

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕДА НА СТОИМОСТЬ НЕДВИЖИМОСТИ

Аннотация. В статье описывается поэтапный анализ влияния экологического вреда на стоимость недвижимости. В анализе проводится соотнесение экологических факторов со стоимостью коммерческой и жилой недвижимостью в г. Москве при помощи классических эконометрических инструментов регрессионного анализа: коэффициент детерминации, F-критерий Фишера, t-критерий Стьюдента, коэффициенты корреляции Спирмена и Пирсона. С помощью регрессионного анализа автор приходит к выводу о наличии статистической зависимости между ценами на отдельные виды недвижимости и загрязнениями почвы.

Ключевые слова: экономика, экологический вред, анализ влияния экологического вреда, оценка недвижимости, учет влияния экологического вреда, экологические факторы, эконометрический анализ, экологическая обстановка, отходы потребления, коэффициент детерминации.

Возрастающее внимание к проблемам экологического характера, трудности анализа и учета влияния экологических факторов на стоимость объектов недвижимости приобретает с каждым годом все более весомый характер. Отсюда появляется необходимость точной оценки стоимости объектов, в том числе объектов недвижимости. Для решения этой проблемы необходима разработка современного теоретического и методического инструментария, который позволит не только получить достоверный анализ влияния экологических факторов, но и точно определить стоимость недвижимого имущества. Результаты эконометрического анализа возможно использовать для выделения из стоимости недвижимости той ее части, которая обуславливает влияние экологического вреда. Данная экологическая составляющая оценки недвижимости рассматривается в качестве оценки вреда от экологических нарушений.

Для проведения анализа и выявления влияния экологических загрязнений на цены недвижимого имущества, были выделены следующие экологические факторы (далее регрессоры (предикторы)):

- загрязнение атмосферы:
 - оксид углерода (CO);
 - диоксид азота (NO₂);
 - оксид азота (NO).
- максимальный уровень загрязнения почвы;
- средний уровень загрязненности почв.

Исходя из того, что минимальный уровень загрязнения почв невозможно использовать из-за множества одинаковых нулевых значений данного показателя, для исследования были взяты максимальные и средние (производная от максимального и минимального значений) показатели для каждого района.

Уровень доверия по умолчанию для всех тестов будем считать равным 95%.

Для исследования были определены следующие зависимые переменные (отклики):

- цена 1 кв. м жилой площади в руб.;
- цена 1 кв. м аренды офисных помещений в руб.;
- цена 1 кв. м аренды торговой площади в руб.

Для проведения расчетов были использованы следующие данные базы данных:

- данные о средних ценах предложений квартир в г. Москве на май 2011 г. (Рейтинг районов Москвы по стоимости квартир в мае 2011 года»);¹

¹ РБК Рейтинг. Рейтинг районов Москвы по стоимости квартир в мае 2011 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rating.rbc.ru/article.shtml?2011/06/03/33312528>

- данные о средних ценах предложений по арендным ставкам² на офисные помещения на май 2011 г.;³
- данные о средних ценах предложений по арендным ставкам на торговые помещения на май 2011 г.;⁴
- данные о состоянии окружающей среды по районам г. Москвы на основе базы данных о загрязнении атмосферного воздуха и почвы, собираемых ГПУ «Мосэкомониторинг» (Доклады о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2007 и 2008 гг.).

Разница во временном периоде данных о ценах на квартиры и состоянии окружающей среды можно считать несущественным фактором, т. к. согласно ретроспективной информации экологическая ситуация в г. Москве по данным ГПУ «Мосэкомониторинг» на протяжении 2003-2008 гг. существенно не меняется. Данный факт может говорить о продолжающейся тенденции. Кроме того, достоверной информации об экологической ситуации в г. Москве за 2009 и 2010 г. в открытых источниках информации найдено не было.

Для определения эффективности моделей, а также статистической проверки верности нулевых гипотез⁵ использовались классические эконометрические критерии.⁶

- **R²** – коэффициент детерминации.
- **F-критерий Фишера** – показатель качества модели и её необходимости;
- **t-критерий Стьюдента** – показатель значимости коэффициентов регрессии.
- **Коэффициенты корреляции Спирмена и Пирсона.**

Все зависимые переменные подвергались одинаковым процедурам исследования и тестирования.

На **первом этапе** каждая зависимая переменная попарно сравнивалась с предиктором при помощи инструмента CurveFit программного комплекса SPSS 16.0 и определялся характер зависимости. Для теста были выбраны три типовых характера возможной зависимости: линейная, квадратичная, кубическая. Для графической иллюстрации характера зависимостей к каждому тесту был построен график рассеивания.

Второй этап заключался в построении множественной линейной регрессии с заданной зависимой переменной и всеми возможными включенными предикторами. Этот этап разобран более подробно в исследовании.

Константа включена во все тесты и модели, поскольку ситуация когда при нулевом (близком к нулевому) показателю СО недвижимость перестаёт стоить денег логически противоречива и не осуществима в реальности.

Учет влияния экологического вреда на стоимость жилой недвижимости

Максимально близкие к статистически значимым показателям значения выделены в таблице. Однако даже среди них нет ни одной статистически значимой зависимости, которую можно описать функционально.

² Так как на рынке коммерческой недвижимости г. Москвы отсутствует достаточное количество предложений о продаже в каждом из выбранных районов, в работе использовались данные об арендных ставках.

³ <http://www.arendator.ru>, <http://www.irr.ru>, <http://www.realto.ru>.

⁴ <http://www.arendator.ru>, <http://www.irr.ru>, <http://www.realto.ru>.

⁵ Свободная энциклопедия «Википедия». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Нулевая_гипотеза.

⁶ Елисеева И. И., Юзбашев М.М. Е51 Общая теория статистики: Учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 656 с: ил. ISBN 5-279-02414-7

Таблица 1

Анализ зависимостей между средней ценой на квартиры и экологическим вредом, руб./м²

Предиктор	Тип зависимости	R ²	Значимость F-теста	Значимость t-теста коэффициентов		
				Лин.	Кв.	Куб.
СО	Линейная	0,002	0,682	0,682		
	Квадратическая	0,055	0,136	0,072	0,051	
	Кубическая	0,067	0,183	0,168	0,229	0,349
NO	Линейная	0,002	0,724	0,724		
	Квадратическая	0,021	0,479	0,287	0,247	
	Кубическая	0,021	0,688	0,806	0,933	0,918
NO ²	Линейная	0,017	0,266	0,266		
	Квадратическая	0,026	0,397	0,579	0,433	
	Кубическая	0,035	0,470	0,533	0,484	0,408
Максимальное значение загрязнение почв	Линейная	0,044	0,073	0,073		
	Квадратическая	0,087	0,039	0,031	0,071	
	Кубическая	0,087	0,039	0,031	0,071	Искл.
Среднее значение загрязнение почв	Линейная	0,040	0,087	0,087		
	Квадратическая	0,080	0,052	0,039	0,084	
	Кубическая	0,081	0,114	0,817	0,842	0,766

Линиями обозначены графики линейной, квадратичной и кубической функций.

