

доступна: <https://www.shopolog.ru/metodichka/analytics/cifrovaya-ekonomika-rossii-2017-analitika-cifry-fakty/>.

18. Цифровая экономика России факты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровая\\_экономика\\_России](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровая_экономика_России).

19. Шариков А.В. О четырехкомпонентной модели цифровой грамотности // Журнал исследований социальной политики. – 2016. – № 1. – С. 87–98.

20. Gilster P. Digital Literacy. N.Y.: Wiley, 1997 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/9765/Digital\\_Literacy\\_in\\_Primary\\_Schools\\_Research\\_Report.pdf](https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/9765/Digital_Literacy_in_Primary_Schools_Research_Report.pdf).

УДК 330.43:332.85

Филонова Е.С., Жукова А.А.

**ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЫНКА ЖИЛЬЯ  
В МУНИЦИПАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ «ГОРОД ОРЕЛЬ»**

Filonova E.S., Zhukova A.A.

**ECONOMETRIC ANALYSIS AND FORECASTING OF THE DWELLING MARKET IN  
MUNICIPALITY «OREL CITY»**

**Филонова Елена Сергеевна**, кандидат физико-математических наук, доцент, ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Орловский филиал; РФ, 302001, г. Орел, ул. Гостиная, д. 2; e-mail: [esfilonova@fa.ru](mailto:esfilonova@fa.ru)

**Filonova Elena Sergeevna**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associated Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation, Oryol Branch; Russian Federation, 302001, Orel, 2 Gostinaya Street; e-mail: [esfilonova@fa.ru](mailto:esfilonova@fa.ru)

**Жукова Анна Алексеевна**, ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Орловский филиал; РФ, 302001, г. Орел, ул. Гостиная, д. 2; e-mail: [aazhukova@fa.ru](mailto:aazhukova@fa.ru)

**Zhukova Anna Alekseevna**, Financial University under the Government of the Russian Federation, Oryol Branch; Russian Federation, 302001, Orel, 2 Gostinaya Street; e-mail: [aazhukova@fa.ru](mailto:aazhukova@fa.ru)

**Аннотация:** В настоящее время рынок жилья в Орловском регионе, как и в целом в России, испытывает серьезные затруднения. Квартиры продаются тяжело, цены на жилье сравнительно низкие в связи с отсутствием у среднестатистического жителя России необходимых наличных денежных средств на его приобретение. В то же время продавцы жилья не всегда ведут себя адекватно сложившимся на рынке условиям: одни предлагают необоснованно завышенные цены, другие – их слишком занижают.

В условиях современной российской экономики применение эконометрических методов становится все более популярным способом проведения исследований в различных сферах.

Нашей задачей в данном исследовании будет построение модели, которая станет универсальным инструментом для определения адекватной стоимости 1 кв. метра жилья в г. Орле, а также точечной и интервальной оценки стоимости жилья с различными исходными параметрами.

Для решения этой задачи осуществлялся подбор факторов, наиболее информативных для результативного признака «Цена жилья» и обоснованных с точки зрения эконометрики; построена регрессионная модель зависимости стоимости жилья от выбранных

**Abstract:** Dwelling market in Orel region, as well as in Russia, has serious problems. The apartments are being sold badly, the dwelling prices are rather because the average citizens lack the necessary cash. At the same time sellers of dwelling do not always behave adequately to the conditions developed in the market: some of them suggest unreasonably overestimated prices, the others underestimate them too much.

Under conditions of modern Russian economy the use of econometric methods becomes more and more popular way of the researches in various spheres.

Construction of the model which will become the universal tool for definition of adequate cost of 1 m.<sup>2</sup> in Orel, and dot and interval estimation of cost of dwelling with different initial parametres will be our problem in the research.

To solve this problem the most informative factors for productive characteristic “dwelling price” and the most proved from the point of view of econometrics was chosen. The regression model of the dependence of dwelling cost on the chosen factors corresponding to all necessary qualitative characteristic was made.

факторов, отвечающая всем необходимым качественным характеристикам. *The out research and its results are of great practical interest*

Проведенное исследование и его результаты представляют в большей степени практический интерес

**Ключевые слова:** рынок жилья, эконометрическая модель, оценка стоимости жилья, точечный и интервальный прогноз, качественные характеристики модели  
**Keywords:** dwelling market, econometric model, dwelling cost estimation, the dot and interval forecast, qualitative characteristics of the model

В условиях современной российской экономики применение эконометрических методов становится все более актуальным способом проведения экономических исследований, анализа взаимосвязей экономических показателей, явлений и процессов.

В данной работе, представляющей в большей степени практический интерес, нашей целью будет построение надежных эконометрических прогнозов в отношении рынка жилья в муниципальном образовании «Город Орел».

Для достижения поставленной цели будут решаться следующие задачи:

- 1) подбор факторов, наиболее информативных для результативного признака «Цена жилья» и обоснованных с точки зрения эконометрики;
- 2) построение регрессионной модели зависимости стоимости жилья от выбранных факторов, отвечающей всем необходимым качественным характеристикам;
- 3) получение надежных прогнозных оценок стоимости жилья.

Для эконометрического анализа будем использовать статистические данные по рынку первичного жилья в г. Орле (таблица 1).

Таблица 1 – Статистические данные по рынку первичного жилья в г. Орле\*

№ п.п.	Улица	Цена, Y	Площадь, X1	Цена за кв. м, X2	Кол-во комнат, X3	Этаж, X4
1	Черкасская	1065	29	37	1	9
2	Раздольная	1300	33	39,394	1	15
3	Адрианова	2219,7	63	35,000	2	13
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
73	Черкасская	2975	85	35	3	5
74	Черкасская	3145,000	85	37,000	3	5

Все представленные ниже результаты получены с использованием программных продуктов MS Excel, Gretl, RStudio.

Процесс достижения цели данного практического исследования условно разобьем на три этапа, содержание каждого из которых определяется сформулированными выше задачами.

