

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОМЕРНОГО РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ

Санкт-Петербург - Нижний Новгород
2014

ЧТО, ГДЕ, КОГДА?

- **МНОГОМЕРНЫЙ РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ – ЕДИНСТВЕННЫЙ ОБОСНОВАННЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ МЕТОД В РАМКАХ СРАВНИТЕЛЬНОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ НЕДВИЖИМОСТИ.**
 - ОРГАНИЧНО ВПИСЫВАЕТСЯ В ПОНИМАНИЕ СТОИМОСТИ КАК СРЕДНЕЙ ПО ВСЕМУ РЫНКУ ЦЕНЫ НА АНАЛОГИЧНЫЙ АКТИВ.
 - ПОЗВОЛЯЕТ ПОЛУЧАТЬ **ТОЧЕЧНУЮ ОЦЕНКУ СТОИМОСТИ И ИНТЕРВАЛ ЕЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.**

- **ГЛАВНЫЙ НЕДОСТАТОК МЕТОДА – НЕВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НА ТРЕХ-ПЯТИ АНАЛОГАХ. 😊**

- **РЕЧЬ ИДЕТ О ТРЕТЕЙСКОЙ (ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ) ОЦЕНКЕ НА АКТИВНЫХ РЫНКАХ. В УСЛОВИЯХ ЦЕНООБРАЗУЮЩЕЙ ОЦЕНКИ (УНИКАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ, ПАССИВНЫЕ РЫНКИ) НАДЕЯТЬСЯ НА МЕТОД НЕ СТОИТ.**



ОСОБЕННОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ

- **«ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ» МОДЕЛИ:** ОПИСЫВАЕТСЯ ВЛИЯНИЕ **ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ**. ВРЕМЯ ВКЛЮЧАЕТСЯ В МОДЕЛИ, СКОРЕЕ, КАК ИСКЛЮЧЕНИЕ. ЭТО МНОГОЕ УПРОЩАЕТ.
- **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА МАЛЫХ ГЕНЕРАЛЬНЫХ СОВОКУПНОСТЯХ (ЛОКАЛЬНЫХ РЫНКАХ «ВОКРУГ» ОБЪЕКТА ОЦЕНКИ) ПРИ ОТНОСИТЕЛЬНО БОЛЬШИХ ДОЛЯХ ОТБОРА АНАЛОГОВ.**
- **НАЛИЧИЕ «КАЧЕСТВЕННЫХ» ФАКТОРОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ОЦИФРОВКЕ ДЛЯ УЧЕТА В МОДЕЛИ.**
- **НЕЛИНЕЙНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ МОДЕЛИРУЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ (СТОИМОСТИ, РЫНОЧНОЙ АРЕНДНОЙ ПЛАТЫ) ОТ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ.**
- **ДЛЯ КАЖДОЙ ОЦЕНКИ - СВОЯ МОДЕЛЬ. «ЗДЕСЬ И СЕЙЧАС».**



СКОЛЬКО НУЖНО АНАЛОГОВ?

Ровно столько, сколько нужно чтобы построить адекватную модель 😊

Чем больше однородных аналогов – тем лучше проявляются связи и меньше неопределенность оценки.

Но! Число аналогов и их близость объекту оценки и друг другу (однородность выборки) **на практике – обменные параметры.**

На однородных выборках адекватные модели могут быть построены при числе аналогов $n \geq 2(k+1)$, где k – число учитываемых ценообразующих факторов.

$$n - k - 1 = \text{ЧСС} \quad \longrightarrow \quad n = \text{ЧСС} + (k + 1) \quad \longrightarrow \quad \text{ЧСС} \geq k + 1$$

Каждому фактору – по степени свободы, и еще одну на всех!

На практике: Ищем аналоги, начиная с «точно таких же». Считаем факторы, по которым различаются объекты, и отбираем аналоги, пока, как минимум, не обеспечим требуемое число степеней свободы. Иначе - не стоит и начинать строить модель.

<http://www.appraiser.ru/default.aspx?SectionId=41&Id=1577>



СКОЛЬКО ФАКТОРОВ УЧИТЫВАТЬ?

В МОДЕЛИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ УЧТЕНЫ ВСЕ ФАКТОРЫ, ПО КОТОРЫМ ОТЛИЧАЮТСЯ ОБЪЕКТЫ СРАВНЕНИЯ И ВАРИАЦИЯ КОТОРЫХ СПОСОБНА ОБЪЯСНИТЬ НАБЛЮДАЕМУЮ ВАРИАЦИЮ ЦЕН.

ПОПУСК (НЕВКЛЮЧЕНИЕ В МОДЕЛЬ) СУЩЕСТВЕННО ВЛИЯЮЩЕГО ФАКТОРА – ГРУБАЯ ОШИБКА СПЕЦИФИКАЦИИ МОДЕЛИ, ПРИВОДЯЩАЯ К СМЕЩЕНИЮ ОЦЕНОК МОДЕЛИ.

УЧЕТ «ЛИШНЕГО» ФАКТОРА – ГОРАЗДО МЕНЬШЕЕ ЗЛО (РАСТЕТ ЛИШЬ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ОЦЕНКИ).

НА ПРАКТИКЕ:

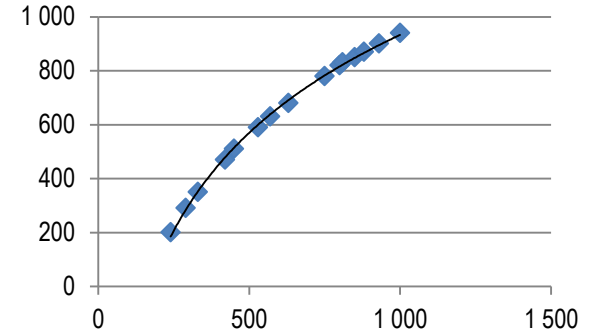
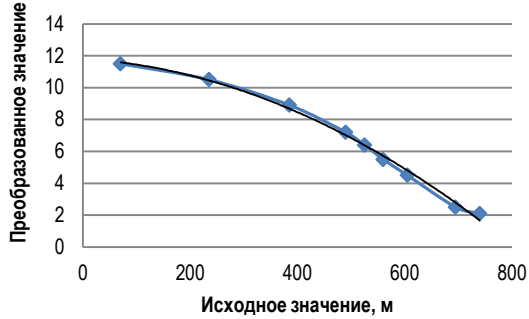
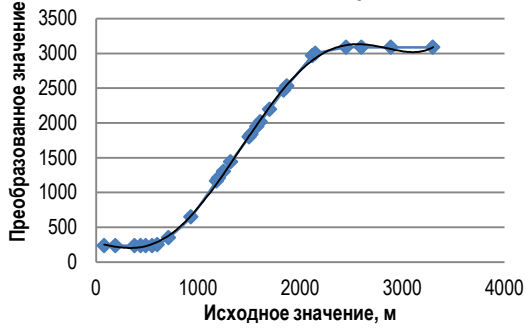
- 1. ПРИ ДОСТАТОЧНОМ ЧИСЛЕ АНАЛОГОВ В МОДЕЛЬ ВКЛЮЧАЮТСЯ ВСЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО ВЛИЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ, ПО КОТОРЫМ НАБЛЮДАЮТСЯ РАЗЛИЧИЯ ОТОБРАННЫХ ОБЪЕКТОВ СРАВНЕНИЯ. В ПРОЦЕССЕ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ НЕЗНАЧИМЫЕ ФАКТОРЫ УДАЛЯЮТСЯ ИЗ НЕЕ С УЧЕТОМ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ДАННЫХ РЫНКА.**
- 2. ПРИ НЕДОСТАТКЕ АНАЛОГОВ ВЫЯВЛЯЮТСЯ ОСНОВНЫЕ ВЛИЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ, СТРОЯТСЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ, ЗАТЕМ В НИХ ДОБАВЛЯЮТСЯ «ПРОПУЩЕННЫЕ» ФАКТОРЫ.**

«ДЛЯ ГАРАНТИИ» - МОЖНО ОСТАВЛЯТЬ В МОДЕЛИ ОДИН-ДРУГОЙ НЕ ВПОЛНЕ ЗНАЧИМЫЙ ФАКТОР.

