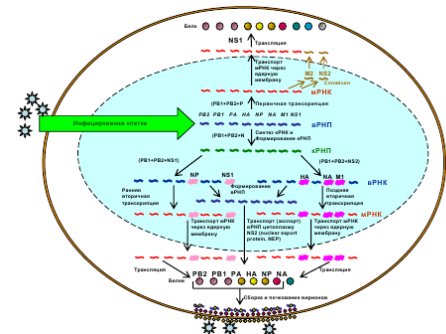


Применение математического моделирования в вирусологии и инфекциологии

Закубанский Александр
Кафедра вирусологии



Математическая сторона вирусологии

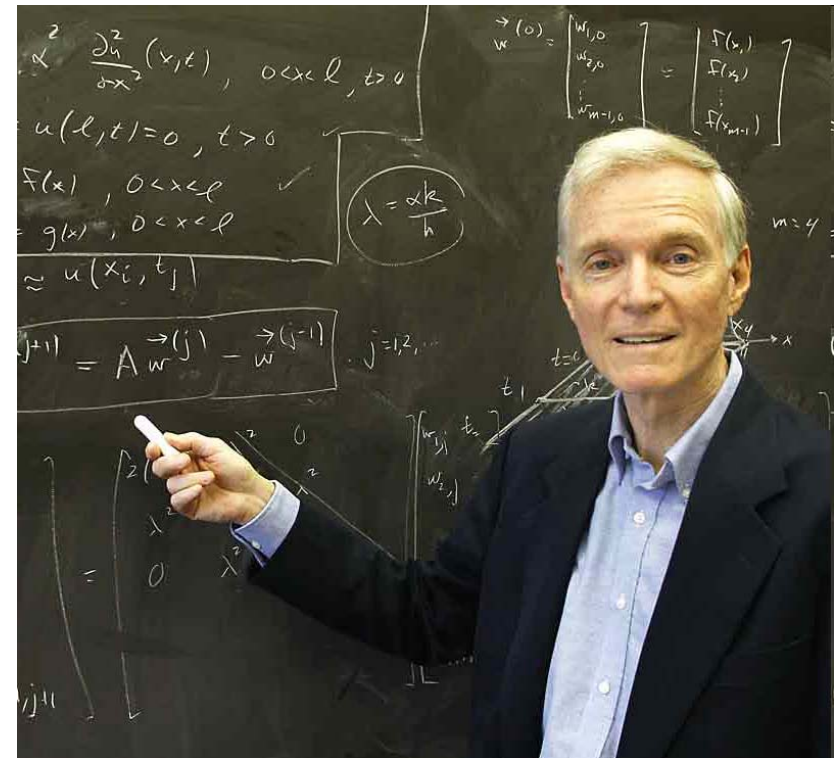
- *Иерархия времен в вирусных системах*
- *Модели популяционной динамики и возрастная структура в вирусологии*
- *Колебательные процессы в вирусологии и инфекциологии*



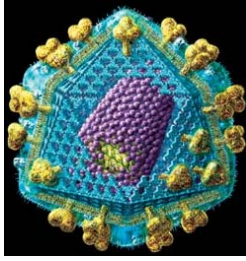
Модель развития ВИЧ - инфекции



Professor Denise E. Kirschner, PhD



Professor Glenn F. Webb, PhD



Модель Киршнер - Вебба

$$\frac{dT(t)}{dt} = S_1 - \frac{S_2 V(t)}{B_S + V(t)} - \mu_T T(t) + \frac{\lambda_1}{C + V(t)} T(t) V(t) - (\eta_1(t) k_S V_S(t) + k_r V_r(t)) T(t)$$

$$\frac{dT_S(t)}{dt} = \eta_1(t) k_S V_S(t) T(t) - \mu_{T_S} T_S(t) - \frac{\lambda_2}{C_i + V(t)} T_S(t) V(t)$$

$$\frac{dT_r(t)}{dt} = k_r V_r(t) T(t) - \mu_{T_r} T_r(t) - \frac{\lambda_2}{C_i + V(t)} T_r(t) V(t)$$

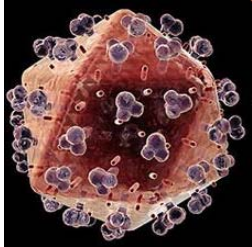
$$\frac{dV_S(t)}{dt} = (1-q) \frac{\lambda_3}{C_i + V(t)} T_S(t) V(t) - k_V T(t) V_S(t) + \eta_2(t) \frac{G_S V_S}{B + V(t)}$$

$$\frac{dV_r(t)}{dt} = \frac{\lambda_3}{C_i + V(t)} T_r(t) V(t) + q \frac{\lambda_3}{C_i + V(t)} T_S(t) V(t) - k_V T(t) V_r(t) + G_r(V(t)) \frac{V_r(t)}{B + V(t)}$$

$$G_r(V) = \begin{cases} 0, & \text{npu } V < V_0 \\ G_S, & \text{npu } V \geq V_0 \end{cases}$$