На графике рассеивания значений средней цены (y) и уровня СО (x) визуальная зависимость отсутствуют.

На графике рассеивания значений средней цены (y) и максимального значения загрязнения почвы (x) визуальная зависимость отсутствуют.

На графике рассеивания значений средней цены (y) и уровня NO² (x) визуальная зависимость отсутствуют.

На графике рассеивания значений средней цены (y) и среднего уровня загрязнённости почв (x) визуальная зависимость отсутствуют.

Таблица 2

Множественная регрессионная модель:
описательная статистика

Переменная	Среднее значение	Ст. отклонение	N
Средняя цена квартиры, руб./кв.м	121665,84	12092,737	74
СО	1,326	0,5232	74
NO	0,03178	0,010212	74
NO ²	0,02335	0,006850	74
Среднее значение	72,95	80,631	74
Максимальное значение	140,92	156,446	74

График 1

Рассеивания значений цены и уровней загрязнений

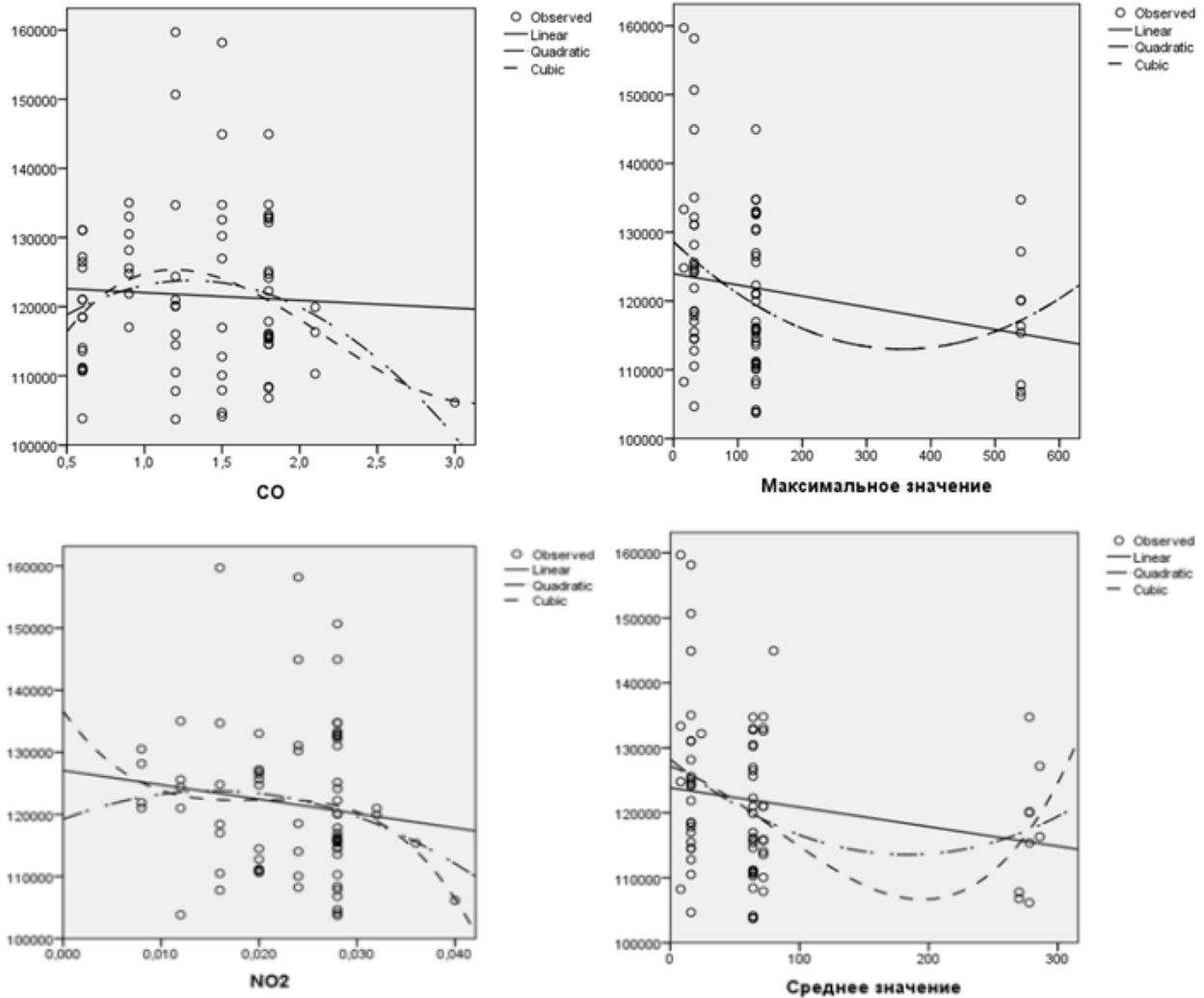


Таблица 3

Множественная регрессионная модель: корреляции

		Средняя цена квартиры, руб./кв. м	CO	NO	NO2	Ср. значение	Макс. значение
Пирсон	Средняя цена квартиры, руб./кв. м	1,000	-0,048	-0,042	-0,131	-0,200	-0,209
	CO	-0,048	1,000	0,267	0,661	0,189	0,187
	NO	-0,042	0,267	1,000	0,510	0,099	0,096
	NO2	-0,131	0,661	0,510	1,000	0,305	0,298
	Среднее значение	-0,200	0,189	0,099	0,305	1,000	0,999
	Максимальное значение	-0,209	0,187	0,096	0,298	0,999	1,000

		Средняя цена квартиры, руб./кв. м	CO	NO	NO2	Ср. значение	Макс. значение
Значимость (правосторонн.)	Средняя цена квартиры, руб./кв. м	.	0,341	0,362	0,133	0,044	0,037
	CO	0,341	.	0,011	0,000	0,054	0,055
	NO	0,362	0,011	.	0,000	0,201	0,208
	NO2	0,133	0,000	0,000	.	0,004	0,005
	Среднее значение	0,044	0,054	0,201	0,004	.	0,000
	Максимальное значение	0,037	0,055	0,208	0,005	0,000	.

Из представленной выше таблице только 2 переменных (выделенные цветом) имеют статистически значимую корреляцию с описываемой переменной. Это показатели загрязненности почвы.

Также можно выделить статистически значимую корреляцию между предикторами: показатели CO, NO, NO² имеют умеренную связь друг с другом.

Распределение остатков подчиняется закону нормального распределения со смещенным средним. Это значит, что оставшиеся данные, не охваченные регрессионной моделью, сформированы случайно и нормально распределены.

Далее идут графики рассеивания отдельных переменных и цены на жилую недвижимость.

Таблица 4

Описание регрессионной модели

Model	R	R ²	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,314 ^a	0,099	0,032	11895,837

Коэффициент R² приблизительно равен 0,1, следовательно, регрессионная модель объясняет 10% общей дисперсии (разброса) данных. Это можно интерпретировать так, что на 10% стоимость жилья можно объяснить через показатели экологической обстановки района.

Как видно из графиков, явных визуальных связей и зависимостей не наблюдается, единственное, о чем можно рассуждать – это тенденции, что статистически не доказуемо в данной выборке.