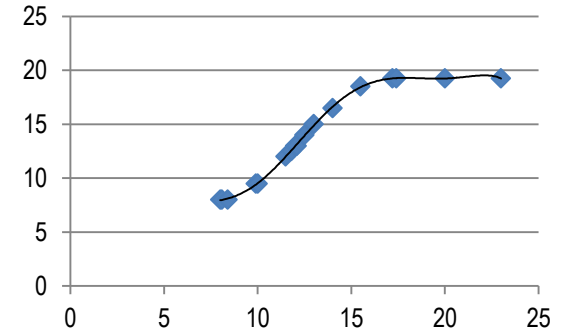
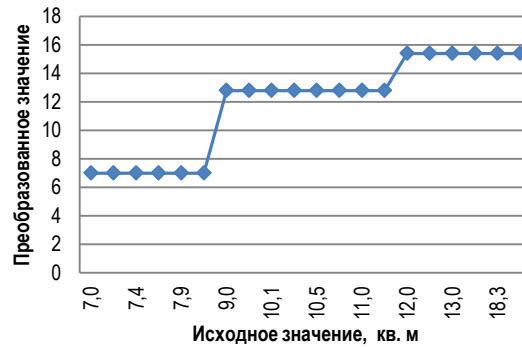
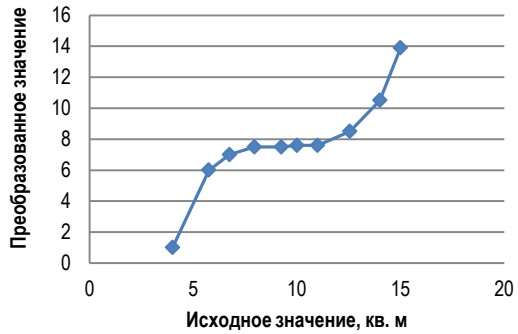


НЕЛИНЕЙНЫЕ СВЯЗИ НА РЫНКЕ

Расстояние до метро



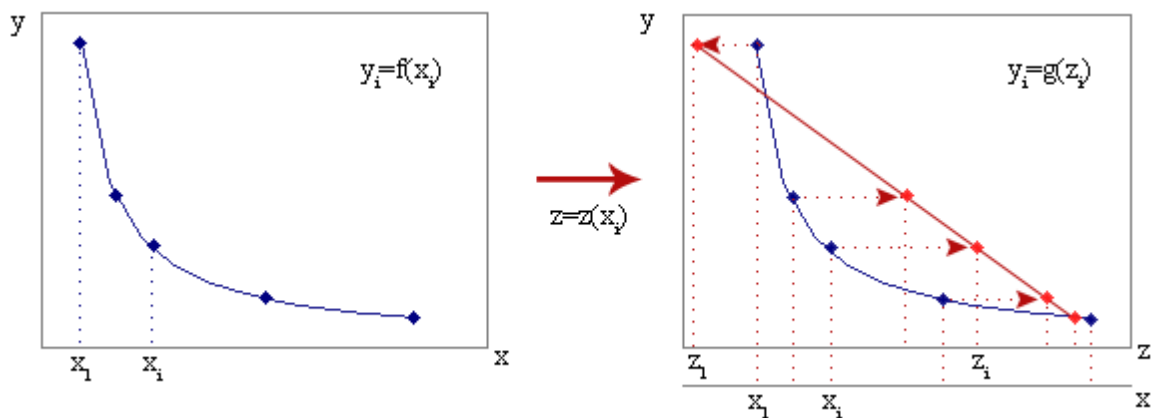
Площадь кухни



КАК УЧЕСТЬ НЕЛИНЕЙНЫЕ СВЯЗИ

Рекомендации в литературе – строить нелинейные регрессионные модели.
 Недостатки этого подхода – **однотипность нелинейности для всех или большинства факторов, сложности выбора вида и параметров зависимостей.**

Для зависимостей, заданных дискретно, **всегда существует** линеаризующее преобразование



На практике - линеаризующее преобразование для каждой из переменных удобно проводить с помощью оптимизационной процедуры - макроса MS Excel – «Поиск решения» с контролем вида получаемых зависимостей на соответствие экономическим гипотезам. Именно здесь проявляется сужденческий потенциал оценщика как эксперта рынка.

