 241-246.
16. Мильдзихов, В. Ипотека – продукт для клиентов со стабильной жизненной ситуацией [Текст] / В. Мильдзихов // Твоя ипотека. – 2008. - №7. – С.28.
17. Гришаев С.П. Ипотека на современном этапе. Комментарий законодательства // СПС КонсультантПлюс. 2009.
18. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б., Подлазов А. В. Нелинейная динамика: подходы, результаты, надежды. М.: УРСС, 2006, 280 с.
19. Цисарь И. Ф. Моделирование экономики. Кризисы, налоги, инфляция, банки. М.: Диалог-МИФИ, 2012.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Данные об ипотечных параметрах Ростовской области.

| Месяц      | Объем, млн.<br>руб. | Количество,<br>единиц | Средневзвешенный<br>срок кредитования,<br>мес. | Средневзвешенная<br>ставка по<br>кредитам, % | Средняя<br>зарплата, руб. |
|------------|---------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|
| 01.02.2014 | 1530                | 1 041                 | 186,6  | 12,23  | 20838                     |
| 01.03.2014 | 2390                | 1 544                 | 182,4  | 12,23  | 22264                     |
| 01.04.2014 | 2894                | 1 810                 | 184,1  | 12,65  | 23332                     |
| 01.05.2014 | 3279                | 2 064                 | 162,3  | 12,42  | 23175                     |
| 01.06.2014 | 2911                | 1 855                 | 182,1  | 12,42  | 24739                     |
| 01.07.2014 | 3108                | 1 923                 | 181,8  | 12,46  | 23524                     |
| 01.08.2014 | 3464                | 2 141                 | 179,6  | 12,31  | 22561                     |
| 01.09.2014 | 3442                | 2 075                 | 180,6  | 12,71  | 23323                     |
| 01.10.2014 | 3493                | 2 140                 | 180,5  | 12,39  | 23626                     |
| 01.11.2014 | 3758                | 2 321                 | 188,8  | 12,99  | 23661                     |
| 01.12.2014 | 3368                | 2 099                 | 180,6  | 12,55  | 29661                     |
| 01.01.2015 | 5214                | 3 197                 | 145,   | 13,6   | 22203                     |
| 01.02.2015 | 1604                | 1 062                 | 173,6  | 13,17  | 22512                     |
| 01.03.2015 | 1724                | 1 116                 | 174,   | 13,59  | 23563                     |
| 01.04.2015 | 1503                | 992                   | 192  | 15,42  | 24377                     |
| 01.05.2015 | 1895                | 1 233                 | 182,   | 14,11  | 24396                     |
| 01.06.2015 | 1475                | 944                   | 185,5  | 13,56  | 25736                     |
| 01.07.2015 | 1808                | 1 212                 | 179  | 13,49  | 24917                     |
| 01.08.2015 | 2116                | 1 361                 | 188,4  | 13,68  | 23592                     |
| 01.09.2015 | 2079                | 1 346                 | 188,4  | 12,88  | 24266                     |
| 01.10.2015 | 2284                | 1 460                 | 182,6  | 13,32  | 24434                     |

| Месяц      | Объем, млн.<br>руб. | Количество,<br>единиц | Средневзвешенный<br>срок кредитования,<br>мес. | Средневзвешенная<br>ставка по<br>кредитам, % | Средняя<br>зарплата, руб. |
|------------|---------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|
| 01.11.2015 | 2184                | 1 409                 | 182,1  | 12,46  | 24564                     |
| 01.12.2015 | 2451                | 1 551                 | 185,1  | 13,05  | 30024                     |
| 01.01.2016 | 3429                | 2 231                 | 183,   | 12,64  | 23403                     |
| 01.02.2016 | 1199                | 761                   | 182  | 12,65  | 24162                     |
| 01.03.2016 | 2457                | 1 579                 | 186  | 12,23  | 25161                     |
| 01.04.2016 | 2622                | 1 643                 | 187  | 12,94  | 25856                     |
| 01.05.2016 | 2535                | 1 610                 | 190,5  | 12,67  | 26320                     |
| 01.06.2016 | 2141                | 1 356                 | 194,9  | 13,13  | 26320                     |
| 01.07.2016 | 2623                | 1 630                 | 185,2  | 12,75  | 26619                     |
| 01.08.2016 | 2548                | 1 597                 | 191,5  | 12,58  | 25723                     |
| 01.09.2016 | 2624                | 1 669                 | 184,9  | 12,71  | 26599                     |
| 01.10.2016 | 2758                | 1 789                 | 191,   | 12,54  | 26791                     |
| 01.11.2016 | 2741                | 1 681                 | 192,   | 12,26  | 26776                     |
| 01.12.2016 | 2754                | 1 704                 | 194,   | 12,2   | 33992                     |
| 01.01.2017 | 3796                | 2 291                 | 190,4  | 11,97  | 25432                     |
| 01.02.2017 | 1409                | 903                   | 189,4  | 11,79  | 25708                     |
| 01.03.2017 | 2112                | 1 322                 | 191,5  | 11,93  | 27392                     |
| 01.04.2017 | 3021                | 1 819                 | 194,1  | 11,65  | 28045                     |
| 01.05.2017 | 3286                | 1 975                 | 189,7  | 11,55  | 28247                     |
| 01.06.2017 | 2955                | 1 774                 | 190,8  | 11,25  | 29759                     |
| 01.07.2017 | 3328                | 1 998                 | 192,   | 11,21  | 28058                     |
| 01.08.2017 | 3279                | 1 995                 | 191,3  | 10,79  | 27066                     |
| 01.09.2017 | 3935                | 2 296                 | 192  | 10,77  | 27653                     |
| 01.10.2017 | 4181                | 2 433                 | 191,   | 10,09  | 27978                     |

