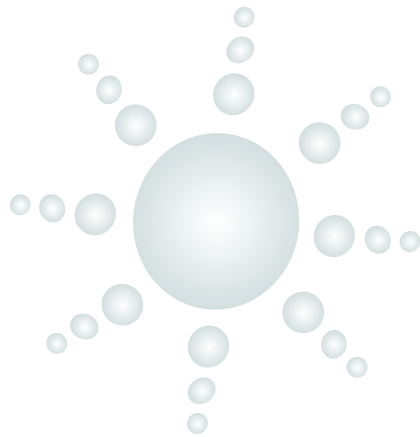


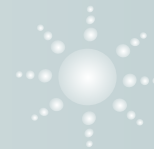


Эконометрика

**Хасанова
Светлана Фанилевна**

**Лекция 1
«Парная регрессия»**

Парная линейная регрессия



- ❖ Основная цель – построить уравнение (модель) вида:

$$Y = a + b \cdot X$$

описывающее зависимость между зависимой переменной (результатом – Y) и независимой переменной (фактором – X).

a и b – называются **параметрами модели**.

Примеры зависимостей:

- Выручки предприятия от расходов на рекламу;
- Цены на нефть от курса доллара,
- Количества баллов по эконометрике от количества часов, потраченных на её изучение и т.д.

Пример построения парной линейной регрессии



Изучается влияние объема ВВП на объем экспорта в стране.

Для корреляционно-регрессионного анализа

использована выборка за 10 лет:

Годы	T	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ВВП	X	1000	1090	1150	1230	1300	1360	1400	1470	1500	1580
Экспорт	Y	190	220	240	240	260	250	280	290	310	350

Построим график по следующему правилу:

По оси Y – зависимая переменная или изучаемая величина
(экспорт)

По оси X – независимая переменная или причинный фактор
(ВВП)