Ускорить процесс помогает применение функции MS Excel «Просмотр»

<http://www.appraiser.ru/default.aspx?SectionId=35&Id=3605>



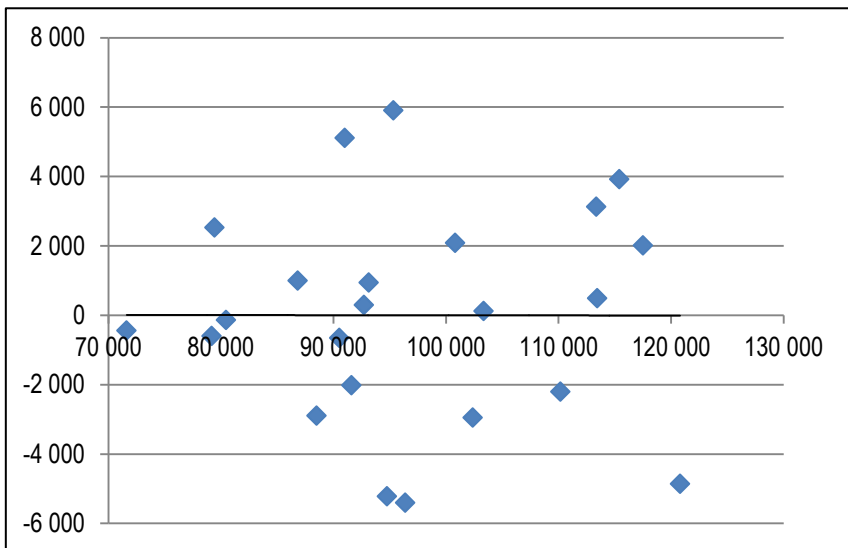
АНАЛИЗ ОСТАТКОВ МОДЕЛИ

«Вы будете видеть в этих остатках потенциально неограниченный источник для зарождения новых идей, а, возможно, и новых теорий.

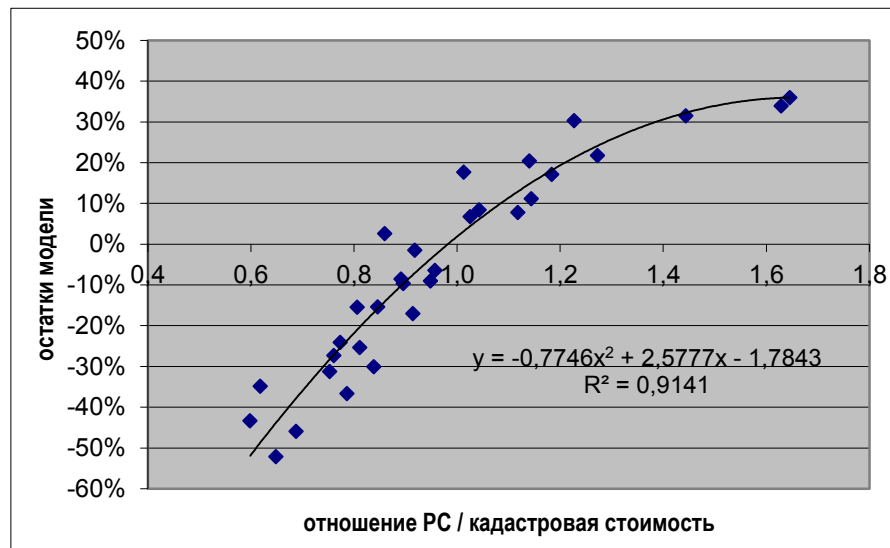
...Остатки, взятые по отдельности, указывают когда, где и в какой степени существующая модель не смогла объяснить наблюдаемые события».

