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 - σ

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

Коэффициент вариации - $K_{v\%}$

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

14. Размах вариации - R

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

15. Коэффициент роста – K_p

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

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

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

$t_{табл} = 2{,}77$ ⇨ **9,8 > 2,77** ⇨ $t_{кр} > t_{табл}$

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	$y_i * t_i$	$y_{ti}=a+bt_i$
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
	2709	21	91	10035	**2709**

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

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

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

Расчет коэффициентов b и a модели тренда

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

$$= \frac{3321}{105} = 31{,}6$$

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

Тренд / модель

$$\mathbf{y_t = a + b * t = 340{,}9 + 31{,}6\,t}$$

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)

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

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

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 относительному приросту	по математической 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.