



РФЯЦ-ВНИИТФ  

---

РОСАТОМ

XVI международная конференция  
«Забабахинские Научные Чтения – 2023»

# Калибровочный блок математической модели эпидемий

*М. Ю. Простов, В. В. Чернецова, Ю. И. Простов, Е. И. Веселова,  
Д.А. Семенова, Н. Н. Пименов, Э. В. Карамов, Г. Д. Каминский*

30 мая 2023  
г. Снежинск

# Дербент

---

- Число дней наблюдения – **761**
- Число случаев – **15 145**
- Численность населения – **124 953** человек



# Эпидемиологическая задача

---

- По данным распространения болезней быстро определить основные параметры
- Программа Ковидэкзе написана на языке Delphi и для нее достаточны ресурсы высокопроизводительного персонального компьютера
- Мы продемонстрируем работу программы на примере определения коэффициента степени, изменяющего нелинейные уравнения в паре с коэффициентом  $R$

# Материалы и методы

---

Определение параметров производилось методом градиентного спуска  
Сопоставление модельных данных с реальными проводилось на основании  
Евклидова расстояния ( $Q$ ):

$$Q = \sqrt{\frac{\sum_0^N (I_t - M_t)^2}{N}}$$

где

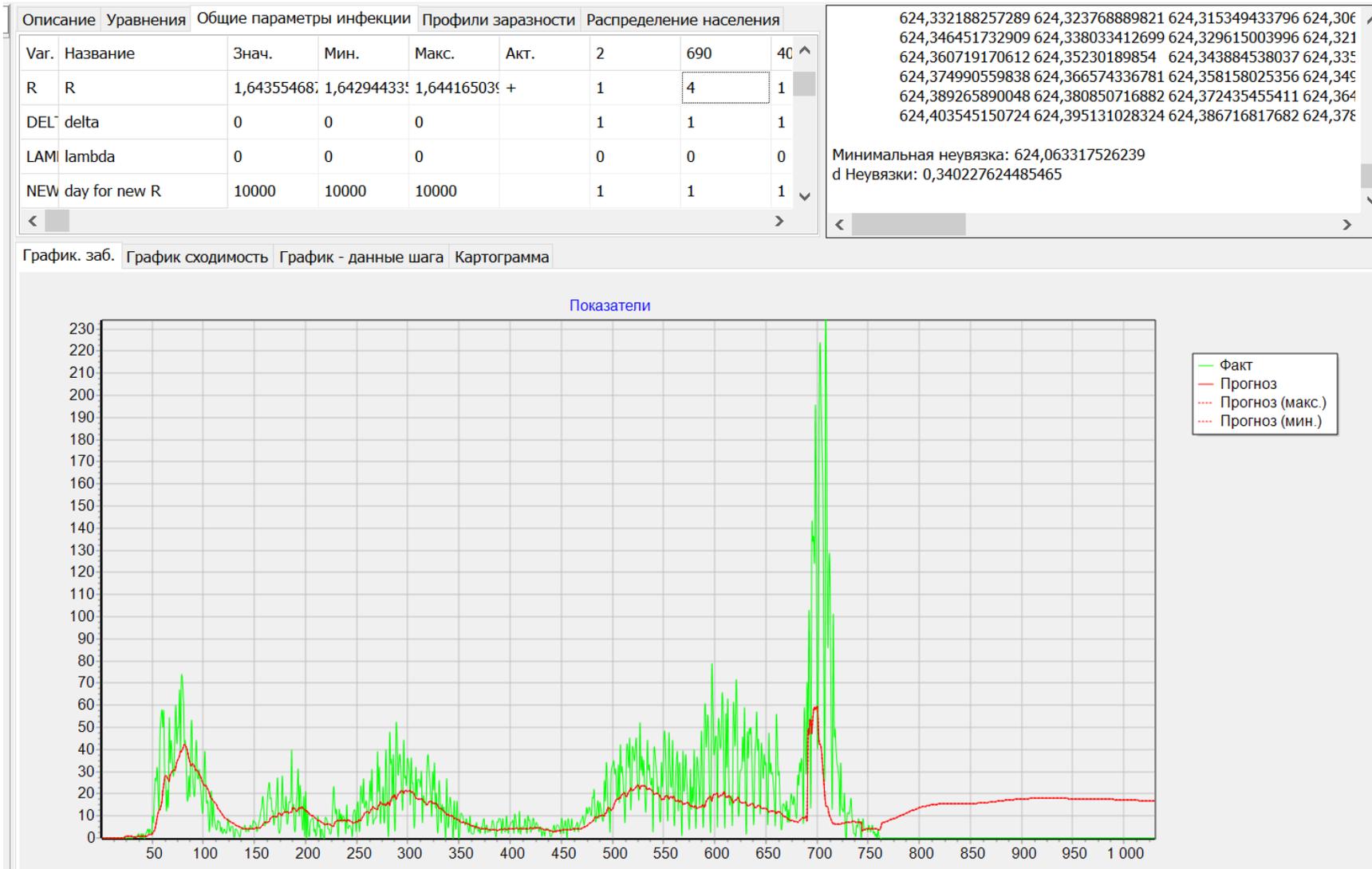
$I_t$  - фактическое значение заболеваемости в день  $t$ ,  $M_t$  – модельное значение  
заболеваемости в день  $t$ ,  $N$  – число недель наблюдения.