Кристофер Доугерти. Введение в эконометрику. 3-е издание, 2009

Случайные остатки модели



Пропущенный неизвестный фактор



КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ АДЕКВАТНОСТИ (КОРРЕКТНОСТИ) МОДЕЛИ

К великому нашему огорчению☹, единственного критерия адекватности (корректности) регрессионной модели не существует.

Можно говорить о комплексе показателей, обеспечивающих адекватность модели рыночным данным и закономерностям:

- средняя и максимальная ошибки аппроксимации;
- статистическая значимость большинства коэффициентов модели;
- соответствие знаков коэффициентов модели экономическим гипотезам;
- соответствие вида функции влияния каждого из факторов на зависимую переменную экономическим гипотезам;
- случайность распределения остатков модели от значений зависимой переменной (модельных);
- ширина доверительного интервала для точечной оценки;
- устойчивость (балансировка) регрессионной модели.

На практике – на последних этапах построения моделей лучшая из них отбирается не столько по формальным показателям, сколько по соображениям соответствия рынку.



РАСЧЕТ ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА ДЛЯ СРЕДНЕГО ЗНАЧЕНИЯ ЦЕНЫ (СТОИМОСТИ)

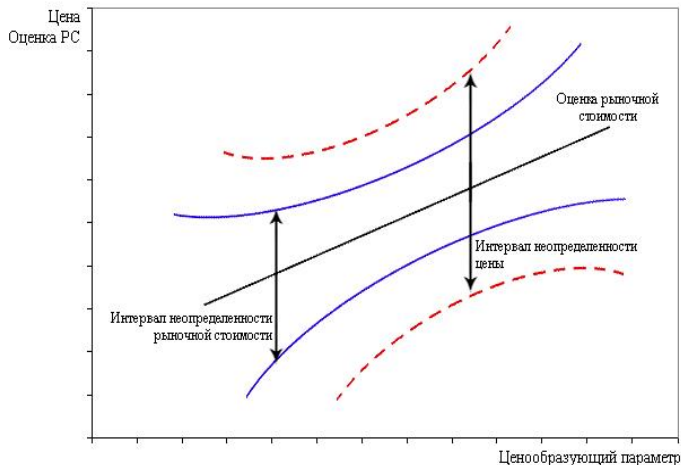
Однофакторная модель

$$\tilde{y} = a_0 + a_1 f(z) \rightarrow \tilde{y} = b_0 + b_1 x$$

Доверительный интервал для оценки стоимости

$$\tilde{y}_o \pm t_\alpha s \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_o - \bar{x})^2}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}}$$

Модель парной регрессии



Многофакторная модель

$$\tilde{y} = b_0 + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_k x_{ik}$$

Решение в матричном виде

$$A = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

Доверительный интервал оценки стоимости в матричном виде

$$\tilde{y}_o \pm t_\alpha s \sqrt{x_o^T (X^T X)^{-1} x_o}$$

На **реальных рынках** (при конечных генеральных совокупностях цен) и для **корректных моделей** это соотношение можно рассматривать как **оценку сверху** для интервала неопределенности РС.

Примеры расчета доверительного интервала инструментами MS Excel:

<http://www.appraiser.ru/default.aspx?SectionId=32&q=posts&t=5828&p=2>
<http://www.appraiser.ru/default.aspx?SectionId=32&q=posts&t=5350&p=16>



ПРЕДПОСЫЛКИ РЕГРЕССИИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ИХ НАРУШЕНИЙ

Нарушение условия построения /предпосылки регрессии

Объем выборки не превышает числа варьируемых переменных $n \leq k$, либо между переменными существует строгая **линейная зависимость**

Малый объем и малая доля отбора выборки

Выборка **неоднородна** (включены объекты, не подчиняющиеся закономерностям основной совокупности)

Неправильная спецификация модели – **недобор** влияющих переменных

Неправильная спецификация модели – **перебор** влияющих переменных

Сопряженность (мультиколлинеарность) влияющих переменных

Негативные последствия, возможные действия для устранения эффекта

Невозможно вычислить коэффициенты уравнения регрессии. Необходимо увеличить объем выборки, повышать ее однородность, а также исключить из рассмотрения строго зависимые переменные

Снижение эффективности, увеличение дисперсии и интервалов неопределенности оценок. Затруднено применение статистических критериев.
Необходимо увеличивать объем выборки.