В работе [1] рассмотрено современное состояние рынка недвижимости в России, а также факторы, которые оказывают на него наибольшее влияние. Авторы, в частности, отмечают, что «состояние рынка недвижимости в текущий момент знаменуется падением объема продаж на первичном рынке и спадом цен на жилые объекты старого фонда, снижением общего количества сделок и выданных банками ипотечных займов». В качестве причин, которые сформировали такие тенденции, выделены, например:

- повышение себестоимости возводимых новостроек;
- снижение платежеспособности потенциальных покупателей и отсутствие стабильного роста их доходов, трудности в оплате задолженности по ипотечным кредитам и другие [1].

В настоящее время рынок жилья в Орловском регионе, как и в целом в России, испытывает серьезные затруднения. Квартиры продаются тяжело, цены на жилье сравнительно низкие в связи с отсутствием у среднестатистического жителя России необходимых наличных денежных средств на его приобретение. В то же время продавцы жилья не всегда ведут себя адекватно сложившимся на рынке условиям: одни предлагают необоснованно завышенные цены, другие – их слишком занижают.

Нашей задачей в данном исследовании будет построение модели, которая станет универсальным

\* Источник данных – URL: <http://www.mirkvartir.ru> (дата обращения: 10.08.2017 г.).

инструментом для определения адекватной стоимости 1 кв. метра жилья в г. Орле, а также точечной и интервальной оценки стоимости жилья с различными исходными параметрами.

Начнем работу с определения набора факторов, наиболее подходящих для исследования поведения цены. Для выбора факторов воспользуемся корреляционной матрицей (таблица 2) и показателями вздутия дисперсии (таблица 3).

Таблица 2 – Корреляционная матрица

Переменные	Y	X1	X2	X3	X4
Y	1.00	0.93	0.38	0.84	0.15
X1	<b>0.93</b>	1.00	0.04	0.95	0.13
X2	0.38	0.04	1.00	-0.06	0.14
X3	<b>0.84</b>	<b>0.95</b>	-0.06	1.00	0.17
X4	0.15	0.13	0.14	0.17	1.00

Таблица 3 – Показатели вздутия дисперсии

Переменные	X1	X2	X3	X4
Показатели вздутия дисперсии	11.99	1.18	12.24	1.09

Анализ полученных результатов показывает, что с ценой жилья тесно связаны два фактора: общая площадь и количество комнат - причем эти два фактора являются коллинеарными.

Попробуем, игнорируя коллинеарность факторов, построить с ними двухфакторную регрессионную модель. На рисунке 1 приведены результаты ее оценки в RStudio.

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-383.909	118.809	-3.231	0.001869 **
X1	59.177	5.296	11.175	< 2e-16 ***
X3	-510.364	127.618	-3.999	0.000154 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 279.2 on 71 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0.8909, Adjusted R-squared: 0.8878  
 F-statistic: 289.8 on 2 and 71 DF, p-value: < 2.2e-16

Рисунок 1 – Результаты оценки в R двухфакторной регрессионной модели

С учетом оценок коэффициентов модель регрессии примет вид

$$Y = -383.909 + 59.177 \cdot X_1 - 510.364 \cdot X_3 + e_i. \quad (1)$$

Видим, что модель (1) статистически значима вместе со своими коэффициентами, имеет высокий коэффициент детерминации. Однако интерпретация коэффициента перед переменной «Количество комнат, X3» невозможна в силу некорректности его знака (связь цены жилья с количеством комнат должна быть прямой). Это и есть одно из негативных проявлений коллинеарности факторов.

Таким образом, дальнейшая наша работа может быть только с однофакторной моделью, где независимым фактором будет «Площадь, X1». На рисунке 2 приведены результаты ее оценки в R.

Таким образом, однофакторная модель регрессии имеет вид

$$Y = -125,898 + 39,046 \cdot X_1 + e_i. \quad (2)$$

Сразу обратим внимание на статистическую незначимость оценки свободного члена, что вызывает сомнения по поводу спецификации модели. Очевидно, линейная модель не совсем нам подходит. Но работу с линейной моделью мы все же продолжим и осуществим проверку ее остаточной компоненты на гетероскедастичность с помощью теста Бреуша-Пэгана.

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-125.898	109.663	-1.148	0.255
X1	39.046	1.808	21.597	<2e-16 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 306.9 on 72 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0.8663, Adjusted R-squared: 0.8644  
 F-statistic: 466.4 on 1 and 72 DF, p-value: < 2.2e-16

Рисунок 2 – Результаты оценки в R однофакторной регрессионной модели

Результаты теста представлены на рисунке 3.

Тест Бреуша-Пэгона (Breusch-Pagan) на гетероскедастичность -  
 Нулевая гипотеза: гетероскедастичность отсутствует  
 Тестовая статистика: LM = 21.9598  
 p-значение = P(Chi-квадрат(1) > 21.9598) = 2.78417e-006.

Рисунок 3 – Результаты проверки однофакторной модели на гетероскедастичность

Видим, что *p*-значение меньше критического значения, равного 0.05, следовательно, необходимо принять альтернативную гипотезу о наличии гетероскедастичности. Это плохой результат, свидетельствующий не в пользу нашей модели, т.к. гетероскедастичность приводит к неэффективности оценок коэффициентов регрессии, т.е. дисперсии (стандартные ошибки) оценок коэффициентов регрессии оцениваются неправильно (стандартные ошибки коэффициентов несостоятельны). Это, в свою очередь, приводит к тому, что сами оценки коэффициентов модели можно использовать, а доверительные интервалы для них строить нельзя, т.е. нельзя определить, каков диапазон разброса для истинных значений коэффициентов. Также нельзя построить доверительный интервал для прогноза. Для проверки гипотез нельзя применять *t*-статистики, *F*-статистики, Хи-квадрат распределение.

Иными словами, необходима модель с корректировкой гетероскедастичности. Результаты построения такой модели в программе Gretl продемонстрированы на рисунке 4.