| Месяц      | Объем, млн. руб. | Количество, единиц | Средневзвешенный срок кредитования, мес. | Средневзвешенная ставка по кредитам, % | Средняя зарплата, руб. |
|------------|------------------|--------------------|--|--|------------------------|
| 01.11.2017 | 4553             | 2 712              | 190                                      | 9,82                                   | 27910                  |
| 01.12.2017 | 4747             | 2 834              | 191,6                                    | 9,53                                   | 35308                  |
| 01.01.2018 | 5448             | 3 175              | 190,3                                    | 9,96                                   | 27594                  |
| 01.02.2018 | 3023             | 1 647              | 198,7                                    | 9,99                                   | 28204                  |
| 01.03.2018 | 3790             | 2 223              | 192,4                                    | 9,8                                    | 29435                  |
| 01.04.2018 | 4962             | 2 823              | 196,5                                    | 9,66                                   | 30238                  |
| 01.05.2018 | 5345             | 2 924              | 197,6                                    | 9,57                                   | 30125                  |
| 01.06.2018 | 4766             | 2 644              | 196,5                                    | 9,56                                   | 32084                  |
| 01.07.2018 | 5396             | 2 999              | 197,3                                    | 9,52                                   | 30606                  |
| 01.08.2018 | 5203             | 2 905              | 200,8                                    | 9,43                                   | 29480                  |
| 01.09.2018 | 6038             | 3 335              | 198,6                                    | 9,43                                   | 30224                  |
| 01.10.2018 | 5706             | 3 133              | 200,6                                    | 9,42                                   | 30634                  |
| 01.11.2018 | 6181             | 3 424              | 198,3                                    | 9,39                                   | 30647                  |
| 01.12.2018 | 5691             | 3 135              | 198,4                                    | 9,53                                   | 38033                  |
| 01.01.2019 | 6678             | 3 558              | 202,9                                    | 9,65                                   | 29599                  |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Данные об ипотечных параметрах Краснодарского края.

| Месяц      | Объем, млн. руб. | Количество, единиц | Средневзвешенный срок кредитования, мес. | Средневзвешенная ставка по кредитам, % | Средняя зарплата, руб. |
|------------|------------------|--------------------|--|--|------------------------|
| 01.02.2014 | 2105             | 1371               | 187,9                                    | 12,86                                  | 23503                  |
| 01.03.2014 | 2980             | 1971               | 187                                      | 12,42                                  | 25386                  |
| 01.04.2014 | 3671             | 2298               | 167,1                                    | 12,58                                  | 27323                  |