Таблица 5

Результаты дисперсионного анализа (ANOVA^b (Analysis of variation))

Model		Сумма квадратов отклонений	Степени свободы	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	1,052E9	5	2,105E8	1,487	0,205 ^a
	Остатки	9,623E9	68	1,415E8		
	Общее	1,068E10	73			

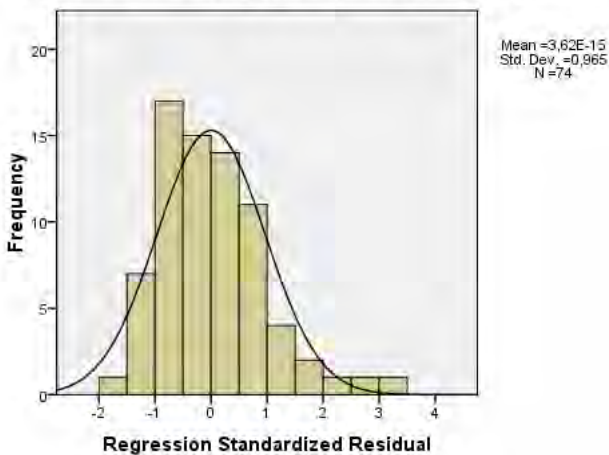
Коэффициенты регрессионной модели

Model	Не стандартизированные коэффициенты		Стандартизированные коэффициенты	t	Значимость.	95% дов. интервал для B	
	B	Ошибка	Beta			Нижняя граница	Верхняя граница
(Constant)	127059,615	5496,685		23,116	0,000	116091,152	138028,078
CO	2129,869	3580,101	0,092	0,595	0,554	-5014,111	9273,849
NO	39995,820	159957,160	0,034	0,250	0,803	-279193,724	359185,363
NO2	-337868,626	319214,250	-0,191	-1,058	0,294	-974850,745	299113,492
Среднее значение	716,888	381,669	4,780	1,878	0,065	-44,720	1478,497
Максимальное значение	-382,439	196,237	-4,948	-1,949	0,055	-774,024	9,145

График 2

Распределение остатков

Dependent Variable: Средняя цена квартиры, руб./кв. м



Выводы по регрессионному анализу:

1. Статистически значимая корреляция обнаружена только между признаками:

- а. цена и средний уровень загрязнения почв;
- б. цена и максимальный уровень загрязнения почв.

Такое наблюдение довольно ожидаемо, поскольку средний уровень – производная от макси-

мального уровня. Поэтому мы можем утверждать, что статистически верно обнаружена корреляция $R_{pearson} = -0,2$ между ценой на жильё и загрязненностью почв.

Поскольку 0,2 по модулю число очень маленькое, то характер связи слабый. Знак минус говорит нам о том, что направленность связи обратная, т.е. при росте загрязненности почв падает цена на жильё.

2. Статистически верно, что при уровне доверия 95% (с вероятностью 0,95) максимально снижающие цену на жильё коэффициенты при переменных среднего и максимального уровня загрязнённости почв могут быть следующими:

- а. Средний уровень загрязнения почв = -44,72 руб. при увеличении показателя на 1;
- б. Максимальный уровень загрязнения почв = -774,024 при увеличении показателя на 1.

Учет влияния экологического вреда на стоимость офисной недвижимости

Максимально близкие к статистически значимым показателям значения выделены в таблице. Однако даже среди них нет ни одной статистически значимой зависимости, которую можно описать функционально.

Рассеивание отдельных переменных и цен на квартиры

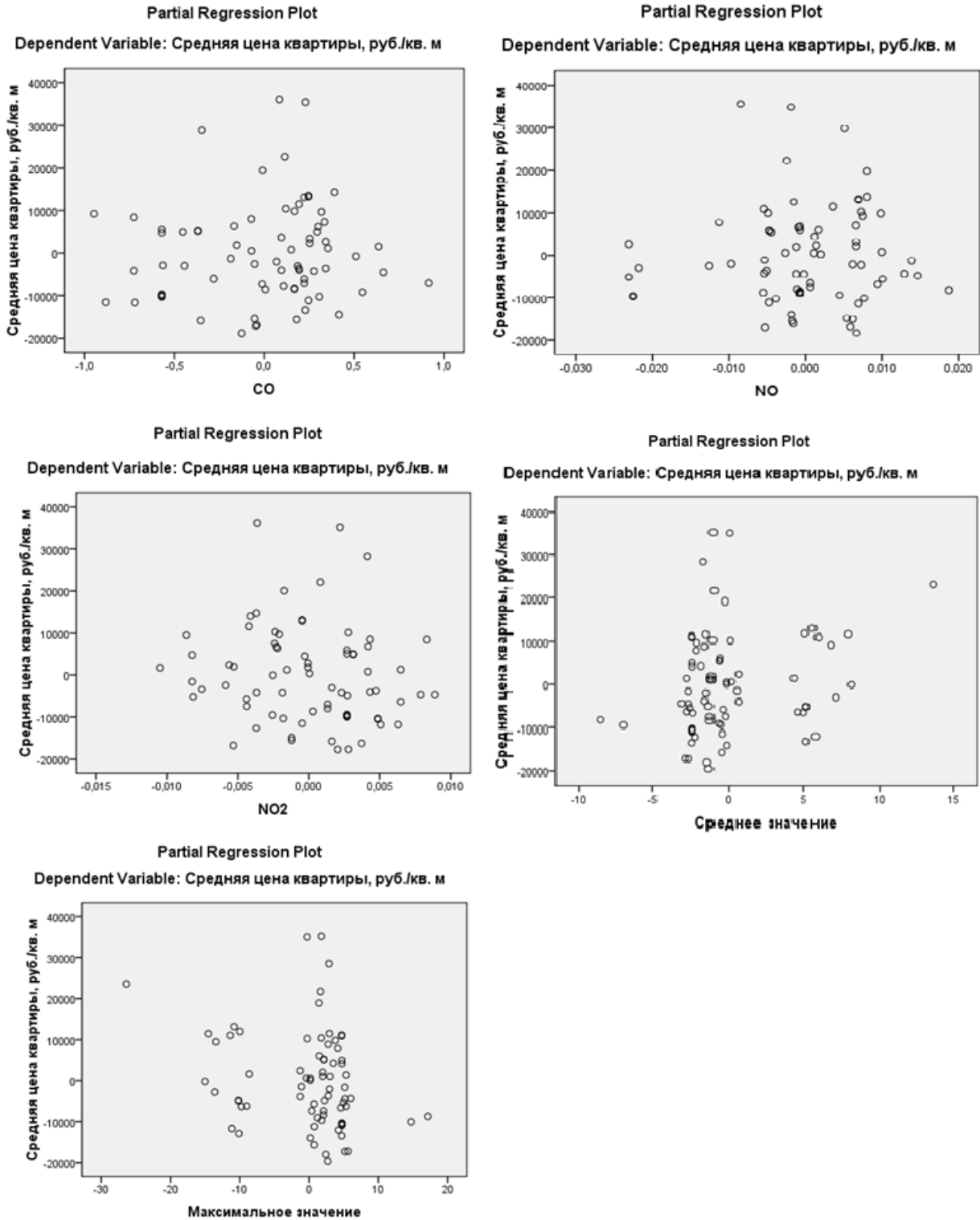


Таблица 7

Анализ зависимостей между средней ценой на офисные помещения и экологическим вредом, руб./кв. м.