Модель 2: С поправкой на гетероскедастичность, использованы наблюдения 1-74  
 Зависимая переменная: Y

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение
const	104.319	99.7300	1.046	0.2991
X1	34.4463	2.19555	15.69	6.24e-025 ***

Статистика, полученная по взвешенным данным:

Сумма кв. остатков 312.8114 Ст. ошибка модели 2.084371  
 R-квадрат 0.773692 Испр. R-квадрат 0.770548  
 F(1, 72) 246.1499 P-значение (F) 6.24e-25  
 Лог. правдоподобие -158.3383 Крит. Акаике 320.6765  
 Крит. Шварца 325.2847 Крит. Хеннана-Куинна 322.5148

Статистика, полученная по исходным данным:

Среднее зав. перемен 2113.589 Ст. откл. зав. перемен 833.5206  
 Сумма кв. остатков 7475498 Ст. ошибка модели 322.2210

Рисунок 4 – Результаты построения модели с корректировкой гетероскедастичности в Gretl

Модель регрессии с поправкой на гетероскедастичность принимает вид

$$Y = -104,319 + 34,446 \cdot X_1 + e_i. \quad (3)$$

В данной модели (3) по-прежнему статистически не значима оценка свободного члена. Коэффициент перед фактором «Общая площадь,  $X_1$ » является оценкой стоимости 1 кв. м жилья, которая, согласно полученной модели, в г. Орле составляет около 34,5 тыс. рублей.

В исходную таблицу данных добавим прогнозное значение общей площади, например, равное 100 кв. м. Результаты точечного и интервального прогноза стоимости жилья по модели (3) приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты точечного и интервального прогноза стоимости жилья по модели с корректировкой гетероскедастичности

Улица	Площадь	Цена	Прогноз цены	Нижняя граница	Верхняя граница	Цены занижены	Цены завышены
1	2	3	4	5	6	7	8
Адрианова	63	2219.7	2274.437	2177.69	2371.185	42.01	151.485
Адрианова	44	1530	1619.957	1570.478	1669.437	-40.478	139.437
Адрианова	45	1646.5	1654.404	1604.733	1704.074	41.767	57.574
Адрианова	45	1650	1654.404	1604.733	1704.074	45.267	54.074
Бурова	71	2050	2550.008	2421.914	2678.101	-371.914	628.101
Веселая	72	2811.67	2584.454	2452.312	2716.596	359.358	-95.074
Веселая	80.14	3205.6	2864.847	2699.133	3030.561	506.467	-175.039
Гагарина	87	3165.88	3101.149	2906.573	3295.724	259.307	129.844
Грузовая	63	2480	2274.437	2177.69	2371.185	302.31	-108.815
Емлютина	39	1386	1447.726	1393.615	1501.837	-7.615	115.837
Емлютина	43	1614.07	1585.511	1535.837	1635.185	78.233	21.115
Емлютина	44	1674.24	1619.957	1570.478	1669.437	103.762	-4.803
Емлютина	61	2103.68	2205.545	2116.207	2294.882	-12.527	191.202
Емлютина	62	2266.65	2239.991	2146.977	2333.004	119.673	66.354
Емлютина	62	2309	2239.991	2146.977	2333.004	162.023	24.004
Емлютина	80	2641.87	2860.024	2694.895	3025.154	-53.025	383.284
Зеленина	39	1370	1447.726	1393.615	1501.837	-23.615	131.837
Зеленина	40	1350	1482.172	1429.68	1534.664	-79.68	184.664
Зеленина	40	1387	1482.172	1429.68	1534.664	-42.68	147.664
Зеленина	41	1630	1516.618	1465.421	1567.815	164.579	-62.185
Зеленина	80	2480	2860.024	2694.895	3025.154	-214.895	545.154
Зеленина	80	2500	2860.024	2694.895	3025.154	-194.895	525.154
Зеленина	81	2579.2	2894.471	2725.16	3063.781	-145.96	484.581
Зеленина	81	2630	2894.471	2725.16	3063.781	-95.16	433.781
Комсомольская	50	2190	1826.635	1770.628	1882.642	419.372	-307.358
Комсомольская	92.61	4148.928	3294.392	3075.981	3512.804	1072.947	-636.124
Комсомольская	98.65	4419.52	3502.448	3258.215	3746.681	1161.305	-672.839
Космонавтов	38	1260	1413.279	1357.254	1469.305	-97.254	209.305
Лазурная	35	990	1309.94	1246.683	1373.197	-256.683	383.197
Лазурная	36	1190	1344.387	1283.76	1405.014	-93.76	215.014
Лазурная	56	1560	2033.313	1961.171	2105.455	-401.171	545.455
Лазурная	79	2190	2825.578	2664.619	2986.537	-474.619	796.537
Лазурная	93	4100	3307.827	3087.752	3527.901	1012.248	-572.099
Луговая	68	1806	2446.669	2330.575	2562.762	-524.575	756.762
Максима Горького	43	2500	1585.511	1535.837	1635.185	964.163	-864.815
Михалицина	45	1737	1654.404	1604.733	1704.074	132.267	-32.926
Михалицына	39	1350	1447.726	1393.615	1501.837	-43.615	151.837
Михалицына	43	1410	1585.511	1535.837	1635.185	-125.837	225.185
Михалицына	58	1950	2102.206	2023.464	2180.947	-73.464	230.947
Московская	47	1990	1723.296	1672.11	1774.483	317.89	-215.517
Московская	47	1950	1723.296	1672.11	1774.483	277.89	-175.517