| Месяц      | Объем, млн.<br>руб. | Количество,<br>единиц | Средневзвешенный<br>срок кредитования,<br>мес. | Средневзвешенная<br>ставка по<br>кредитам, % | Средняя<br>зарплата, руб. |
|------------|---------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|
| 01.05.2014 | 4234                | 2694                  | 189,6  | 12,4   | 25449                     |
| 01.06.2014 | 3852                | 2376                  | 186,3  | 12,65  | 26906                     |
| 01.07.2014 | 4327                | 2535                  | 187,2  | 12,5   | 25670                     |
| 01.08.2014 | 4726                | 2887                  | 198,4  | 12,3   | 25342                     |
| 01.09.2014 | 4328                | 2664                  | 175  | 12,91  | 25512                     |
| 01.10.2014 | 4481                | 2750                  | 187  | 12,6   | 25097                     |
| 01.11.2014 | 4853                | 2972                  | 189  | 13,07  | 25139                     |
| 01.12.2014 | 4288                | 2714                  | 188,3  | 12,77  | 32102                     |
| 01.01.2015 | 6387                | 3979                  | 164,5  | 13,97  | 24371                     |
| 01.02.2015 | 1952                | 1288                  | 183,5  | 13,2   | 23753                     |
| 01.03.2015 | 2109                | 1349                  | 185,2  | 13,68  | 26239                     |
| 01.04.2015 | 1768                | 1174                  | 184,8  | 16,66  | 26440                     |
| 01.05.2015 | 2270                | 1534                  | 183,2  | 14,28  | 26964                     |
| 01.06.2015 | 1876                | 869                   | 179,4  | 12,04  | 27290                     |
| 01.07.2015 | 2114                | 1446                  | 177,5  | 12,93  | 26865                     |
| 01.08.2015 | 2317                | 1579                  | 181,5  | 13,03  | 26596                     |
| 01.09.2015 | 2394                | 1597                  | 188,3  | 13,29  | 26529                     |
| 01.10.2015 | 2700                | 1774                  | 185,6  | 12,64  | 26573                     |
| 01.11.2015 | 2847                | 1796                  | 186,2  | 12,71  | 25984                     |
| 01.12.2015 | 2970                | 1928                  | 188,3  | 12,4   | 32872                     |
| 01.01.2016 | 3198                | 2448                  | 191,6  | 12,14  | 25233                     |
| 01.02.2016 | 1615                | 1116                  | 187,8  | 12,46  | 25833                     |
| 01.03.2016 | 3157                | 1993                  | 188,9  | 12,15  | 26906                     |
| 01.04.2016 | 3062                | 1931                  | 188,1  | 12,59  | 27660                     |

| Месяц      | Объем, млн.<br>руб. | Количество,<br>единиц | Средневзвешенный<br>срок кредитования,<br>мес. | Средневзвешенная<br>ставка по<br>кредитам, % | Средняя<br>зарплата, руб. |
|------------|---------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|
| 01.05.2016 | 3112                | 2000                  | 193,9  | 12,81  | 29098                     |
| 01.06.2016 | 2654                | 1688                  | 197,6  | 13,22  | 29098                     |
| 01.07.2016 | 2783                | 1796                  | 192,6  | 13,14  | 28362                     |
| 01.08.2016 | 2621                | 1661                  | 191,5  | 12,77  | 28893                     |
| 01.09.2016 | 3084                | 1952                  | 194,4  | 12,72  | 29004                     |
| 01.10.2016 | 3312                | 2120                  | 190,6  | 12,68  | 28768                     |
| 01.11.2016 | 3395                | 2108                  | 191  | 12,36  | 28429                     |
| 01.12.2016 | 3456                | 2167                  | 192,4  | 12,13  | 35914                     |
| 01.01.2017 | 4455                | 2651                  | 193,4  | 11,76  | 27211                     |
| 01.02.2017 | 1875                | 1147                  | 198  | 11,98  | 27273                     |
| 01.03.2017 | 2733                | 1692                  | 192,7  | 12,18  | 29389                     |
| 01.04.2017 | 3687                | 2279                  | 190,6  | 11,7   | 29526                     |
| 01.05.2017 | 3742                | 2346                  | 190,9  | 11,55  | 31297                     |
| 01.06.2017 | 3948                | 2339                  | 194,9  | 11,35  | 31628                     |
| 01.07.2017 | 4046                | 2440                  | 197,3  | 10,97  | 30413                     |
| 01.08.2017 | 4011                | 2442                  | 197,6  | 11,03  | 30310                     |
| 01.09.2017 | 4809                | 2843                  | 199,8  | 10,77  | 30592                     |
| 01.10.2017 | 4835                | 2881                  | 198,7  | 9,92   | 30377                     |
| 01.11.2017 | 5489                | 3227                  | 198,6  | 10,02  | 30283                     |
| 01.12.2017 | 5908                | 3412                  | 200,1  | 10,03  | 38173                     |
| 01.01.2018 | 7269                | 4201                  | 197,1  | 10,13  | 30617                     |
| 01.02.2018 | 3509                | 2089                  | 203,2  | 9,9  | 30983                     |
| 01.03.2018 | 4975                | 2980                  | 200,4  | 9,86   | 32501                     |
| 01.04.2018 | 6443                | 3658                  | 203,3  | 9,8  | 32857                     |