**Каждая точка графика
соответствует каждому году**



Зависимость экспорта от объема ВВП

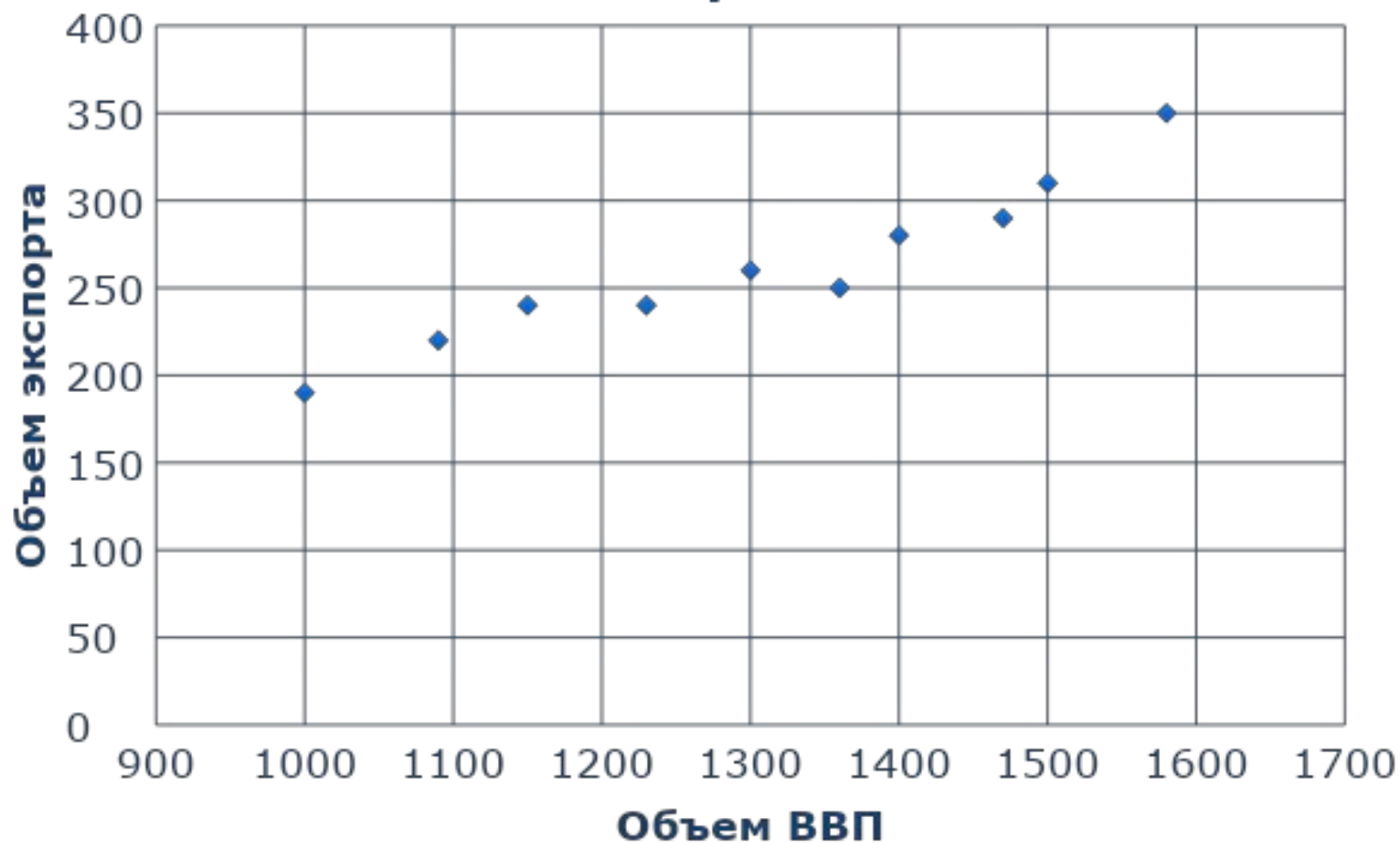
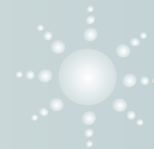
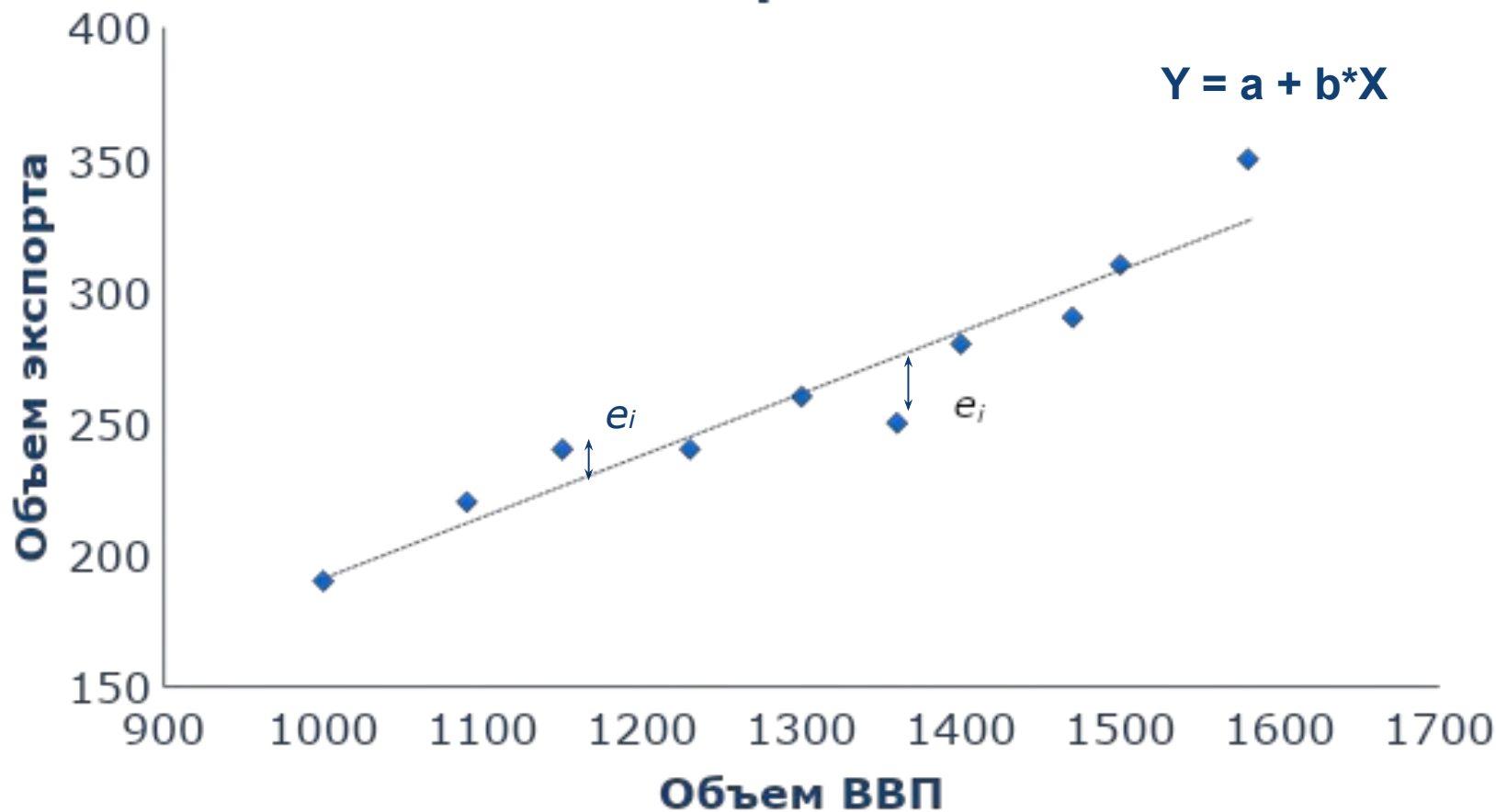


График линейной зависимости



Зависимость экспорта от объема ВВП



$$\sum e_i^2 = \sum (y_i - y_{\text{предсказ}})^2 \rightarrow \min$$

Формулы для нахождения параметров



- ♦ При помощи **метода наименьших квадратов (МНК)** выведены формулы для нахождения параметров уравнения (коэффициентов регрессии)

Формула

Экономический смысл

b =

$$b = \frac{\overline{yx} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}$$