Улица	Площадь	Цена	Прогноз цены	Нижняя граница	Верхняя граница	Цены занижены	Цены завышены
Московская	104	4432	3686.736	3419.531	3953.941	1012.469	-478.059
Орловских Партизан	43	1580	1585.511	1535.837	1635.185	44.163	55.185
Орловских Партизан	65	2335	2343.33	2238.964	2447.695	96.036	112.695
Поликарпова	43	1700	1585.511	1535.837	1635.185	164.163	-64.815
Поликарпова	71	2685	2550.008	2421.914	2678.101	263.086	-6.899
Раздольная	33	1300	1241.048	1171.997	1310.099	128.003	10.099
Раздольная	39	1500	1447.726	1393.615	1501.837	106.385	1.837
Революции	72	3034	2584.454	2452.312	2716.596	581.688	-317.404
Родзевича- Белевича	37	1421.2	1378.833	1320.626	1437.04	100.574	15.84
Родзевича- Белевича	40	1414	1482.172	1429.68	1534.664	-15.68	120.664
Родзевича- Белевича	41	1400	1516.618	1465.421	1567.815	-65.421	167.815
Родзевича- Белевича	56	1780	2033.313	1961.171	2105.455	-181.171	325.455
Родзевича- Белевича	72	2350	2584.454	2452.312	2716.596	-102.312	366.596
Розы Люксембург	33	1470	1241.048	1171.997	1310.099	298.003	-159.901
Розы Люксембург	91	3534.454	3238.934	3027.38	3450.488	507.074	-83.966
Розы Люксембург	91	3550	3238.934	3027.38	3450.488	522.62	-99.512
Старо- Московская	95.88	4199.544	3407.032	3174.658	3639.406	1024.886	-560.138
Черкасская	29	1065	1103.263	1021.037	1185.488	43.963	120.488
Черкасская	35	1280	1309.94	1246.683	1373.197	33.317	93.197
Черкасская	39	1480	1447.726	1393.615	1501.837	86.385	21.837
Черкасская	39	1480	1447.726	1393.615	1501.837	86.385	21.837
Черкасская	39	1450	1447.726	1393.615	1501.837	56.385	51.837
Черкасская	39	1370	1447.726	1393.615	1501.837	-23.615	131.837
Черкасская	40	1468.9	1482.172	1429.68	1534.664	39.22	65.764
Черкасская	40	1630	1482.172	1429.68	1534.664	200.32	-95.336
Черкасская	50	1750	1826.635	1770.628	1882.642	-20.628	132.642
Черкасская	50	1750	1826.635	1770.628	1882.642	-20.628	132.642
Черкасская	50	1955	1826.635	1770.628	1882.642	184.372	-72.358
Черкасская	62	2180	2239.991	2146.977	2333.004	33.023	153.004
Черкасская	62	2159.5	2239.991	2146.977	2333.004	12.523	173.504
Черкасская	62	2159.5	2239.991	2146.977	2333.004	12.523	173.504
Черкасская	85	2975	3032.256	2846.133	3218.379	128.867	243.379
Черкасская	85	3145	3032.256	2846.133	3218.379	298.867	73.379
<b>Прогноз</b>	<b>100</b>		<b>3548.951</b>	<b>3298.929</b>	<b>3798.973</b>		

Видим, что, согласно модели (3), квартира общей площадью 100 кв. м в г. Орле стоит в среднем 3,5 млн руб. и может находиться в интервале от 3,3 до 3,8 млн руб.

Результаты моделирования и прогнозирования представим на графике (рисунок 5).

В таблице 4 отрицательные значения в предпоследнем столбце соответствуют квартирам, цены на которые занижены, а отрицательные значения в последнем столбце соответствуют квартирам, цены на которые завышены. Из таблицы 4 и рисунка 1 видно, что большое количество фактических цен на жилье в г. Орле либо занижено, либо завышено по сравнению с их оценками по модели (3).

При внимательном рассмотрении графика можно заметить, что фактические цены на квартиры небольшой площади в большинстве соответствуют прогнозируемому интервалу, среди квартир средней ве-



личины большая часть имеет сильно заниженную стоимость, а вот цены на жилье большой площади существенно завышены.

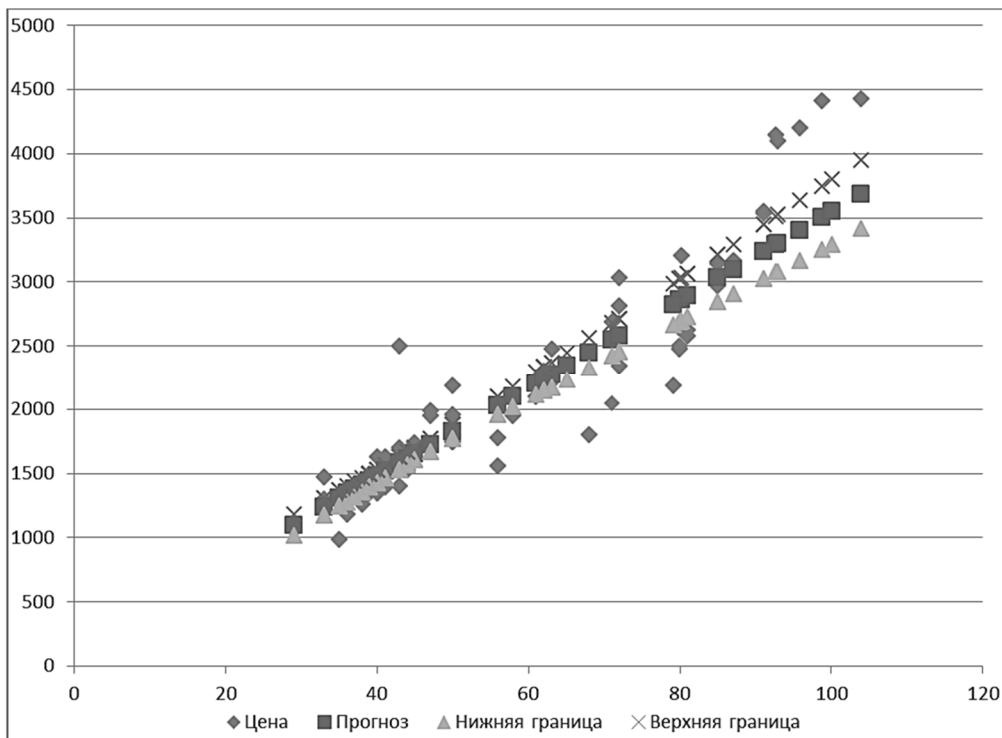


Рисунок 5 – Результаты моделирования и прогнозирования по модели (3)

Вспомним теперь, что наша линейная модель с коррекцией гетероскедастичности имела статистически незначимый свободный член, что свидетельствует о неверной спецификации модели. В нашем случае это говорит не в пользу модели линейного вида. И, действительно, если посмотреть на график зависимости фактических цен от общей площади квартир, то можно предположить наличие нелинейной связи (рисунок 6).