Предиктор	Тип зависимости	R ²	Значимость F-теста	Значимость t-теста коэффициентов		
				Лин.	Кв.	Куб.
CO	Линейная	0,008	0,443	0,443		
	Квадратическая	0,085	0,043	0,033	0,017	
	Кубическая	0,092	0,077	0,197	0,278	0,452
NO	Линейная	0,043	0,076	0,076		
	Квадратическая	0,104	0,021	0,080	0,032	
	Кубическая	0,105	0,049	0,366	0,484	0,721
NO ²	Линейная	0,041	0,084	0,084		
	Квадратическая	0,085	0,044	0,149	0,070	
	Кубическая	0,086	0,097	0,893	0,971	0,753
Максимальное значение загрязнение почв	Линейная	0,040	0,087	0,087		
	Квадратическая	0,058	0,120	0,134	0,249	
	Кубическая	0,058	0,120	0,134	0,249	Искл.
Среднее значение загрязнение почв	Линейная	0,039	0,092	0,092		
	Квадратическая	0,056	0,127	0,138	0,256	
	Кубическая	0,060	0,225	0,384	0,561	0,605

Линиями обозначены графики линейной, квадратичной и кубической функций.

На графике рассеивания значений средней цены (y) и уровня CO, NO, NO², максимального значения загрязнения почвы и среднего уровня загрязнённости почв (x) визуальные зависимости отсутствуют.

Таблица 8

Множественная регрессионная модель: описательная статистика

Переменная	Среднее значение	Ст. отклонение	N
Средняя цена квартиры, руб./кв. м	10116,49	2422,674	74
CO	1,326	0,5232	74
NO	0,03178	0,010212	74
NO ₂	0,02335	0,006850	74
Среднее значение	72,95	80,631	74
Максимальное значение	140,92	156,446	74

Рассеивания значений цены и уровней загрязнений

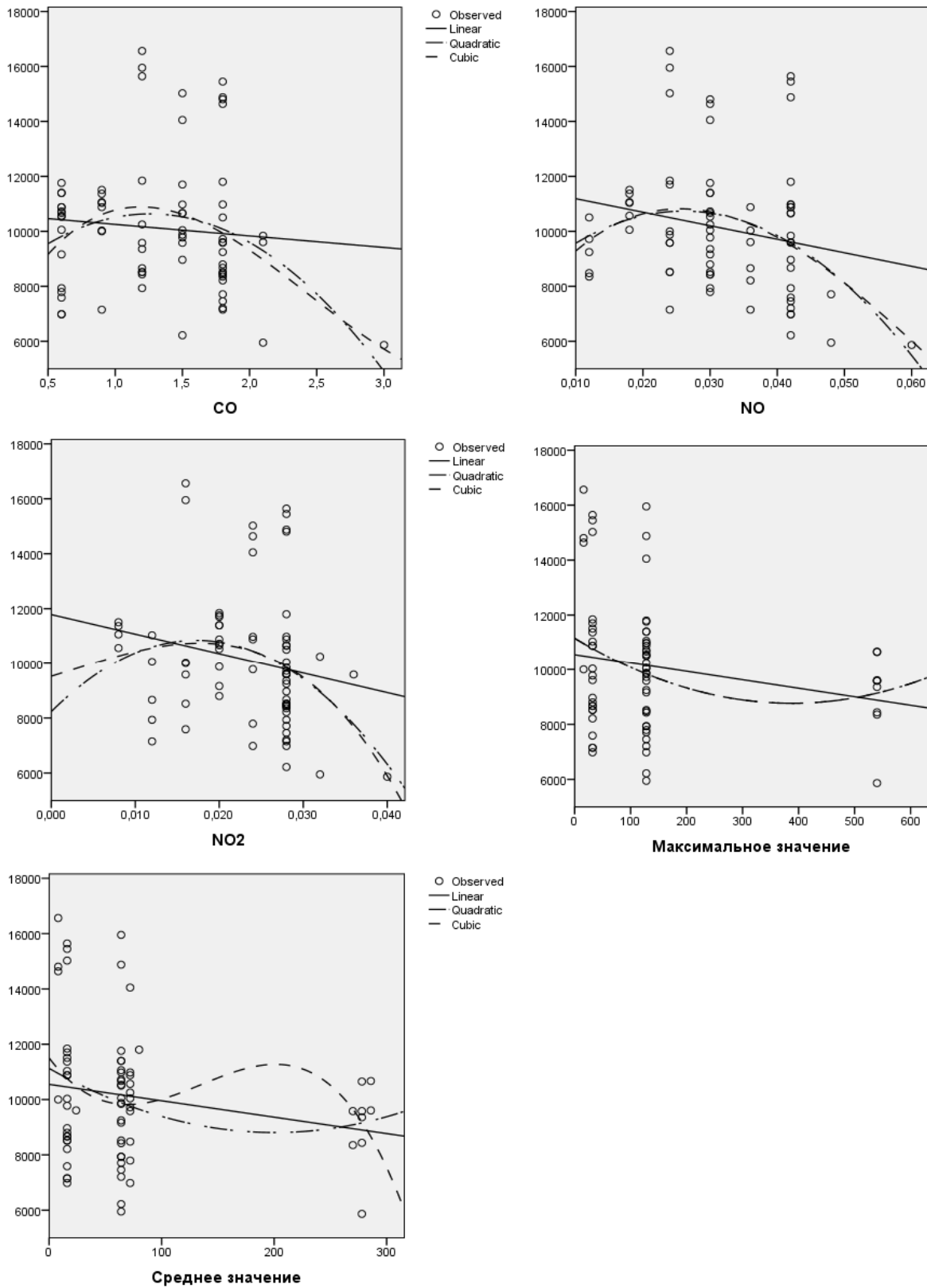


Таблица 9

Множественная регрессионная модель: корреляции

		Средняя цена квартиры, руб./кв. м	CO	NO	NO2	Ср. значение	Макс. значение
Пирсон	Средняя цена квартиры, руб./кв. м	1,000	-0,091	-0,207	-0,202	-0,197	-0,200
	CO	-0,091	1,000	0,267	0,661	0,189	0,187
	NO	-0,207	0,267	1,000	0,510	0,099	0,096
	NO2	-0,202	0,661	0,510	1,000	0,305	0,298
	Среднее значение	-0,197	0,189	0,099	0,305	1,000	0,999
	Максимальное значение	-0,200	0,187	0,096	0,298	0,999	1,000
Значимость (правосто- ронн.)	Средняя цена квартиры, руб./кв. м	.	0,221	0,038	0,042	0,046	0,044
	CO	0,221	.	0,011	0,000	0,054	0,055
	NO	0,038	0,011	.	0,000	0,201	0,208
	NO2	0,042	0,000	0,000	.	0,004	0,005
	Среднее значение	0,046	0,054	0,201	0,004	.	0,000
	Максимальное значение	0,044	0,055	0,208	0,005	0,000	.