Показывает среднее изменение результата с изменением фактора на одну единицу

a =

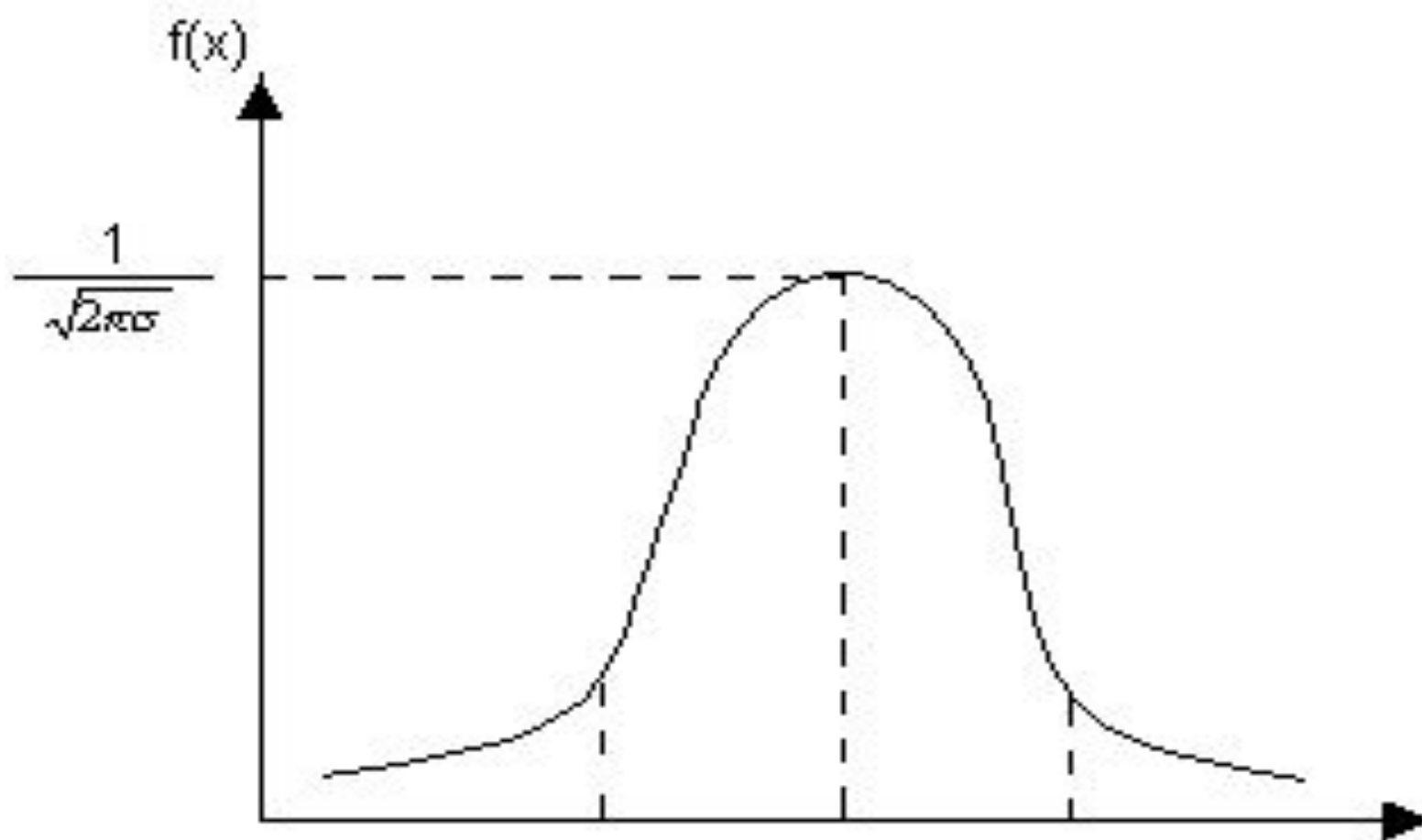
$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}$$