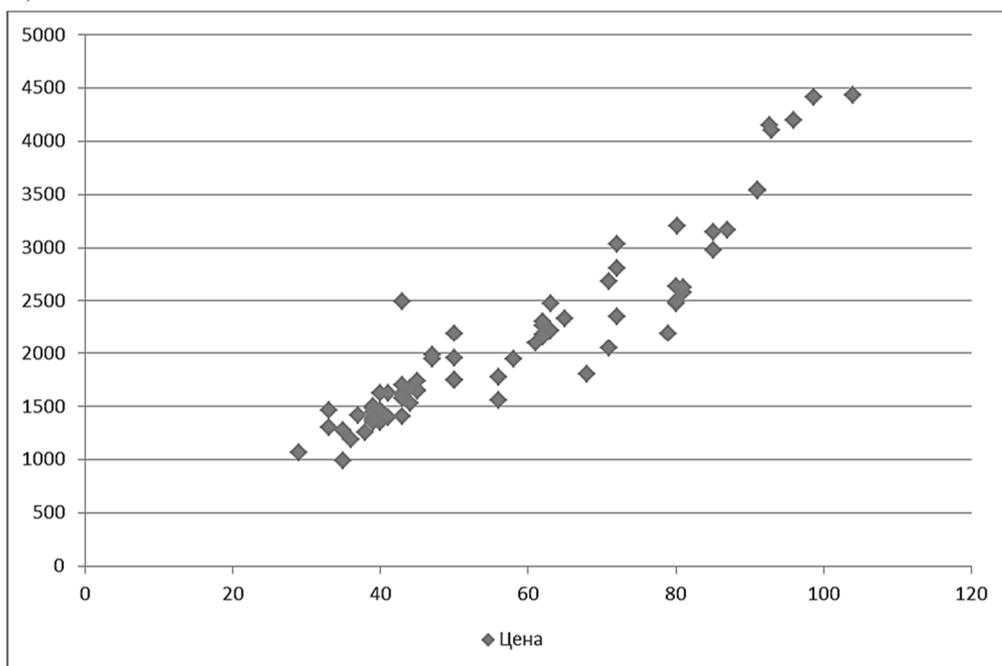


Рисунок 6 – Диаграмма рассеяния фактических данных

Рассмотрев приведенные ниже графики (рисунки 7, 8), можем заключить, что наиболее подходящей нелинейной моделью оказывается полином пятой степени, т.к. он визуально лучше всех аппроксимирует фактические данные и имеет самый высокий коэффициент детерминации.

