

# Занятие №3



Рис. Алгоритм математического моделирования и прогнозирования состояния заболеваемости на региональном уровне

## Рабочая таблица №3

### 13. Расчеты коэффициента вариации

Годы	$y_i$	$(y_i - \bar{y})$	$(y_i - \bar{y})^2$
1	2	3	4
2007	-	-	-
2008	-	-	-
2009	380	$(380 - 451,5) = -71,5$	$(-71,5)^2 = 5112,25$
2010	410	$(410 - 451,5) = -41,5$	$(-41,5)^2 = 1722,25$
2011	417	$(417 - 451,5) = -34,5$	$(-34,5)^2 = 1190,25$
2012	460	$(460 - 451,5) = 8,5$	$(8,5)^2 = 72,25$
2013	508	$(508 - 451,5) = 56,5$	$(56,5)^2 = 3192,25$
2014	534	$(534 - 451,5) = 82,5$	$(82,5)^2 = 6806,25$
	2709	0	18095,5

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = \frac{2709}{6} = 451,5$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n} = \frac{18095,5}{6} = 3015,92$$

Среднее квадратическое отклонение -  $\sigma$

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{3015,92} = 54,92$$

Коэффициент вариации -  $K_{v\%}$

$$K_{v\%} = \frac{\sigma}{\bar{y}} * 100\% = \frac{54,92}{451,5} * 100\% = 12,2\%$$

**14. Размах вариации - R**

$$R = y_{\max} - y_{\min} = 534 - 380 = 154$$

**15. Коэффициент роста –  $K_p$**

$$K_p = y_{\text{последний}} / y_{\text{первый}} = 534 / 380 = 1,4$$

# Вывод

В результате расчетов установлен коэффициент вариации, равный 12,2%, что находится чуть выше предела нормы (10%).

С определенной долей погрешности можно провести аналитическое выравнивание и рассчитать модель тренда для экстраполяции тенденций.

# Занятие №4. Рабочая таблица №4

## 16. Расчеты коэффициента корреляции

Годы	$y_i$	$x(t)$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})$
					Табл. №3, кол. 3 и 4	Умножить кол. 4 и 6	
1	2	3	4	5	6	7	8
2008	-	-	-	-	-	-	-
2009	380	1	1-3,5=-2,5	6,25	-71,5	5112,25	178,75
2010	410	2	2-3,5=-1,5	2,25	-41,5	1722,25	62,25
2011	417	3	3-3,5=-0,5	0,25	-34,5	1190,25	17,25
2012	460	4	4-3,5=0,5	0,25	8,5	72,25	4,25
2013	508	5	5-3,5=1,5	2,25	56,5	3192,25	84,75
2014	534	6	6-3,5=2,5	6,25	82,5	6806,25	206,25
	2709	21	0	17,5	0	18095,5	553,5

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = \frac{2709}{6} = 451,5$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{21}{6} = 3,5$$

## Коэффициент корреляции - $r_{xy}$

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 * \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} =$$
$$= \frac{553,5}{\sqrt{17,5 * 18095,5}} = \frac{553,5}{\sqrt{316671,25}} = \frac{553,5}{562,74} = 0,98$$

Зависимость сильная при  $0,7 < |r_{xy}| < 1,0$  ; средняя при  $0,3 < |r_{xy}| < 0,7$  ; слабая при  $0 < |r_{xy}| < 0,3$

## 17. Проверка на статистическую значимость по t-критерию Стьюдента

$$t_{кр} = \sqrt{\frac{r_{xy}^2 * (n-2)}{1 - r_{xy}^2}} = \sqrt{\frac{0,98^2 * (6-2)}{1 - 0,98^2}} = \sqrt{\frac{0,96 * 4}{1 - 0,96}} = \sqrt{\frac{3,84}{0,04}} = \sqrt{96} = 9,8$$

$$t_{табл} = 2,77 \quad \Rightarrow \quad 9,8 > 2,77 \quad \Rightarrow \quad t_{кр} > t_{табл}$$

## 18. Коэффициент детерминации – $R^2$

$$R^2 = r_{xy}^2 = 0,98^2 = 0,96 [ 96\% ]$$

# Вывод

В результате корреляционного анализа установлен коэффициент корреляции, равный 0,98 и статистически достоверный согласно t-критерию Стьюдента.

