

В задании описана математическая модель сахарного диабета с графиками и следующими данными:

$x$  - переменная, описывающая уровень сахара в крови

$x_0$  - показатель нормы сахара

$$x_0 = 100$$

$y$  - переменная, описывающая уровень инсулина

$y_0$  - показатель нормы инсулина

$$y_0 = 0$$

$z(t)$  - функция, описывающая потребление пищи по времени

$w(t)$  - функция, описывающая введение инсулина (инъекциями) по времени

$H(e)$  - ступенчатая функция

Если  $e \leq 0$ , то  $H = 0$

Если  $e > 0$ , то  $H = 1$

Дифференциальные уравнения, описывающие математическую модель:

$dx(t)/dt = -a_1 * x * y + a_2 * (x_0 - x) * H * (x_0 - x) + a_3 * z(t)$  - описание сахара

$dy(t)/dt = b_1 * (x - x_0) * H * (x - x_0) - b_2 * y + b_3 * w(t)$  - описание инсулина

$a_1$  - чувствительность уровня сахара к присутствию  
инсулина,

$a_2$  – чувствительность уровня сахара к низкому уровню  
сахара,

$a_3$  – чувствительность уровня сахара к приему пищи;

$b_1$  - чувствительность уровня инсулина к высокому сахару,

$b_2$  – чувствительность уровня инсулина к уровню инсулина,

$b_3$  - чувствительность уровня инсулина к вводу инсулина.

$$b_1, b_2, b_3 \geq 0$$

$$a_1, a_2, a_3 \geq 0$$

$$z(t) = \{ \text{Если } t < t_0, 0; \text{ Если } t \geq t_0, Q * \exp^{(-k(t-t_0))} \},$$

где  $k$  - параметр быстроты падения уровня сахара

$$\int w(t)dt = Q$$

$$k = 10$$

Q - количество еды

$t_0$  - время приема пищи

Ситуация №1:

$$a_1 = 0.05$$

$$a_2 = 1.0$$

$$a_3 = 4.0$$

$$b_1 = 0.5$$

$$b_2 = 2.0$$

$$b_3 = 0$$

$$0 \leq t \leq 24 \text{ часа}$$

При  $t_0 = 8$  часов,  $Q = 50$

При  $t_0 = 13$  часов,  $Q = 100$

При  $t_0 = 20$  часов,  $Q = 100$

Привести график изменения сахара и инсулина в течении суток.

Ситуация №2:

$$a_1 = 0.03$$

$$a_2 = 1.0$$

$$a_3 = 4.0$$

$$b_1 = 0.01$$

$$b_2 = 2.0$$

$$b_3 = 1.0$$

$$0 \leq t \leq 24 \text{ часа}$$

При  $t_0 = 8$  часов,  $Q = 50$

При  $t_0 = 10.5$  часов,  $Q = 50$

При  $t_0 = 13$  часов,  $Q = 50$

При  $t_0 = 18$  часов,  $Q = 100$

Человек делает 2 инъекции инсулина  $Q = 45$  единиц объёма. Нужно подобрать время приёма пищи, чтобы  $x = x_0$ .

Привести график изменения сахара и инсулина в течении суток.