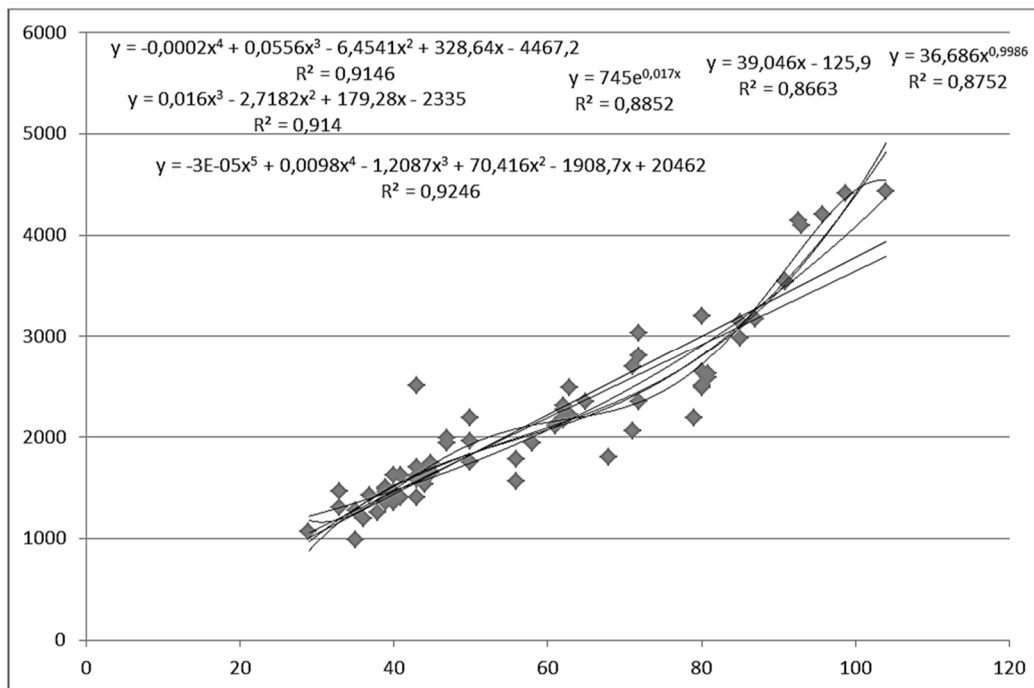


Рисунок 7 – Подбор нелинейной регрессии

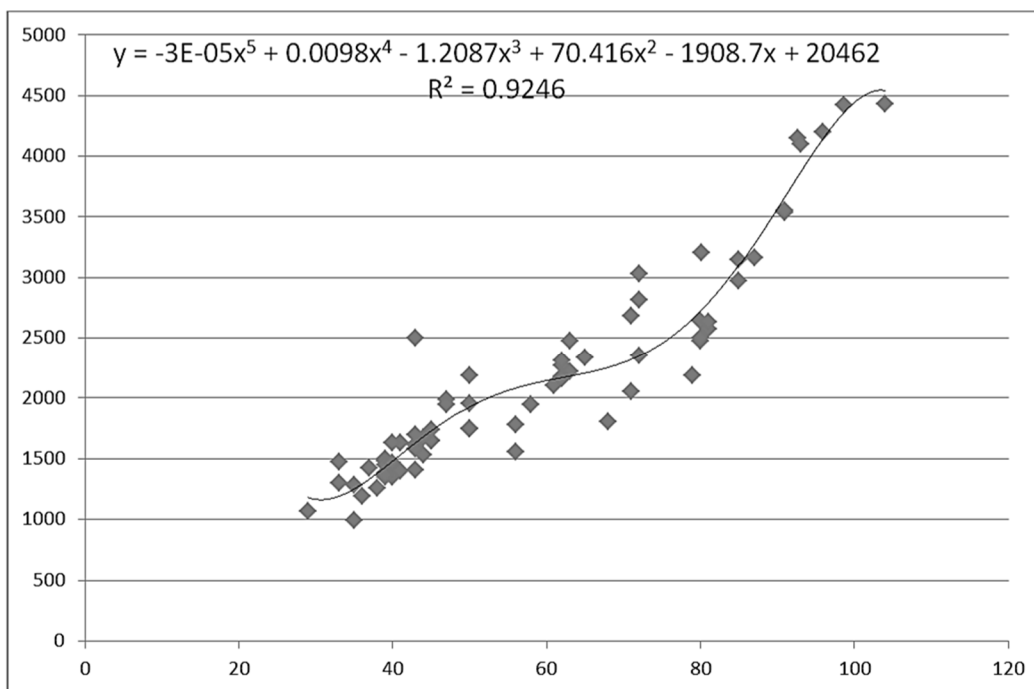


Рисунок 8 – Подгонка фактических данных полиномом пятой степени

Мы оценили эту модель в программе RStudio. Качественные характеристики модели, представленные на рисунке 9, вполне приемлемы.



Call:  
lm(formula = Y ~ I(X1^5) + I(X1^4) + I(X1^3) + I(X1^2) + X1,  
data = f)

Residuals:  
Min 1Q Median 3Q Max  
-522.19 -123.74 -12.33 84.44 870.42

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	2.046e+04	8.823e+03	2.319	0.02340 *
I(X1^5)	-3.036e-05	1.014e-05	-2.994	0.00384 **
I(X1^4)	9.830e-03	3.339e-03	2.944	0.00443 **
I(X1^3)	-1.209e+00	4.254e-01	-2.842	0.00592 **
I(X1^2)	7.042e+01	2.613e+01	2.695	0.00887 **
X1	-1.909e+03	7.732e+02	-2.469	0.01608 *

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 237.2 on 68 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.9246, Adjusted R-squared: 0.919  
F-statistic: 166.7 on 5 and 68 DF, p-value: < 2.2e-16

Рисунок 9 – Результаты оценки в R нелинейной регрессионной модели

Уровень точности модели соответствует средней относительной ошибке аппроксимации 7,9%, что вполне приемлемо для регрессионных моделей.

Проверим модель на наличие гетероскедастичности с помощью двух тестов. Результаты представлены на рисунке 10.

1) Non-constant Variance Score Test Variance formula: ~ fitted.values Chisquare = 0.3601368 Df = 1 p = 0.5484303
2) studentized Breusch-Pagan test data: fit BP = 4.9119, df = 5, p-value = 0.4267

Рисунок 10 – Результаты проверки нелинейной модели на гетероскедастичность

В двух случаях p-value>0.05, что позволяет принять нулевую гипотезу и сделать вывод о наличии условной гомоскедастичности.

Точный и интервальный прогноз цены квартиры общей площадью 100 кв. м по нелинейной модели дает следующий результат (таблица 5).

Таблица 5 – Точный и интервальный прогноз цены квартиры по нелинейной модели

Точный прогноз	Нижняя граница интервала	Верхняя граница интервала
4442.801	3911.098	4974.503

Это существенно отличается от результатов, полученных по линейной модели (3). Посмотрим на попадание в прогнозные интервалы фактических значений цены (таблица 6, рисунок 11).

Таблица 6 – Результаты точечного и интервального прогноза стоимости жилья по нелинейной модели