Значение y при x=0

Требование нормального распределения остатков



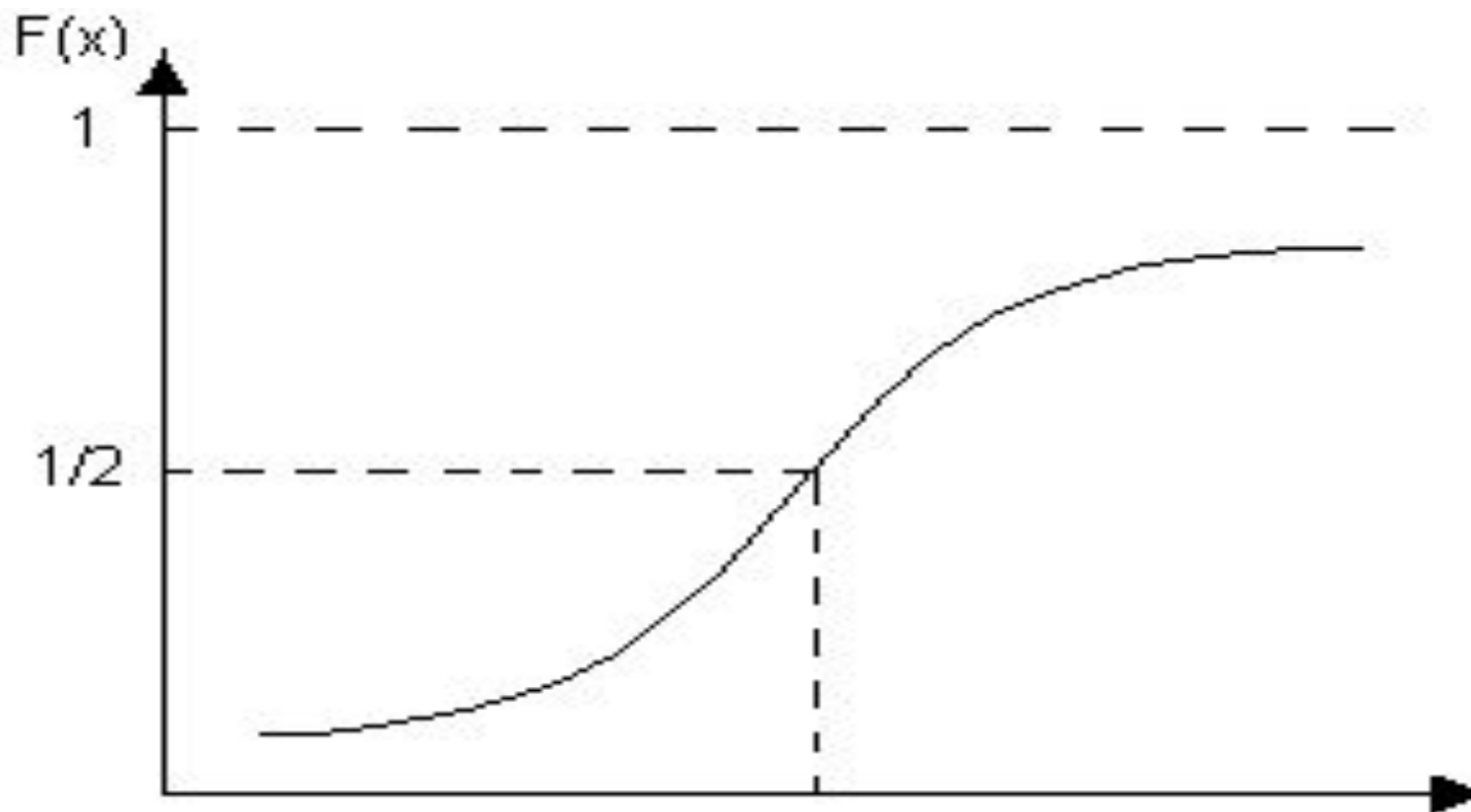
График плотности вероятности нормального распределения



Требование нормального распределения остатков



Интегральная функция распределения нормальной СВ



Коэффициент корреляции



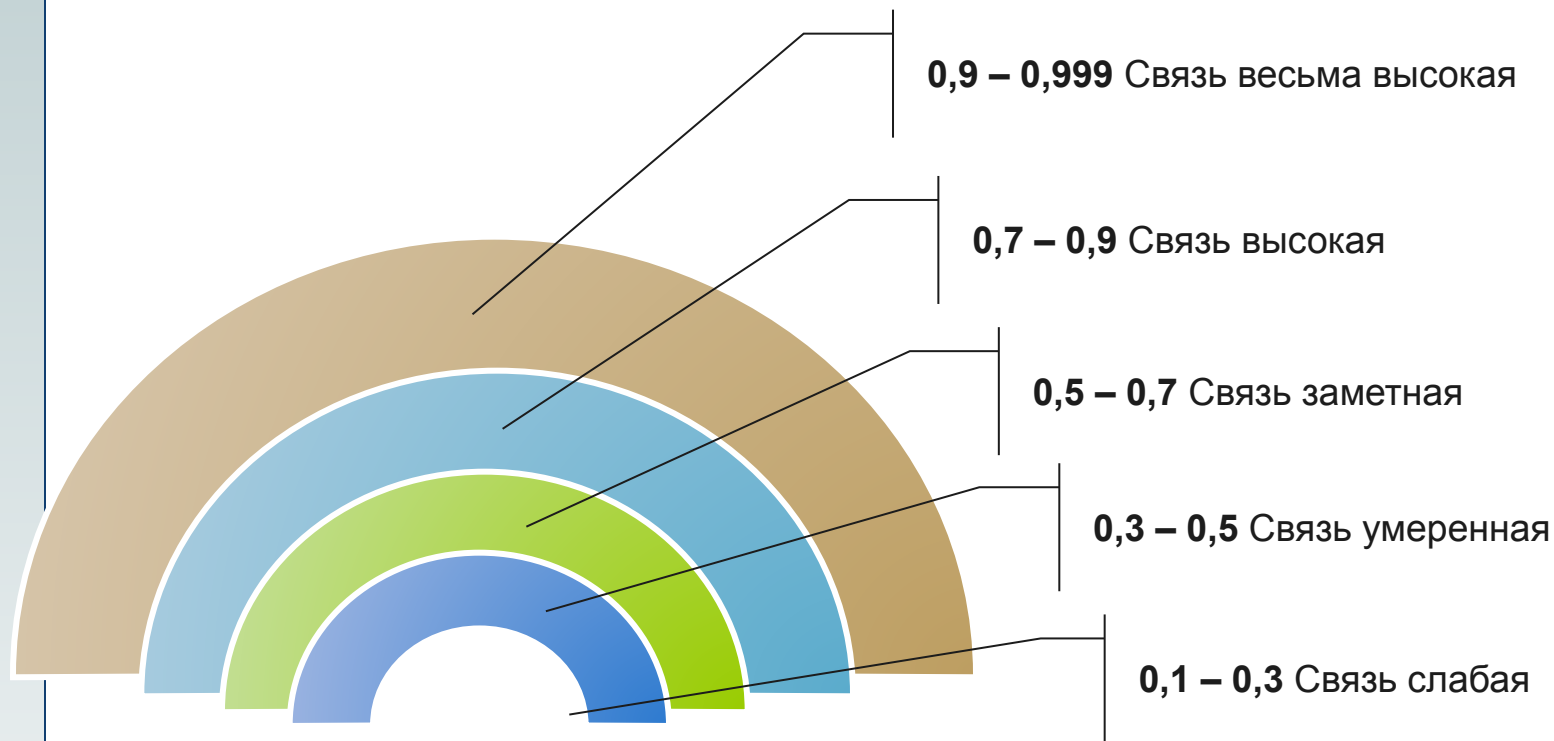
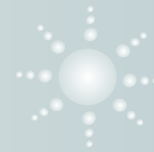
Его значения находятся в границах: $-1 \leq r \leq 1$.