| Месяц      | Объем, млн. руб. | Количество, единиц | Средневзвешенный срок кредитования, мес. | Средневзвешенная ставка по кредитам, % | Средняя зарплата, руб. |
|------------|------------------|--------------------|--|--|------------------------|
| 01.05.2018 | 6279             | 3496               | 206,7                                    | 9,69                                   | 34476                  |
| 01.06.2018 | 6096             | 3445               | 204,8                                    | 9,66                                   | 34643                  |
| 01.07.2018 | 6437             | 3566               | 208                                      | 9,55                                   | 33091                  |
| 01.08.2018 | 6345             | 3584               | 207                                      | 9,48                                   | 33238                  |
| 01.09.2018 | 6942             | 3899               | 209,6                                    | 9,47                                   | 33537                  |
| 01.10.2018 | 7141             | 3884               | 208,7                                    | 9,46                                   | 33310                  |
| 01.11.2018 | 7838             | 4218               | 207,5                                    | 9,47                                   | 33258                  |
| 01.12.2018 | 7871             | 4223               | 209,4                                    | 9,62                                   | 40807                  |
| 01.01.2019 | 8619             | 4627               | 210,9                                    | 9,72                                   | 32756                  |

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Данные об ипотечных параметрах Волгоградской области.

| Месяц      | Объем, млн. руб. | Количество, единиц | Средневзвешенный срок кредитования, мес. | Средневзвешенная ставка по кредитам, % | Средняя зарплата, руб. |
|------------|------------------|--------------------|--|--|------------------------|
| 01.02.2014 | 940              | 703                | 176,6                                    | 12,34                                  | 21536                  |
| 01.03.2014 | 1341             | 925                | 192,8                                    | 12,15                                  | 22509                  |
| 01.04.2014 | 1546             | 1155               | 183,7                                    | 12,06                                  | 23901                  |
| 01.05.2014 | 2006             | 1423               | 161,1                                    | 12,25                                  | 22764                  |
| 01.06.2014 | 1563             | 1152               | 183,5                                    | 12,17                                  | 25021                  |
| 01.07.2014 | 1936             | 1296               | 183,6                                    | 12,12                                  | 23817                  |
| 01.08.2014 | 1997             | 1379               | 185                                      | 12,19                                  | 22985                  |
| 01.09.2014 | 2002             | 1356               | 180,8                                    | 12,34                                  | 24028                  |
| 01.10.2014 | 1922             | 1377               | 183,1                                    | 12,5                                   | 23745                  |

| Месяц      | Объем, млн.<br>руб. | Количество,<br>единиц | Средневзвешенный<br>срок кредитования,<br>мес. | Средневзвешенная<br>ставка по<br>кредитам, % | Средняя<br>зарплата, руб. |
|------------|---------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|
| 01.11.2014 | 2155                | 1532                  | 184,3  | 12,81  | 24104                     |
| 01.12.2014 | 1929                | 1363                  | 181,8  | 12,79  | 31059                     |
| 01.01.2015 | 2997                | 2229                  | 179,4  | 13,21  | 22108                     |
| 01.02.2015 | 832                 | 618                   | 178,8  | 14,42  | 22179                     |
| 01.03.2015 | 1014                | 773                   | 174,3  | 14,77  | 23064                     |
| 01.04.2015 | 770                 | 584                   | 177,9  | 14,72  | 23814                     |
| 01.05.2015 | 1064                | 830                   | 170,8  | 13,92  | 23670                     |
| 01.06.2015 | 987                 | 720                   | 177,3  | 13,24  | 25470                     |
| 01.07.2015 | 1077                | 769                   | 177,4  | 13,81  | 23825                     |
| 01.08.2015 | 1282                | 929                   | 173,6  | 12,62  | 23209                     |
| 01.09.2015 | 1139                | 868                   | 180,3  | 13,31  | 23581                     |
| 01.10.2015 | 1456                | 1050                  | 176,8  | 12,85  | 23554                     |
| 01.11.2015 | 1394                | 1035                  | 174,4  | 13,27  | 24491                     |
| 01.12.2015 | 1441                | 1042                  | 178,4  | 12,26  | 30488                     |
| 01.01.2016 | 2258                | 1624                  | 180,3  | 13,24  | 23229                     |
| 01.02.2016 | 731                 | 528                   | 183,3  | 12,56  | 24077                     |
| 01.03.2016 | 1566                | 1097                  | 186,3  | 12,25  | 24614                     |
| 01.04.2016 | 1586                | 1160                  | 176,4  | 12,85  | 24978                     |
| 01.05.2016 | 1378                | 1043                  | 183,7  | 12,86  | 26217                     |
| 01.06.2016 | 1192                | 886                   | 186,4  | 13,25  | 26217                     |
| 01.07.2016 | 1322                | 968                   | 179,5  | 12,77  | 24981                     |
| 01.08.2016 | 1324                | 974                   | 183,8  | 12,86  | 25070                     |
| 01.09.2016 | 1625                | 1166                  | 183,1  | 12,67  | 25179                     |
| 01.10.2016 | 1526                | 1161                  | 180,6  | 12,48  | 25004                     |