Улица	Площадь	Цена	Прогноз цены	Нижняя граница	Верхняя граница	Цены занижены	Цены завышены
1	2	3	4	5	6	7	8
Адрианова	63	2219.7	2180.076	1693.7047	2666.446	525.9953	446.746
Андреанова	44	1530	1678.451	1197.0721	2159.829	332.9279	629.829
Андреанова	45	1646.5	1725.702	1243.8399	2207.563	402.6601	561.063
Андреанова	45	1650	1725.702	1243.8399	2207.563	406.1601	557.563
Бурова	71	2050	2318.752	1830.4319	2807.073	219.5681	757.073
Веселая	72	2811.67	2346.987	1858.0794	2835.894	953.5906	24.224
Веселая	80.14	3205.6	2728.502	2238.3694	3218.635	967.2306	13.035
Гагарина	87	3165.88	3280.156	2787.5536	3772.759	378.3264	606.879
Грузовая	63	2480	2180.076	1693.7047	2666.446	786.2953	186.446
Емлютина	39	1386	1427.897	945.8205	1909.973	440.1795	523.973
Емлютина	43	1614.07	1629.583	1148.4831	2110.683	465.5869	496.613
Емлютина	44	1674.24	1678.451	1197.0721	2159.829	477.1679	485.589
Емлютина	61	2103.68	2156.02	1668.9168	2643.123	434.7632	539.443
Емлютина	62	2266.65	2168.088	1681.3907	2654.785	585.2593	388.135
Емлютина	62	2309	2168.088	1681.3907	2654.785	627.6093	345.785
Емлютина	80	2641.87	2719.39	2229.2263	3209.555	412.6437	567.685
Зеленина	39	1370	1427.897	945.8205	1909.973	424.1795	539.973
Зеленина	40	1350	1478.05	996.5307	1959.569	353.4693	609.569
Зеленина	40	1387	1478.05	996.5307	1959.569	390.4693	572.569
Зеленина	41	1630	1528.825	1047.6497	2010	582.3503	380
Зеленина	80	2480	2719.39	2229.2263	3209.555	250.7737	729.555
Зеленина	80	2500	2719.39	2229.2263	3209.555	270.7737	709.555
Зеленина	81	2579.2	2786.496	2296.546	3276.445	282.654	697.245
Зеленина	81	2630	2786.496	2296.546	3276.445	333.454	646.445
Комсомольская	50	2190	1927.501	1441.4028	2413.6	748.5972	223.6
Комсомольская	92.61	4148.928	3830.881	3325.5412	4336.221	823.3868	187.293
Комсомольская	98.65	4419.52	4360.3	3838.5989	4882.001	580.9211	462.481
Космонавтов	38	1260	1379.141	896.2403	1862.042	363.7597	602.042
Лазурная	35	990	1250.45	761.2793	1739.621	228.7207	749.621
Лазурная	36	1190	1289.4	803.3425	1775.458	386.6575	585.458
Лазурная	56	1560	2082.186	1593.369	2571.003	-33.369	1011.003
Лазурная	79	2190	2657	2166.6254	3147.374	23.3746	957.374
Лазурная	93	4100	3869.375	3363.0287	4375.72	736.9713	275.72
Луговая	68	1806	2252.151	1765.4302	2738.872	40.5698	932.872
Максима Горького	43	2500	1629.583	1148.4831	2110.683	1351.517	-389.317
Михалицина	45	1737	1725.702	1243.8399	2207.563	493.1601	470.563
Михалицына	39	1350	1427.897	945.8205	1909.973	404.1795	559.973
Михалицына	43	1410	1629.583	1148.4831	2110.683	261.5169	700.683
Михалицына	58	1950	2115.736	1627.3632	2604.108	322.6368	654.108
Московская	47	1990	1813.98	1330.6449	2297.316	659.3551	307.316
Московская	47	1950	1813.98	1330.6449	2297.316	619.3551	347.316
Московская	104	4432	4540.047	3892.1805	5187.913	539.8195	755.913
Орловских Партизан	43	1580	1629.583	1148.4831	2110.683	431.5169	530.683
Орловских Партизан	65	2335	2205.324	1719.2448	2691.403	615.7552	356.403
Поликарпова	43	1700	1629.583	1148.4831	2110.683	551.5169	410.683
Поликарпова	71	2685	2318.752	1830.4319	2807.073	854.5681	122.073
Раздольная	33	1300	1190.261	687.6915	1692.831	612.3085	392.831
Раздольная	39	1500	1427.897	945.8205	1909.973	554.1795	409.973
Революции	72	3034	2346.987	1858.0794	2835.894	1175.921	-198.106
Родзевича- Белевича	37	1421.2	1332.653	848.5195	1816.787	572.6805	395.587

Улица	Площадь	Цена	Прогноз цены	Нижняя граница	Верхняя граница	Цены занижены	Цены завышены
Родзевича-Белевича	40	1414	1478.05	996.5307	1959.569	417.4693	545.569
Родзевича-Белевича	41	1400	1528.825	1047.6497	2010	352.3503	610
Родзевича-Белевича	56	1780	2082.186	1593.369	2571.003	186.631	791.003
Родзевича-Белевича	72	2350	2346.987	1858.0794	2835.894	491.9206	485.894
Розы Люксембург	33	1470	1190.261	687.6915	1692.831	782.3085	222.831
Розы Люксембург	91	3534.454	3670.412	3169.3054	4171.518	365.1486	637.064
Розы Люксембург	91	3550	3670.412	3169.3054	4171.518	380.6946	621.518
Старо-Московская	95.88	4199.544	4140.803	3627.7301	4653.877	571.8139	454.333
Черкасская	29	1065	1180.611	572.6696	1788.552	492.3304	723.552
Черкасская	35	1280	1250.45	761.2793	1739.621	518.7207	459.621
Черкасская	39	1480	1427.897	945.8205	1909.973	534.1795	429.973
Черкасская	39	1480	1427.897	945.8205	1909.973	534.1795	429.973
Черкасская	39	1450	1427.897	945.8205	1909.973	504.1795	459.973
Черкасская	39	1370	1427.897	945.8205	1909.973	424.1795	539.973
Черкасская	40	1468.9	1478.05	996.5307	1959.569	472.3693	490.669
Черкасская	40	1630	1478.05	996.5307	1959.569	633.4693	329.569
Черкасская	50	1750	1927.501	1441.4028	2413.6	308.5972	663.6
Черкасская	50	1750	1927.501	1441.4028	2413.6	308.5972	663.6
Черкасская	50	1955	1927.501	1441.4028	2413.6	513.5972	458.6
Черкасская	62	2180	2168.088	1681.3907	2654.785	498.6093	474.785
Черкасская	62	2159.5	2168.088	1681.3907	2654.785	478.1093	495.285
Черкасская	62	2159.5	2168.088	1681.3907	2654.785	478.1093	495.285
Черкасская	85	2975	3099.856	2609.35	3590.362	365.65	615.362
Черкасская	85	3145	3099.856	2609.35	3590.362	535.65	445.362
<b>Прогноз</b>	<b>100</b>		<b>4442.801</b>	<b>3911.098</b>	<b>4974.503</b>		