$b > 0$, то $r > 0$, связь прямая;

$b < 0$, то $r < 0$, связь обратная .



Шкала Чеддока для интерпретации коэффициента корреляции



Проверка качества подбора модели (вида уравнения)



$$\begin{array}{|c|} \hline \text{TSS} \\ \hline \text{СумКО} \\ \hline \text{общая} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{ESS} \\ \hline \text{СумКО} \\ \hline \text{объясненная} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{RSS} \\ \hline \text{СумКО} \text{ остаточная} \\ \hline \end{array}$$

$$\sum (y - \bar{y})^2 = \sum (\hat{y} - \bar{y})^2 + \sum (y - \hat{y})^2$$

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} = 1 - \frac{RSS}{TSS}$$

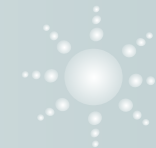
$$R^2 = r^2$$



$$0 \leq R^2 \leq 1$$

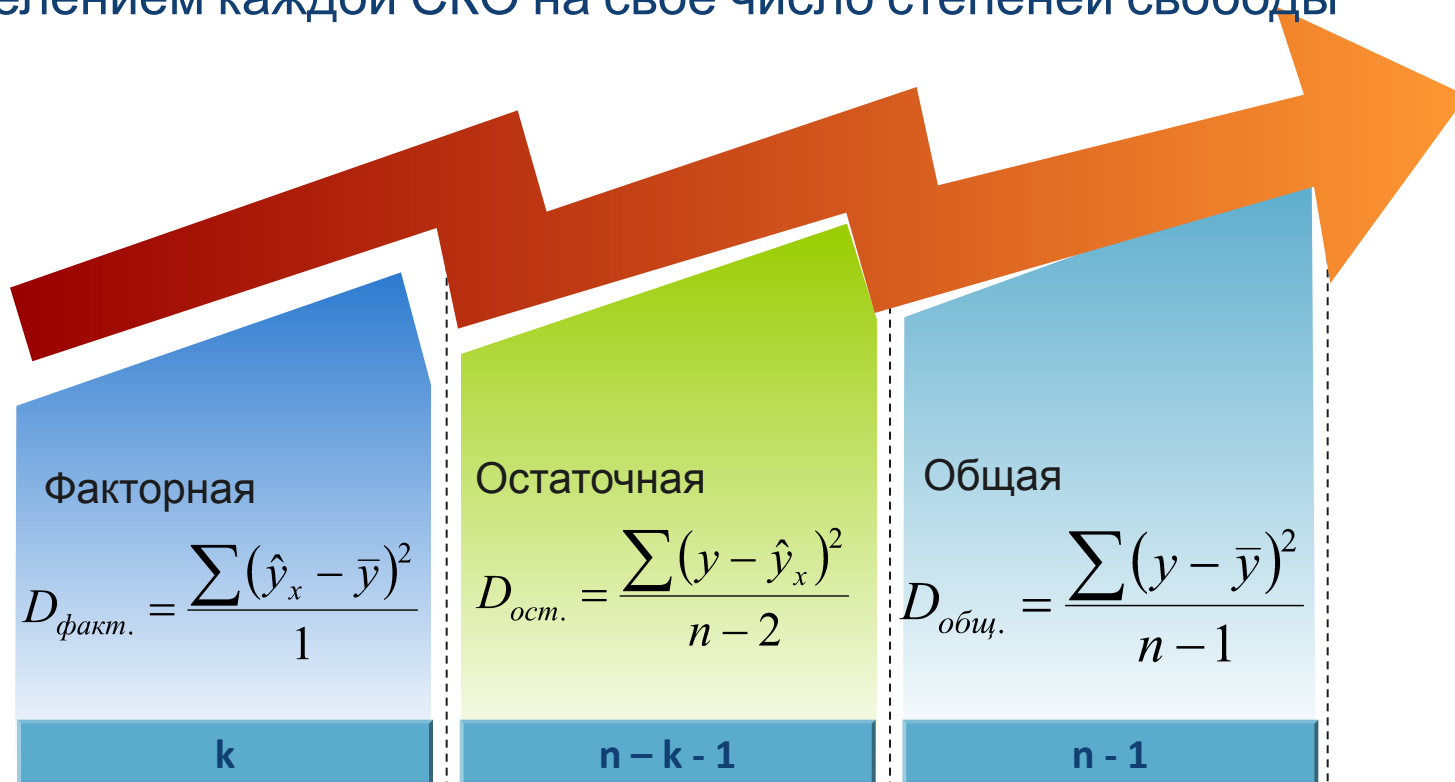
Коэффициент детерминации R^2 - характеризует долю объясненной регрессией вариации y , в общей вариации результативного признака

Характеристики модели



Число степеней свободы - это число независимо варьируемых значений признака.