Из представленной выше таблице можно сделать заключение, что все переменные (выделены цветом), кроме уровня CO, имеют статистически значимую корреляцию с описываемой переменной.

Также можно выделить статистически значимую корреляцию между предикторами: показателями загрязнения почвы и уровнем NO², которые имеют умеренную связь друг с другом.

Таблица 10

Описание регрессионной модели

Model	R	R ²	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,297 ^a	0,088	0,021	2397,028

Коэффициент R² приблизительно равен 0,09, следовательно, регрессионная модель объясняет 9% общей дисперсии (разброса) данных. Это можно интерпретировать так, что на 9% стоимость аренды офисных помещений можно объяснить через показатели экологической обстановки района.

Таблица 11

Результаты дисперсионного анализа (ANOVA^b (Analysis of variation))

Model	Сумма квадратов отклонений	Степени свободы	Средний квадрат	F	Значимость.	
1	Регрессия	3,775E7	5	7550379,219	1,314	0,269 ^a
	Остатки	3,907E8	68	5745743,305		
	Общее	4,285E8	73			

Коэффициенты регрессионной модели

Model	Не стандартизированные коэффициенты		Стандартизированные коэффициенты	t	Значимость	95% дов. интервал для В	
	В	Ошибка	Beta			Нижняя граница	Верхняя граница
(Constant)	12265,963	1107,590		11,074	0,000	10055,802	14476,124
CO	297,690	721,395	0,064	0,413	0,681	-1141,832	1737,212
NO	-34453,716	32231,595	-0,145	-1,069	0,289	-98770,863	29863,431
NO2	-48246,674	64322,126	-0,136	-0,750	0,456	-176599,477	80106,129
Среднее значение	54,570	76,907	1,816	0,710	0,480	-98,895	208,035
Максимальное значение	-30,536	39,542	-1,972	-0,772	0,443	-109,441	48,369

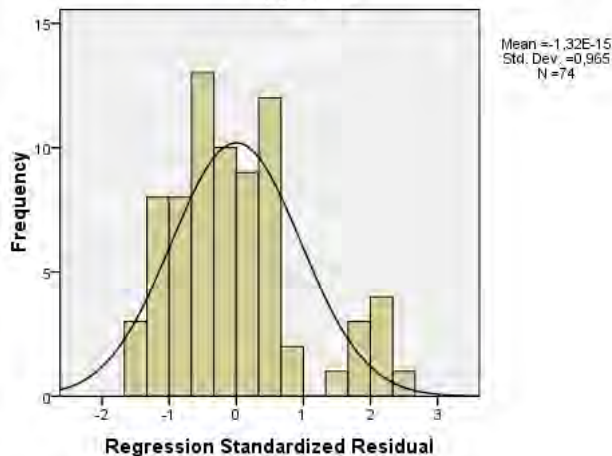
Согласно полученным наблюдениям, ни один из коэффициентов не может считаться статистически значимым и использоваться в построении модели множественной линейной регрессии.

Как видно из графиков, явных визуальных связей и зависимостей не наблюдается, единственное, о чем можно рассуждать – это тенденции, что статистически не доказуемо в данной выборке.

График 5

Распределение остатков

Dependent Variable: Средняя арендная ставка на офисы, руб/кв. м



Распределение остатков не подчиняется закону нормального распределения. Это говорит нам о том, что регрессионная модель не является статистически верной и не может быть использована.

Далее идут графики рассеивания отдельных переменных и арендной ставки на офисные помещения.

Выводы по регрессионному анализу:

1. Статистически значимая корреляция обнаружена между признаками:

- a. Цена и уровень NO: $R_{\text{пирсона}} = -0,207$;
- b. Цена и уровень NO²: $R_{\text{пирсона}} = -0,202$;
- c. Цена и средний уровень загрязнения почвы: $R_{\text{пирсона}} = -0,197$;
- d. Цена и максимальный уровень загрязнения почвы: $R_{\text{пирсона}} = -0,200$.

Все перечисленные выше коэффициенты корреляции статистически значимы, отрицательные числа и небольшие по модулю. Исходя из этого, можно сделать вывод о присутствии слабого обратного (негативного) влияния экологической обстановки на уровень арендной ставки офисных помещений.

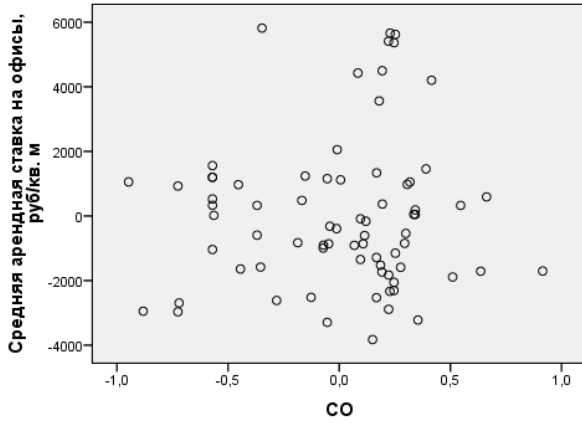
Регрессионная модель не может быть применена для поиска коэффициентов для предикторов, поскольку коэффициенты статистически не значимы, даже несмотря на наличие корреляции.

Учет влияния экологического вреда на стоимость торговых помещений

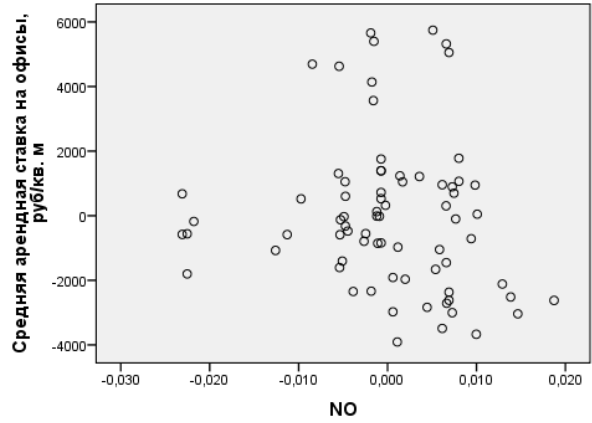
Статистически значимых или даже близких к статистически значимым показателей нет.