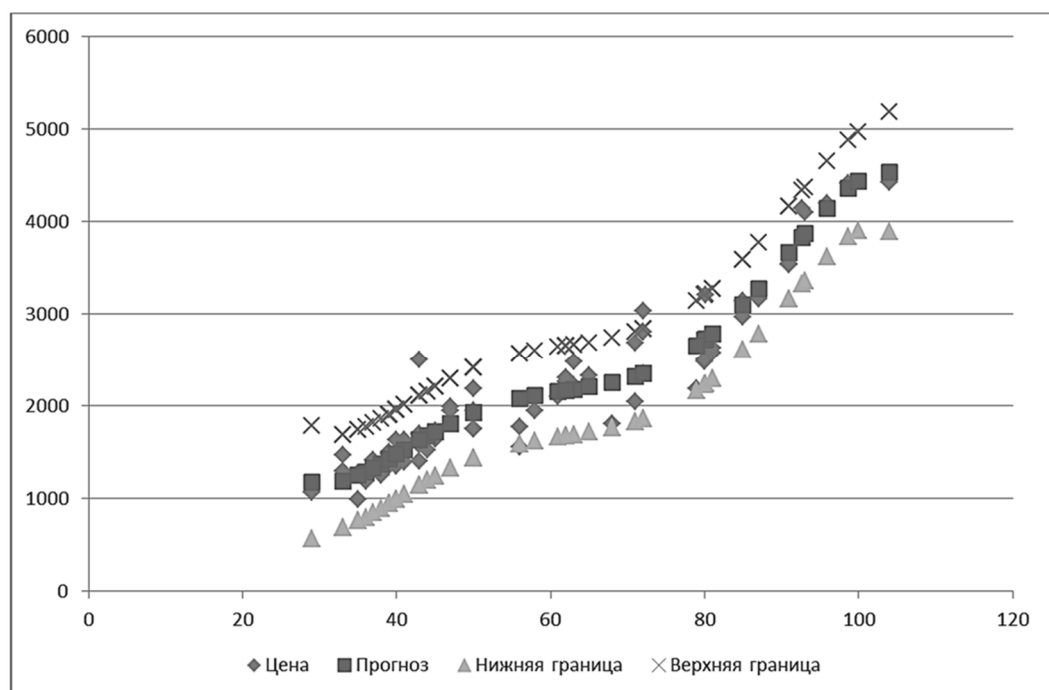


Рисунок 11 – Результаты моделирования и прогнозирования по нелинейной модели

На рисунке 11 видна благоприятная картина прогноза: расчетная кривая хорошо аппроксимирует фактические значения цены, все фактические значения (за исключением двух точек) попадают в прогнозируемые интервалы.

Таким образом, поставленная в начале работы цель достигнута: построена регрессионная модель зависимости стоимости жилья от выбранного фактора, отвечающая всем необходимым качественным характеристикам и позволяющая получать надежные прогнозные оценки стоимости жилья с различными параметрами в муниципальном образовании «Город Орел».

В заключение отметим, что эконометрические методы в силу своей специфики и сложности часто подвергаются критике. Эконометрика – непростая дисциплина со своими теоретическими, методологическими и другими особенностями и проблемами [2]. В то же время она является неотъемлемой частью экономических исследований, так как дает то, что не могут дать в отдельности ни экономическая теория, ни математика, ни статистика. Но использовать эконометрический потенциал при исследовании статистических данных в полной мере можно лишь в случае, когда исследователь хорошо владеет эконометрическими методами, знает все их «подводные камни». Эконометрика жестоко может обойтись с дилетантом, который хотел бы провести исследование «на скорую руку». Поэтому современный экономист должен быть вооружен не только экономическими знаниями, но и навыками эконометрического анализа всего многообразия количественных взаимосвязей экономических переменных, умениями строить надежные экономические прогнозы, обосновывая их как с точки зрения практики, так и с точки зрения формальных подходов.

**Список источников:**

1. Учнина Т.В., Ноур М.В., Аюпова З.В., Корнеева С.С. Обзор современной ситуации на рынке жилой недвижимости // Молодой ученый. – 2017. – № 9. – С. 453-456.
2. Филонова Е.С. Эконометрика: абстрактная головоломка или мощный аппарат для экономических исследований? // Новая экономика и региональная наука. – Владимир: 2016. – № 3(6). – С. 396-404.
3. Amedee-Manesme C. O., Baroni M., Barthelemy F., des Rosiers F. Market heterogeneity and the determinants of Paris apartment prices: A quantile regression approach // Urban Studies. – 2017. – Т. 54, № 14. – С. 3260-3280.
4. Anundsen A. K. Econometric regime shifts and the us subprime bubble // Journal of Applied Econometrics. – 2015. – Т. 30, № 1. – С. 145-169.
5. Anundsen A. K., Gerdrup K., Hansen F., Kragh-Sorensen K. Bubbles and Crises: The Role of House Prices and Credit // Journal of Applied Econometrics. – 2016. – Т. 31, № 7. – С. 1291-1311.
6. Bin O., Czajkowski J., Li J. Y., Villarini G. Housing Market Fluctuations and the Implicit Price of Water Quality: Empirical Evidence from a South Florida Housing Market // Environmental & Resource Economics. – 2017. – Т. 68, № 2. – С. 319-341.
7. Diao M. Selectivity, spatial autocorrelation and the valuation of transit accessibility // Urban Studies. – 2015. – Т. 52, № 1. – С. 159-177.
8. Engsted T., Hviid S. J., Pedersen T. Q. Explosive bubbles in house prices? Evidence from the OECD countries // Journal of International Financial Markets Institutions & Money. – 2016. – Т. 40. – С. 14-25.
9. Filatova T. Empirical agent-based land market: Integrating adaptive economic behavior in urban land-use models // Computers Environment and Urban Systems. – 2015. – Т. 54. – С. 397-413.
10. Hui E. C. M., Liang C. Spatial spillover effect of urban landscape views on property price // Applied Geography. – 2016. – Т. 72. – С. 26-35.
11. Mussa A., Nwaogu U. G., Pozo S. Immigration and housing: A spatial econometric analysis // Journal of Housing Economics. – 2017. – Т. 35. – С. 13-25.
12. Stamou M., Mimis A., Rovolis A. House price determinants in Athens: a spatial econometric approach // Journal of Property Research. – 2017. – Т. 34, № 4. – С. 269-284.
13. Teye A. L., Ahelegbey D. F. Detecting spatial and temporal house price diffusion in the Netherlands: A Bayesian network approach // Regional Science and Urban Economics. – 2017. – Т. 65. – С. 56-64.
14. Thanos S., Dube J., Legros D. Putting time into space: the temporal coherence of spatial applications in the housing market // Regional Science and Urban Economics. – 2016. – Т. 58. – С. 78-88.
15. Verbic M., Korencan P. Cluster-based econometric analysis of house prices in Slovenia // Geodetski Vestnik. – 2017. – Т. 61, № 2. – С. 231-245.
16. Yang X. D., Wu Y. X., Shen Q. P., Dang H. Measuring the degree of speculation in the residential housing market: A spatial econometric model and its application in China // Habitat International. – 2017. – Т. 67. – С. 96-104.