Регрессионные оценки смещены. Также **смещена оценка моделируемой величины** (уравнения в целом). **Модель неадекватна.** Необходимо удалять из выборки наблюдения других совокупностей

Смещение и несостоятельность оценок. Модель неадекватна. Необходимо пересмотреть спецификацию модели

Снижение эффективности (увеличение дисперсии) оценок. Оценки не смещены.

Снижение эффективности оценок. Оценки коэффициентов регрессии смещены, оценка моделируемой величины (уравнения в целом) остается несмещенной
Затруднена интерпретация модели в предметной области



ПРЕДПОСЫЛКИ РЕГРЕССИИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ИХ НАРУШЕНИЙ

Нарушение условия построения /предпосылки регрессии

Значения остатков неслучайны относительно зависимой переменной

Значения остатков зависят от влияющих переменных (для переменных со случайной составляющей)

Гетероскедастичность (различная дисперсия) остатков

Отсутствие нормальности распределения остатков модели

Наличие автокорреляции остатков (как правило, для временных рядов)

Негативные последствия, возможные действия для устранения эффекта

Значения зависимой переменной также неслучайны, оценки смещены, модель неадекватна.

Необходимо пересмотреть спецификацию модели - вид функциональной связи и/или состав влияющих факторных переменных

Регрессионные оценки смещены, модель неадекватна.

Необходимо пересмотреть спецификацию модели - вид функциональной связи и/или состав влияющих факторных переменных.

Коэффициенты регрессии остаются несмещенными, но становятся неэффективными. Затруднена проверка значимости коэффициентов по t-критерию, а также оценка доверительных интервалов моделируемой величины
В качестве первого шага борьбы рекомендуется переход к удельным показателям

Затруднено построение интервальных оценок, а также проверка значимости коэффициентов регрессии и уравнения в целом.
При симметричных генеральных совокупностях корректные оценки могут быть получены и в отсутствие нормальности распределения остатков

Коэффициенты регрессии остаются несмещенными, но становятся неэффективными.
Рекомендуется пересмотреть спецификацию модели



ПРЕДПОСЫЛКИ РЕГРЕССИИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ИХ НАРУШЕНИЙ

Итак, реальными задачами при построении МРМ для индивидуальной оценки недвижимости являются всего пять 😊:

➤ **обеспечение требуемого объема выборки аналогов (числа степеней свободы)**

➤ **обеспечение однородности выборки аналогов**

Однородной признается выборка, в составе которой все объекты, включая оцениваемый, имеют единый набор ценообразующих факторов и ценообразование по каждому из факторов может быть описано единой функцией.

На практике - объекты должны принадлежать одному сегменту (субсегменту) рынка.

➤ **недопущение пропуска (неучета) существенно влияющих факторов**

Реальный прием – сохранение в модели одного-двух факторов, значимость которых недостаточна по формальным признакам

➤ **корректная спецификация модели – учет нелинейных связей факторов с моделируемой величиной**

Реальный прием - использование оптимизационных процедур линеаризации модели с табличным заданием функций и контролем вида полученных зависимостей по графикам.

➤ **контроль случайности остатков модели от значений моделируемой (зависимой) переменной и (очень редко) влияющих факторов**

Реальный прием – построение точечных диаграмм остатков модели от модельных значений зависимой переменной.

Для «пространственных» моделей зависимость остатков от влияющих факторов нетипична. Легко проверяется инструментами макроса «Регрессия» электронных таблиц MS Excel



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Николай Баринов

FRICS, к.т.н.

директор по научно-методической работе

ООО «ИНКО»

http: www.intconsulting.ru

e-mail: N.Barinov@intconsulting.ru

mobile: +7 921 941 9037