Рассеивание отдельных переменных и ставок аренды

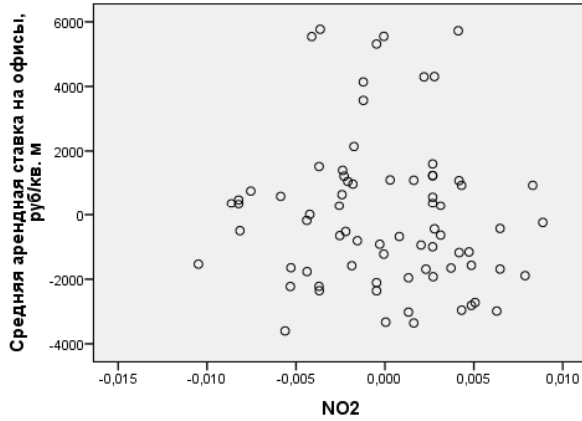
Dependent Variable: Средняя арендная ставка на офисы, руб/кв. м



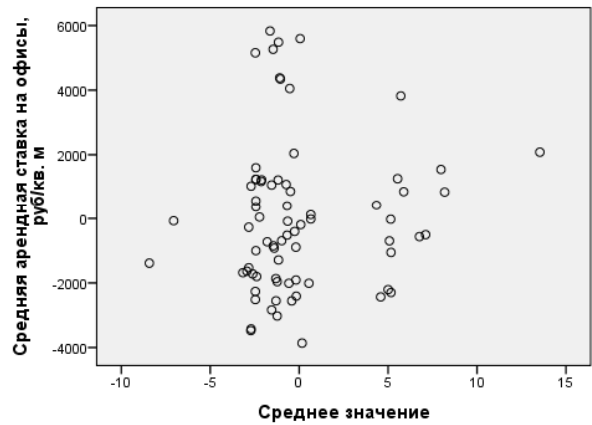
Dependent Variable: Средняя арендная ставка на офисы, руб/кв. м



Dependent Variable: Средняя арендная ставка на офисы, руб/кв. м



Dependent Variable: Средняя арендная ставка на офисы, руб/кв. м



Dependent Variable: Средняя арендная ставка на офисы, руб/кв. м

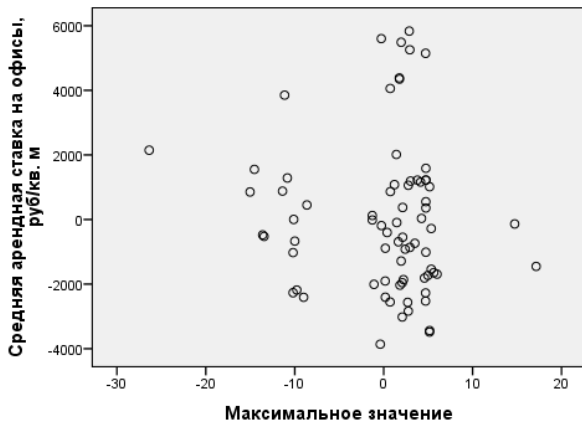


Таблица 13

Анализ зависимостей между средней ценой на торговые помещения и экологическим вредом, руб./кв. м.

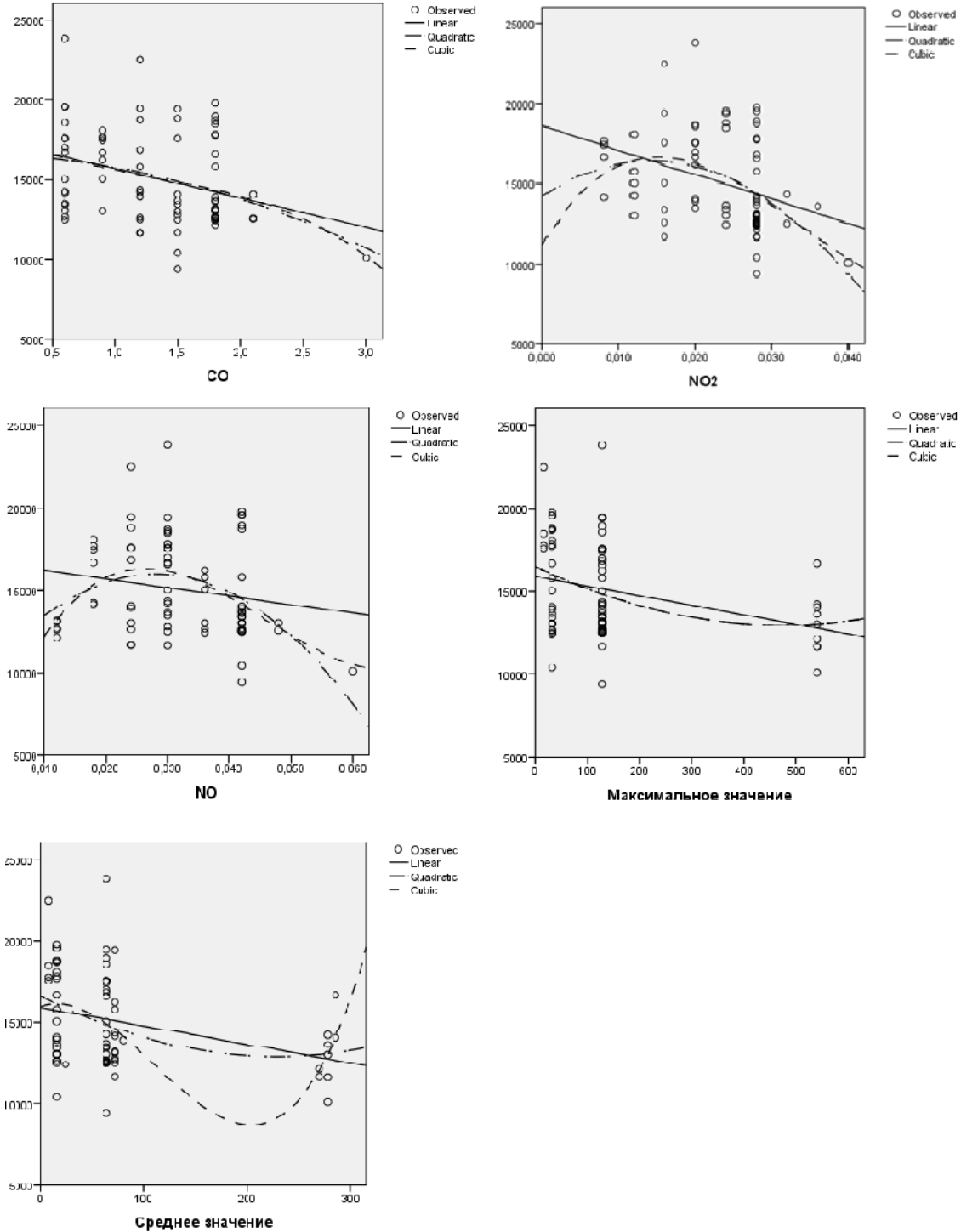
Предиктор	Тип зависимости	R ²	Значимость F-теста	Значимость t-теста коэффициентов		
				Лин.	Кв.	Куб.
CO	Линейная	0,104	0,005	0,005		
	Квадратическая	0,108	0,017	0,896	0,565	
	Кубическая	0,110	0,042	0,690	0,769	0,705
NO	Линейная	0,031	0,131	0,131		
	Квадратическая	0,147	0,004	0,008	0,003	
	Кубическая	0,169	0,005	0,033	0,069	0,177
NO ²	Линейная	0,121	0,002	0,002		
	Квадратическая	0,164	0,002	0,208	0,058	
	Кубическая	0,441	0,005	0,327	0,362	0,527
Максимальное значение загрязнение почв	Линейная	0,092	0,009	0,009		
	Квадратическая	0,103	0,021	0,132	0,343	
	Кубическая	0,103	0,021	0,132	0,343	Искл.
Среднее значение загрязнение почв	Линейная	0,094	0,008	0,008		
	Квадратическая	0,111	0,015	0,082	0,243	
	Кубическая	0,118	0,031	0,771	0,495	0,453

Таблица 14

Множественная регрессионная модель: описательная статистика

Переменная	Среднее значение	Ст. отклонение	N
Средняя цена квартиры, руб./кв. м	15081,45	2981,674	74
CO	1,326	0,5232	74
NO	0,03178	0,010212	74
NO ₂	0,02335	0,006850	74
Среднее значение	72,95	80,631	74
Максимальное значение	140,92	156,446	74

Рассеивания значений цены и уровней загрязнений



Линиями обозначены графики линейной, квадратичной и кубической функций.