Критерий останова – отсутствие дальнейшего изменения Евклидова расстояния  $Q$





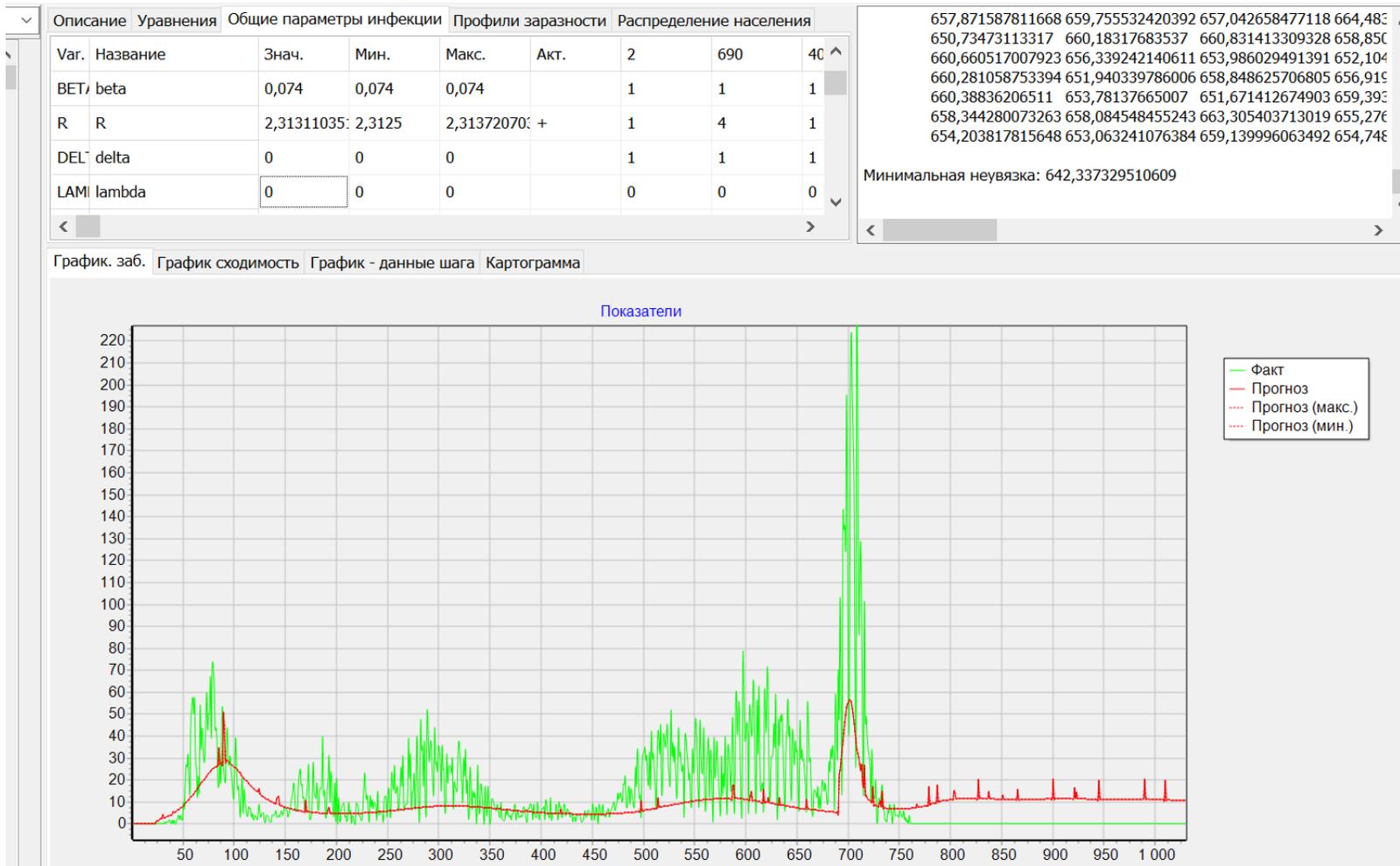
# Фильтр Калмана



$R=1,64$

$p=0,19$

# Рандомизированная модель



$R=2,31$

$p=0,15$

# Дифференциальная модель

---

	$R$	$p$
Базовая	4,33	0,13
С Фильтром Калмана	1,64	0,19
С рандомизацией коэффициента $R$	2,31	0,15

# Перенос данных в Maple

Untitled (2)\* - [Server 3] - Maple 2017

File Edit View Insert Format Table Drawing Plot Tools Window Help

Start.mw x \*Untitled (2) x

Text Math Drawing Plot Animation

C 2D Input Times New Roman 12 **B I U**

Palettes Workbook

► Favorites

▼ Expression

$a + b$   $a - b$

$a \cdot b$   $\frac{a}{b}$

$a^b$   $\sqrt{a}$

$\sqrt[n]{a}$   $a!$

$|a|$   $e^a$

$\ln(a)$

$\log_{10}(a)$

$\log_b(a)$

$\sin(a)$

$\cos(a)$

$\tan(a)$   $\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$

$a_n$   $a_n$

$f(a)$

$f(a, b)$

$f := a \rightarrow y$

$f := (a, b) \rightarrow z$

$f(x) \Big|_{x=a}$

[63, 11], [29, 11], [15, 11], [19, 11], [7, 11], [59, 10], [53, 10], [42, 10], [71, 10], [59, 10], [17, 10], [11, 9], [29, 9], [32, 9], [46, 9], [35, 9], [59, 9], [18, 9], [3, 9], [47, 8], [36, 8], [49, 8], [47, 8], [48, 8], [15, 8], [7, 8], [36, 8], [44, 8], [57, 8], [40, 8], [44, 7], [19, 7], [12, 7], [43, 7], [27, 7], [38, 7], [33, 