Дисперсия на одну степень свободы - получается делением каждой СКО на свое число степеней свободы



k – количество независимых переменных (для парной регрессии = 1)

Проверка статистической значимости модели



$$H_0: D_{\text{факт.}} = D_{\text{ост.}} \quad H_1: D_{\text{факт.}} > D_{\text{ост.}}$$

$$F_{\text{набл}} = \frac{D_{\text{факт.}}}{D_{\text{ост.}}}$$

$$F_{\text{распобр}}(\alpha; 1; n-2)$$

если:

$$F_{\text{набл.}} < F_{\text{табл.}}$$

$$F_{\text{набл.}} \geq F_{\text{табл.}}$$

Модель
статистически
не значима

Модель
статистическ
и значима

Если справедлива H_0 , то дисперсии не отличаются друг от друга. Для H_0 необходимо опровержение, чтобы факторная дисперсия превышала остаточную в несколько раз.

Проверка статистической значимости параметров



H0: b=0

H1: b≠0

$$t_{\text{набл}} = \frac{b}{m_b}$$

$t_{\text{табл}} =$
СТЮДРАСПОБР(α;n-2)

**Стандартная
ошибка
параметра**

если:

$$|t_{\text{набл}}| < t_{\text{табл}}$$

$$|t_{\text{набл}}| \geq t_{\text{табл}}$$

**Параметр
статистически
и не значим**

**Параметр
статистически
и значим**

$$m_b = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y}_x)^2 / (n - 2)}{\sum (x - \bar{x})^2}}$$

$$m_b = \sqrt{\frac{D_{\text{остат}}^2}{\sum (x - \bar{x})^2}}$$

Доверительный интервал для параметра



- ❖ параметр b с надежностью α лежит в интервале:

$$b_0 - m_b \cdot t_{табл}(\alpha; n - 2) \leq b \leq b_0 + m_b \cdot t_{табл}(\alpha; n - 2)$$

- ❖ значимость $(\alpha) = 1 - \text{надежность}(\beta)$
Классические уровни α :

- ❖ **0,01**

- ❖ **0,05**

- ❖ **0,1**

Анализ данных



Регрессионная статистика

Множественный R	0,719494
R-квадрат	0,517671
Нормированный R-квадрат	0,473823
Стандартная ошибка	53,13959
Наблюдения	13

Объясненная
доля

Вероятность,
с которой
модель не
значима

Дисперсионный анализ

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	33338,02	33338,02	11,80602	0,005564
Остаток	11	31061,98	2823,816		
Итого	12	64400			

Вероятность, с которой не значим параметр

$$Y = -133,5 + 13,5 \cdot b$$

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	-133,542	78,10357	-1,7098	0,115324	-305,446	38,36313
X	13,17708	3,83502	3,435988	0,005564	4,736262	21,6179