На графике рассеивания значений средней цены (y) и уровня CO, NO, NO₂, максимального значения загрязнения почвы и среднего уровня загрязнённости почв (x) визуальные зависимости отсутствуют.

Таблица 15

Множественная регрессионная модель: корреляции

		Средняя цена квартиры, руб./кв. м	CO	NO	NO2	Ср. значение	Макс. значение
Пирсон	Средняя цена квартиры, руб./кв. м	1,000	-0,322	-0,177	-0,347	-0,306	-0,303
	CO	-0,322	1,000	0,267	0,661	0,189	0,187
	NO	-0,177	0,267	1,000	0,510	0,099	0,096
	NO2	-0,347	0,661	0,510	1,000	0,305	0,298
	Среднее значение	-0,306	0,189	0,099	0,305	1,000	0,999
	Максимальное значение	-0,303	0,187	0,096	0,298	0,999	1,000
Значимость (правосторонн.)	Средняя цена квартиры, руб./кв. м	.	0,003	0,066	0,001	0,004	0,004
	CO	0,003	.	0,011	0,000	0,054	0,055
	NO	0,066	0,011	.	0,000	0,201	0,208
	NO2	0,001	0,000	0,000	.	0,004	0,005
	Среднее значение	0,004	0,054	0,201	0,004	.	0,000
	Максимальное значение	0,004	0,055	0,208	0,005	0,000	.

Из представленной выше таблице можно сделать заключение, что все переменные, кроме уровня NO, имеют статистически значимую корреляцию с описываемой переменной, т.е. с арендной ставкой на торговые площади. Практически все предикторы коррелируют друг с другом, кроме уровня NO и показателей загрязнения почв.

Таблица 16

Описание регрессионной модели

Model	R	R ²	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,428 ^a	0,183	0,123	2792,532

Коэффициент R² приблизительно равен 0,18, следовательно, регрессионная модель объясняет 18% общей дисперсии (разброса) данных. Это можно интерпретировать так, что на 18% стоимость аренды торговых площадей можно объяснить через показатели экологической обстановки района.

Таблица 17

Результаты дисперсионного анализа (ANOVA^b (Analysis of variation))

Model	Сумма квадратов отклонений	Степени свободы	Средний квадрат	F	Значимость.	
1	Регрессия	1,187E8	5	2,374E7	3,045	0,015
	Остатки	5,303E8	68	7798235,689		
	Общее	6,490E8	73			

Так как коэффициент значимости F меньше, чем 0,05, то регрессионная модель лишена смысла, так как она хуже описывает данные, чем константа.

Таблица 18

Коэффициенты регрессионной модели

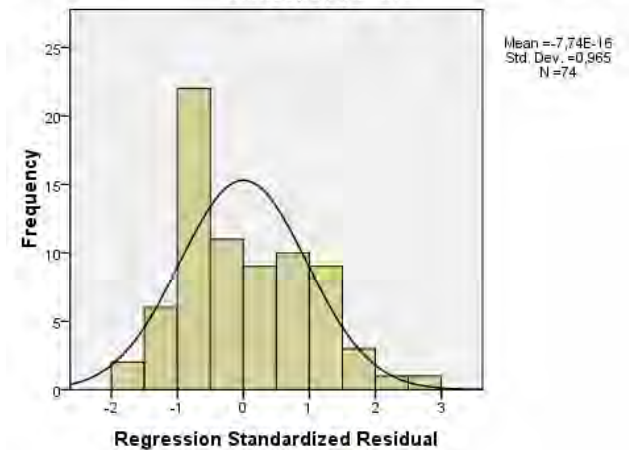
Model	Не стандартизированные коэффициенты		Стандартизированные коэффициенты	t	Значимость	95% дов. интервал для B		
	B	Ошибка	Beta			Нижняя граница	Верхняя граница	
1	(Constant)	127059,6	5496,685		23,116	0	116091,2	138028,1
	CO	2129,869	3580,101	0,092	0,595	0,554	-5014,11	9273,849
	NO	39995,82	159957,2	0,034	0,25	0,803	-279194	359185,4
	NO2	-337869	319214,3	-0,191	-1,058	0,294	-974851	299113,5
	Среднее значение	716,888	381,669	4,78	1,878	0,065	-44,72	1478,497
	Максимальное значение	-382,439	196,237	-4,948	-1,949	0,055	-774,024	9,145

Согласно полученным наблюдениям, ни один из коэффициентов не может считаться статистически значимым и использоваться в построении модели множественной линейной регрессии.

График 8

Распределение остатков

Dependent Variable: Средняя арендная ставка на торговые площади, руб/кв. м



Распределение остатков не подчиняется закону нормального распределения. Это говорит нам о том, что регрессионная модель не является статистически верной и не может быть использована.

Далее идут графики рассеивания отдельных переменных и арендной ставки на торговые помещения.

Как видно из графиков, явных визуальных связей и зависимостей не наблюдается, единственное, о чем можно рассуждать – это тенденции, что статистически не доказуемо в данной выборке.

Выводы по регрессионному анализу:

1. Статистически значимая корреляция обнаружена между всеми признаками кроме NO:

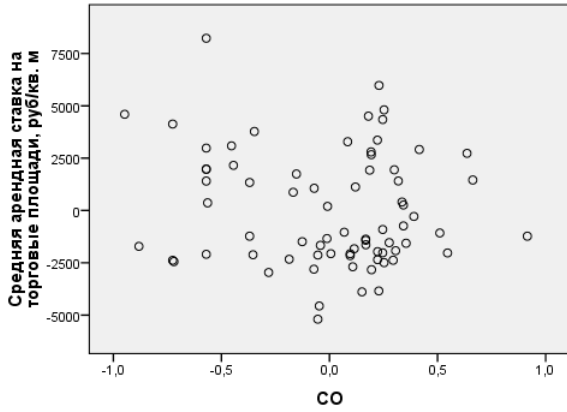
- a. Цена и уровень CO: $R_{\text{пирсона}} = -0,322$;
- b. Цена и уровень NO²: $R_{\text{пирсона}} = -0,347$;
- c. Цена и средний уровень загрязнения почвы: $R_{\text{пирсона}} = -0,306$;
- d. Цена и максимальный уровень загрязнения почвы: $R_{\text{пирсона}} = -0,303$.

Все перечисленные выше коэффициенты корреляции статистически значимые, отрицательные числа и небольшие по модулю. Исходя из этого, мы можем сделать вывод о присутствии слабого обратного (негативного) влияния экологической обстановки на уровень арендной ставки торговых помещений.