Коэффициент свидетельствует о тесной, почти функциональной зависимости показателя детской инвалидности с ДЦП от времени.

# Рабочая таблица №5

## 19. Расчеты регрессионной модели тренда

Годы	$y_i$	$t_i$	$t_i^2$	$y_i * t_i$	$y_{t_i} = a + bt_i$
1	2	3	4	5	6
2007	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-
2009	380	1	1	380	372,5
2010	410	2	4	820	404,1
2011	417	3	9	1251	435,7
2012	460	4	16	1840	467,3
2013	508	5	25	2540	498,9
2014	534	6	36	3204	530,5
	<b>2709</b>	21	91	10035	<b>2709</b>

Суммы в выделенных полях таблицы должны быть равны (допустима погрешность)

$$b = \frac{n * \sum_{i=1}^n t_i y_{t_i} - \sum_{i=1}^n t_i * \sum_{i=1}^n y_{t_i}}{n * \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2}$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_{t_i} - b * \sum_{i=1}^n t_i}{n}$$



## Расчет коэффициентов $b$ и $a$ модели тренда

$$b = \frac{n * \sum_{i=1}^n t_i y_{ti} - \sum_{i=1}^n t_i * \sum_{i=1}^n y_{ti}}{n * \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2} = \frac{6 * 10035 - 21 * 2709}{6 * 91 - 21^2} = \frac{60210 - 56889}{546 - 441} = \frac{3321}{105} = 31,6$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_{ti} - b * \sum_{i=1}^n t_i}{n} = \frac{2709 - 31,6 * 21}{6} = \frac{2045,4}{6} = 340,9$$

**Тренд /  
модель**

$$y_t = a + b * t = 340,9 + 31,6 t$$

Расчет ретроспективных значений показателя заболеваемости согласно модели тренда – рассчитывается и записывается в 6й столбец таблицы №5