7], [33, 7], [18, 7], [7, 7], [47, 7], [30, 7], [34, 7], [29, 7], [29, 7], [17, 7], [7, 7], [54, 7], [45, 7], [29, 7], [30, 7], [17, 6], [5, 6], [5, 6], [15, 6], [14, 6], [12, 6], [17, 6], [7, 6], [13, 6], [7, 6], [15, 6], [20, 6], [17, 6], [15, 6], [19, 6], [10, 6], [11, 6], [28, 6], [24, 6], [34, 6], [30, 6], [36, 6], [30, 6], [7, 6], [59, 6], [29, 6], [70, 6], [48, 25], [103, 30], [58, 36], [16, 43], [135, 51], [134, 60], [136, 70], [127, 80], [194, 89], [48, 97], [75, 100], [198, 100], [224, 94], [196, 85], [176, 73], [151, 61], [68, 49], [35, 40], [234, 32], [92, 27], [114, 22], [128, 19], [91, 17], [43, 15], [15, 14], [101, 13], [49, 13], [49, 12], [40, 12], [34, 12], [27, 12], [10, 11], [34, 11], [15, 11], [13, 11], [12, 11], [20, 11], [3, 11], [1, 11], [11, 11], [11, 11], [14, 11], [18, 11], [10, 11], [6, 11], [2, 11], [2, 11], [1, 11], [6, 11], [5, 11], [9, 11], [4, 11], [0, 11], [6, 11], [9, 11], [4, 11], [4, 11], [4, 11], [4, 11], [3, 11], [6, 12], [3, 12], [4, 12], [6, 12], [2, 12], [3, 12], [1, 12], [2, 12], [0, 12], [4, 12], [1, 13], subtype = Matrix), 'values')

200

150

100

50

0

100 200 300 400 500 600 700

# Выводы

---

- Имеется программный комплекс для решения обратных задач
- Требуется дополнение программного комплекса для решения задач единственности и устойчивости