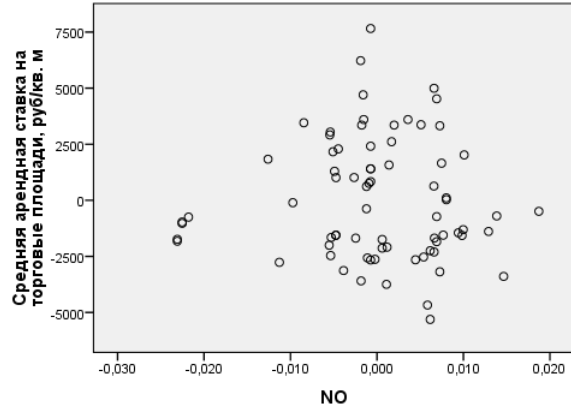
Регрессионная модель не может быть применена для поиска коэффициентов предикторов, поскольку коэффициенты и модель статистически не значимы, даже несмотря на наличие корреляции.

Рассеивание отдельных переменных и ставок аренды

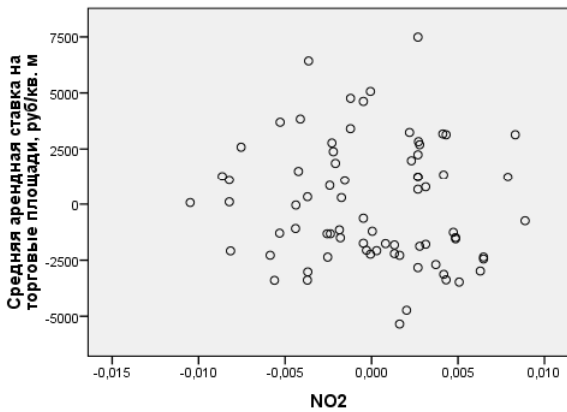
Partial Regression Plot
Dependent Variable: Средняя арендная ставка на торговые площади, руб/кв. м



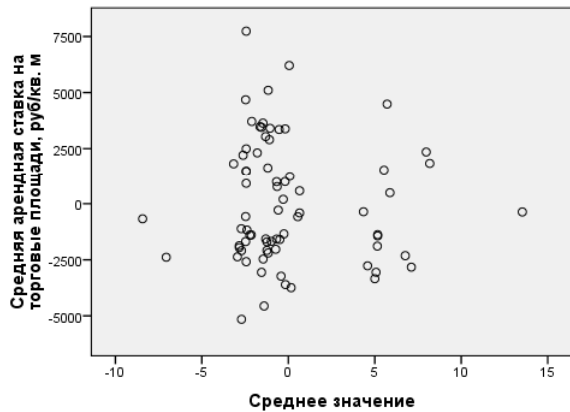
Partial Regression Plot
Dependent Variable: Средняя арендная ставка на торговые площади, руб/кв. м



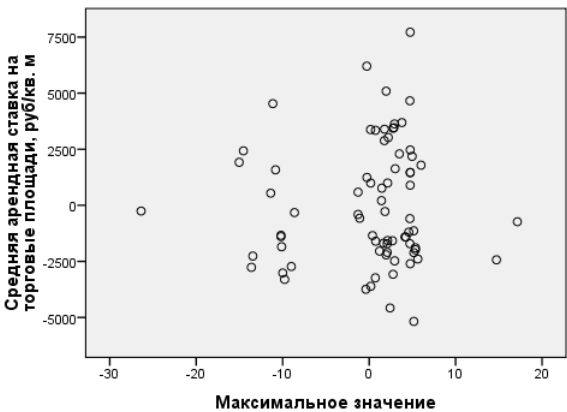
Partial Regression Plot
Dependent Variable: Средняя арендная ставка на торговые площади, руб/кв. м



Partial Regression Plot
Dependent Variable: Средняя арендная ставка на торговые площади, руб/кв. м



Partial Regression Plot
Dependent Variable: Средняя арендная ставка на торговые площади, руб/кв. м



Общие выводы:

Основываясь на проведенном регрессионном анализе с целью выявления зависимости стоимости недвижимости (квартир, офисных и торговых помещений) от экологической обстановки в районах г. Москвы, мы пришли к следующим выводам:

- влияние экологического вреда на стоимость недвижимости находится в обратной зависимости, т.е. чем хуже экологическая обстановка, тем дешевле объекты недвижимости в районе;
- анализ зависимостей между средней ценой на объекты недвижимости и экологическим вредом показал, что нет ни одной статистической значимой зависимости, которую можно описать функционально;
- анализ рассеивания значений цен на недвижимость и уровней загрязнений показал, что визуальные зависимости отсутствуют по всем объектам недвижимости;
- коэффициенты детерминации (R^2):
 - для квартир приблизительно равен 0,1, следовательно, регрессионная модель объясняет 10% общей дисперсии (разброса) данных;
 - для офисной недвижимости приблизительно равен 0,09, следовательно, регрессионная

модель объясняет 9% общей дисперсии (разброса) данных;

- для торговой недвижимости приблизительно равен 0,18, следовательно, регрессионная модель объясняет 18% общей дисперсии (разброса) данных.

Таким образом, стоимость недвижимого имущества зависит от показателей экологической обстановки района следующим образом:

- квартиры – 10%;
 - офисной недвижимости – 9%;
 - торговой недвижимости – 18%.
- Статистически верно, что при уровне доверия 95% (с вероятностью 0,95) максимально снижающие цену на жильё коэффициенты при переменных среднего и максимального уровня загрязнённости почв могут быть следующими:
 - средний уровень загрязнения почв = -44,72 руб. при увеличении показателя на 1;
 - максимальный уровень загрязнения почв = -774,024 при увеличении показателя на 1.

Таким образом, регрессионный анализ подтверждает наличие статистической зависимости только у цен на квартиры и загрязнений почвы.

Библиография

1. Елисеева И. И., Юзбашев М.М. Е51 Общая теория статистики: Учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 656 с: ил. ISBN 5-279-02414-7.
2. РБК Рейтинг. Рейтинг районов Москвы по стоимости квартир в мае 2011 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rating.rbc.ru/article.shtml?2011/06/03/33312528>.
3. Свободная энциклопедия «Википедия». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Нулевая_гипотеза.
4. <http://www.arendator.ru>.
5. <http://www.irr.ru>.
6. <http://www.realto.ru>.

References (transliteration)

1. Eliseeva I. I., Yuzbashev M.M. E51 Obshchaya teoriya statistiki: Uchebnik / Pod red. I.I. Eliseevoy. — 5-e izd., pererab. i dop. — M.: Finansy i statistika, 2004. — 656 s: il. ISBN 5-279-02414-7.
2. RBK Rejting. Rejting rayonov Moskvy po stoimosti kvartir v mae 2011 goda. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://rating.rbc.ru/article.shtml?2011/06/03/33312528>.
3. Svobodnaya entsiklopediya «Vikipediya». [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://ru.wikipedia.org/wiki/Nulevaya_gipoteza.
4. <http://www.arendator.ru>.
5. <http://www.irr.ru>.
6. <http://www.realto.ru>.