| Месяц      | Объем, млн.<br>руб. | Количество,<br>единиц | Средневзвешенный<br>срок кредитования,<br>мес. | Средневзвешенная<br>ставка по<br>кредитам, % | Средняя<br>зарплата, руб. |
|------------|---------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|
| 01.11.2016 | 1662                | 1198                  | 181,9  | 12,6   | 26085                     |
| 01.12.2016 | 1752                | 1238                  | 186,8  | 11,85  | 32580                     |
| 01.01.2017 | 2329                | 1659                  | 184,6  | 11,86  | 25555                     |
| 01.02.2017 | 911                 | 639                   | 186,7  | 11,99  | 25539                     |
| 01.03.2017 | 1282                | 860                   | 186,6  | 12,07  | 26550                     |
| 01.04.2017 | 1834                | 1236                  | 187,8  | 11,73  | 27104                     |
| 01.05.2017 | 1851                | 1274                  | 190,1  | 11,38  | 28162                     |
| 01.06.2017 | 1700                | 1119                  | 182,8  | 11,6   | 29367                     |
| 01.07.2017 | 1927                | 1275                  | 190,7  | 11,1   | 27042                     |
| 01.08.2017 | 1936                | 1271                  | 188,1  | 10,7   | 27202                     |
| 01.09.2017 | 2210                | 1481                  | 188,5  | 10,76  | 27391                     |
| 01.10.2017 | 2177                | 1467                  | 181,5  | 10,16  | 27302                     |
| 01.11.2017 | 2758                | 1814                  | 190,3  | 9,49   | 28222                     |
| 01.12.2017 | 2967                | 1908                  | 194,5  | 10,16  | 35311                     |
| 01.01.2018 | 3555                | 2303                  | 186,7  | 9,6  | 28748                     |
| 01.02.2018 | 1809                | 1163                  | 184,6  | 9,71   | 28483                     |
| 01.03.2018 | 2427                | 1533                  | 191  | 9,77   | 29126                     |
| 01.04.2018 | 2990                | 1859                  | 196,5  | 9,67   | 30383                     |
| 01.05.2018 | 2979                | 1876                  | 195,8  | 9,61   | 30626                     |
| 01.06.2018 | 2897                | 1770                  | 199,8  | 9,54   | 31607                     |
| 01.07.2018 | 2908                | 1772                  | 193,4  | 9,52   | 29760                     |
| 01.08.2018 | 2778                | 1733                  | 195,4  | 9,36   | 29490                     |
| 01.09.2018 | 2758                | 1640                  | 196  | 9,38   | 29075                     |
| 01.10.2018 | 2883                | 1666                  | 203,3  | 9,41   | 29391                     |

| <b>Месяц</b> | <b>Объем, млн.<br/>руб.</b> | <b>Количество,<br/>единиц</b> | <b>Средневзвешенный<br/>срок кредитования,<br/>мес.</b> | <b>Средневзвешенная<br/>ставка по<br/>кредитам, %</b> | <b>Средняя<br/>зарплата, руб.</b> |
|--------------|-----------------------------|-------------------------------|---|---|-----------------------------------|
| 01.11.2018   | 3599                        | 2080                          | 202   | 9,48  | 30097                             |
| 01.12.2018   | 3581                        | 2060                          | 199,5   | 9,49  | 37777                             |
| 01.01.2019   | 4037                        | 2316                          | 205,9   | 9,65  | 29684                             |