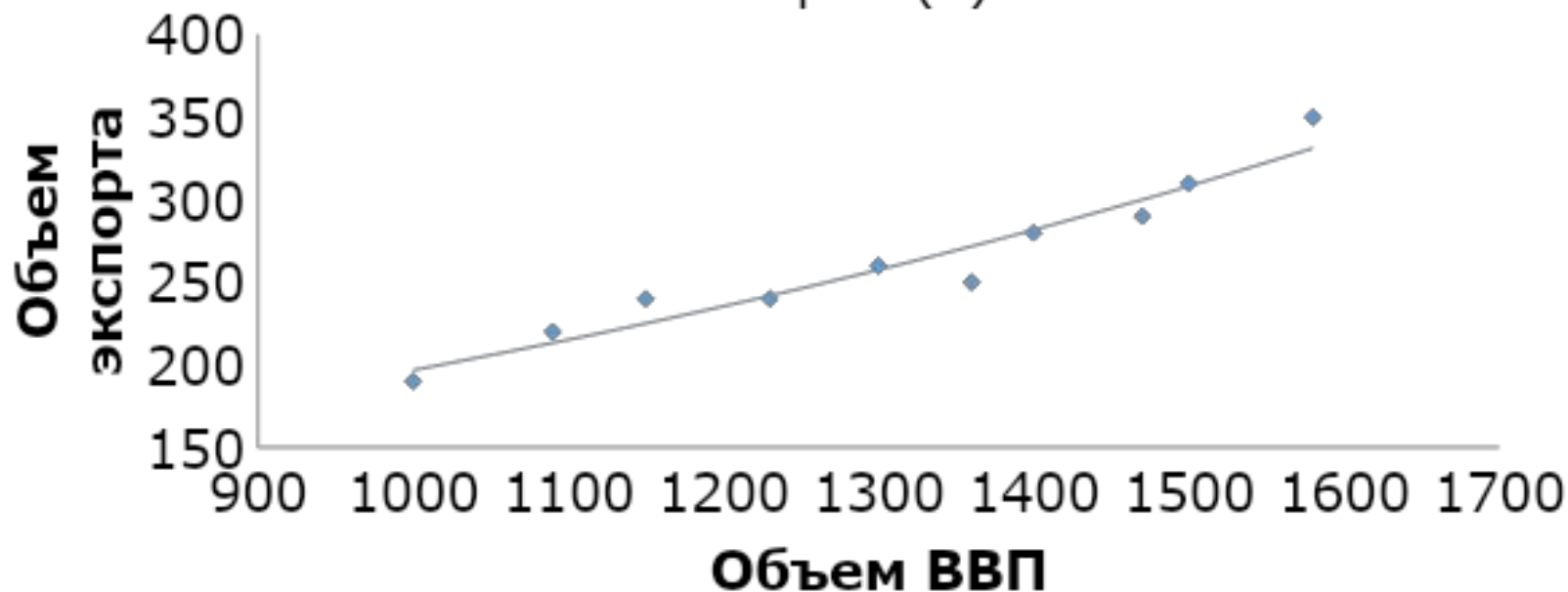


Экспоненциальная функция:

Зависимость экспорта от объема ВВП

$$Y = a \cdot e^{b \cdot x}$$

◆ Y – Экспон.(Y)



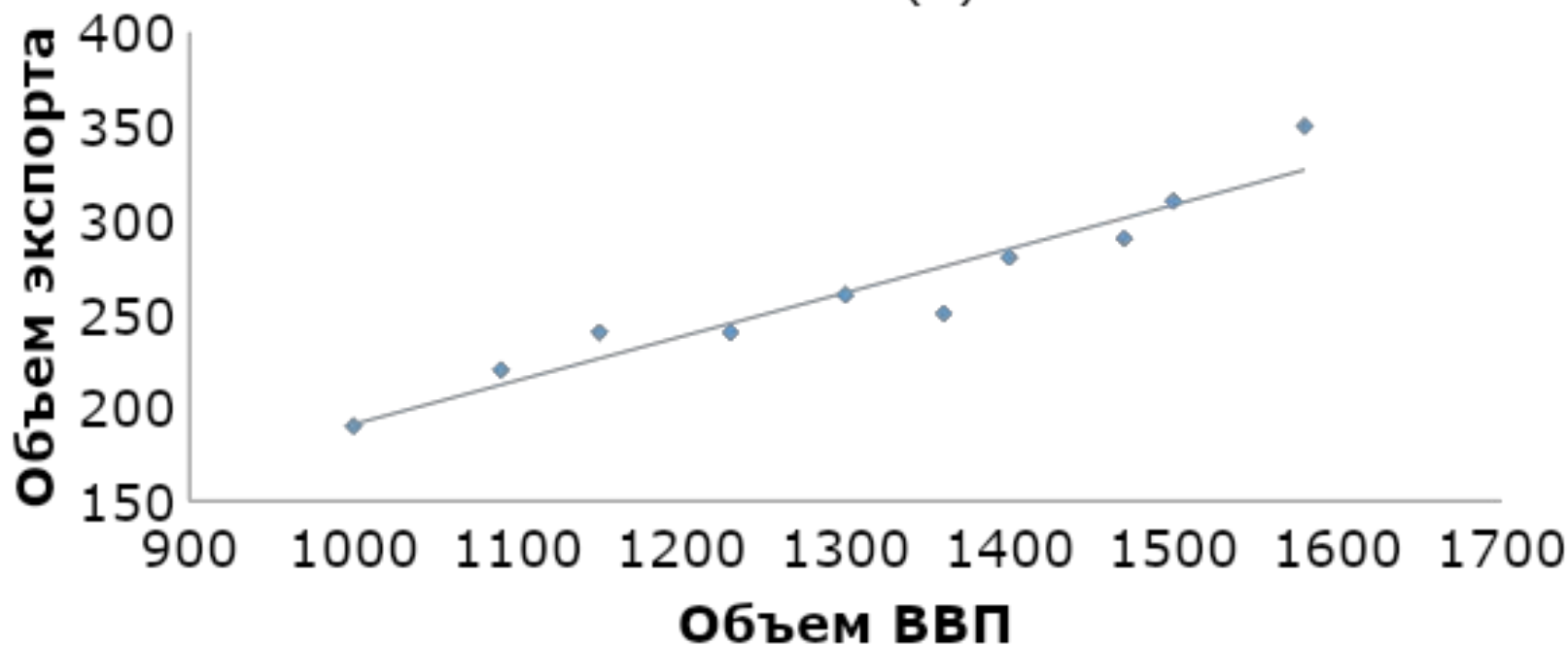


Логарифмическая функция

Зависимость экспорта от объема ВВП

$$Y = a + b \cdot \ln(x)$$

◆ Y – Linear(Y)