$$y_{2009} = a + b * t_{2009} = 340,9 + 31,6 * 1 = 372,5$$

$$y_{2010} = a + b * t_{2010} = 340,9 + 31,6 * 2 = 404,1$$

$$y_{2011} = a + b * t_{2011} = 340,9 + 31,6 * 3 = 435,7$$

$$y_{2012} = a + b * t_{2012} = 340,9 + 31,6 * 4 = 467,3$$

$$y_{2013} = a + b * t_{2013} = 340,9 + 31,6 * 5 = 498,9$$

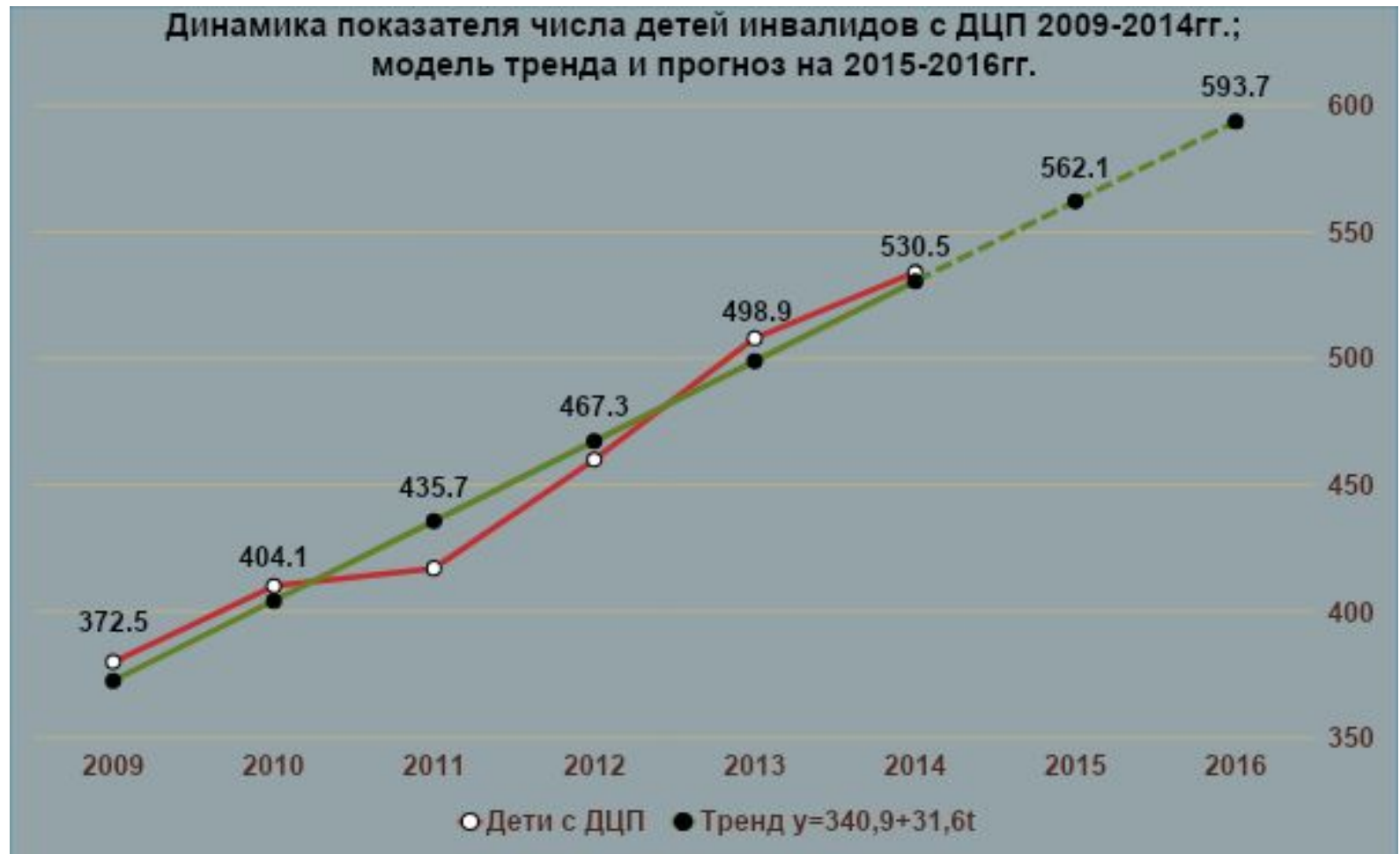
$$y_{2014} = a + b * t_{2014} = 340,9 + 31,6 * 6 = 530,5$$

## 20. Расчет прогнозных значений (экстраполяция)

$$П_{2015} = a + b * t_{2015} = 340,9 + 31,6 * 7 = 562,1$$

$$П_{2016} = a + b * t_{2016} = 340,9 + 31,6 * 8 = 593,7$$

## 21. Графический анализ



# Вывод

В результате аналитического выравнивания построена модель тренда по уравнению прямой линии, имеющая вид:

$$y_t = a + b * t = 340,9 + 31,6 t$$

Модель тренда использована для экстраполяции тенденций и расчета показателей на 2015-2016 гг.

# Рабочая таблица №6

## 22. Результаты прогнозирования состояния заболеваемости конкретной нозологии на региональном уровне

Годы	Прогнозные значения			
	по абсолютному приросту	по относительн ому приросту	по математичес кой модели	среднее значение
2015	564,8	572	562,1	566
2016	595,6	610	593,7	600



*Взять полученные данные на  
занятиях 1 и 2*

# Вывод

В результате объединенного прогнозирования с применением разных методических подходов величина прогноза показателя детской инвалидности с ДЦП варьирует:

на 2015г. в пределах 562-572, среднее 566

на 2016г. в пределах 594-610, среднее 600

В результате исследования доказана гипотеза возможного роста показателя количества детей-инвалидов с ДЦП в 2015-2016гг.