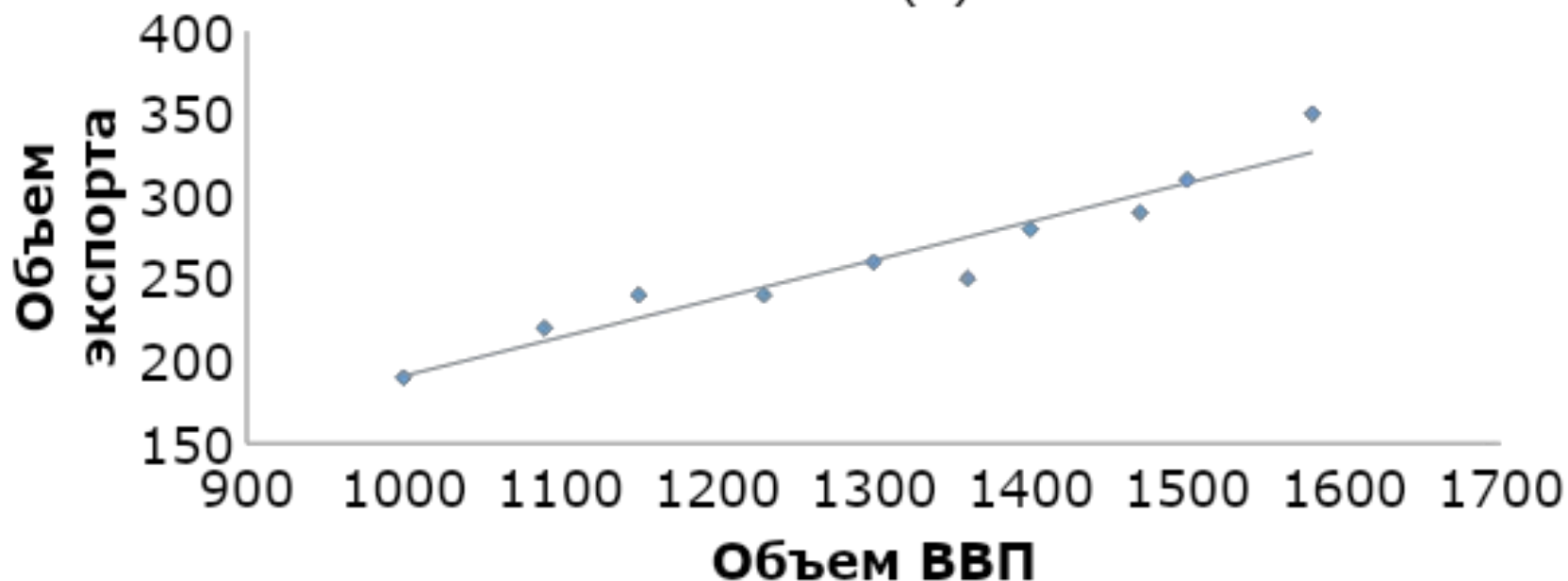


Степенная функция

Зависимость экспорта от объема
ВВП

$$Y = a \cdot x^b$$

◆ Y – Linear(Y)





- ❖ Эластичность определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_b = y' \cdot \frac{x}{y}$$

- ❖ Для парной регрессии: $\mathcal{E}_b = \frac{bx}{a + b \cdot x}$
- ❖ Для степенной: $\mathcal{E}_b = b$

Уравнение множественной регрессии

Линейная модель:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p + e$$

- На любой экономический показатель чаще всего оказывает влияние не один, а несколько факторов.
- Например, спрос на некоторое благо определяется не только ценой данного блага, но и ценами на замещающие и дополняющие блага, доходом потребителей и многими другими факторами.

Уравнение множественной регрессии в стандартизированном масштабе



- ❖ Уравнение регрессии в стандартизованном масштабе имеет вид:

$$t_y = \beta_1 t_{x_1} + \beta_2 t_{x_2} + \dots + \beta_p t_{x_p} + \varepsilon$$

- ❖ стандартизированные параметры:

$$t_y = \frac{y - \bar{y}}{\sigma_y}; \quad t_{x_j} = \frac{x_j - \bar{x}_j}{\sigma_{x_j}}, \quad j = \overline{1, n}$$

- ❖ Система уравнений:

$$\begin{cases} \beta_1 & + \beta_2 r_{x_2 x_1} & + \beta_3 r_{x_3 x_1} & + \beta_p r_{x_p x_1} & = r_{yx_1} \\ \beta_1 r_{x_1 x_2} & + \beta_2 & + \beta_3 r_{x_3 x_2} & + \beta_p r_{x_p x_2} & = r_{yx_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \beta_1 r_{x_1 x_p} & + \beta_2 r_{x_2 x_p} & + \beta_3 r_{x_3 x_p} & + \beta_p & = r_{yx_p} \end{cases}$$

проверка качества уравнения множественной регрессии



- ❖ Коэффициент детерминации:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$$

- ❖ Скорректированный к-т детерминации:

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

Проверка статистической значимости модели

$$H_0 : R^2 = 0 ; H_1 : R^2 > 0$$

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - k - 1}{k}$$

$$F_{\text{распобр}}(\alpha; k; n - k - 1)$$

если:

$$F_{\text{набл.}} < F_{\text{табл.}}$$

$$F_{\text{набл.}} \geq F_{\text{табл.}}$$

Модель
статистически
не значима

Модель
статистическ
и значима

Если справедлива H_0 , то дисперсии не отличаются друг от друга. Для H_0 необходимо опровержение, чтобы факторная дисперсия превышала остаточную в несколько раз.