$$\eta_1(t) = \exp(-c_1(t-t_0)),$$

$$\eta_2(t) = \max\{\exp(-c_2(t-t_0)), c_3\}$$



Результаты численного интегрирования уравнений модели

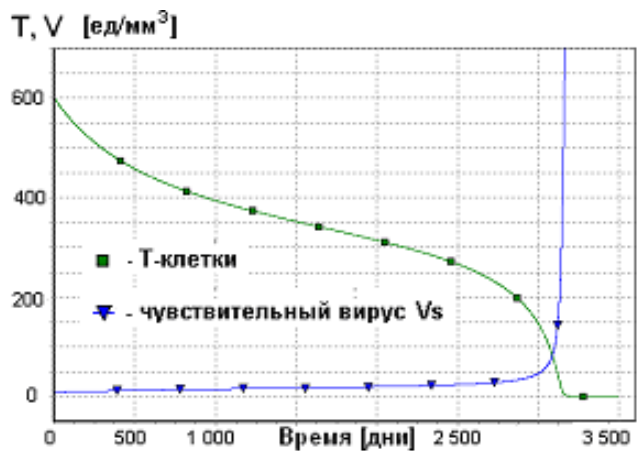


Рис. 1. Динамика ВИЧ-инфекции в отсутствие лечения

$$\eta_1(t) \equiv 1, \eta_2(t) \equiv 1$$

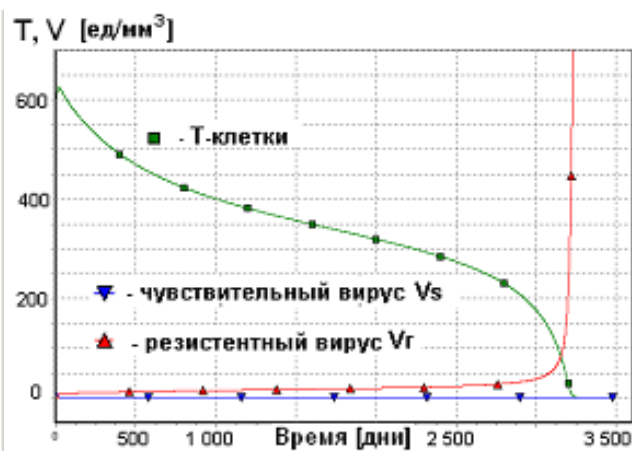


Рис. 2. Динамика ВИЧ-инфекции при постоянном лечении

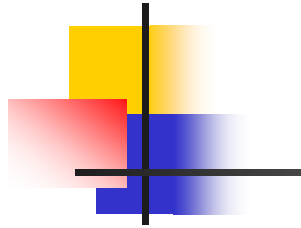
Функции лечения $\eta_1(t), \eta_2(t)$

Интегрирование проводилось на отрезке времени равном 3500 дней и с начальными условиями: $T(0) = 600$ ед/мм³, $T_s(0) = 0$ ед/мм³, $T_r(0) = 0$ ед/мм³, $V_s(0) = 10$ ед/мм³, $V_r(0) = 0$ ед/мм³.

По данным клинических исследований, после периода острой инфекции в течение первых нескольких недель количество Т-клеток постепенно падает с 600-800 ед/мм³ до нуля за период времени, равный примерно 9-10 годам (количество Т-клеток здорового человека изменяется в пределах 800-1000 ед/мм³).

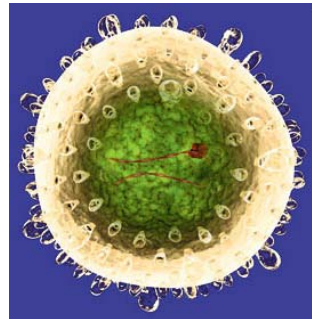
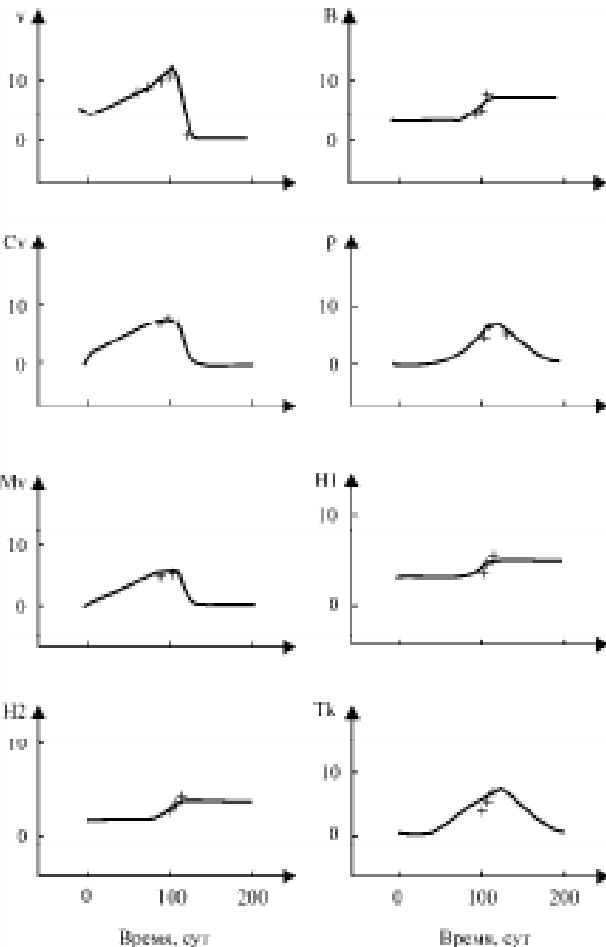
Математическое моделирование взаимодействия вируса с иммунной системой организма

В.В.Чуйкова и др.



Численная имитация острого течения гепатита В с помощью математической модели регуляции системы противовирусного иммунитета.

По оси ординат – расчетные концентрации (десятичные логарифмы) некоторых показателей инфекционного процесса: V – вируса; Cv – инфицированных клеток; Mv – антигенпрезентирующих макрофагов; $H1$ – Т-хелперов первого типа; $H2$ – Т-хелперов второго типа; B – специфических В-лимфоцитов; P – плазмноклеток; Tk – Т-киллеров. «+» – экспериментальные данные.



В модели рассмотрены две субпопуляции Т-лимфоцитов-хелперов: Т-хелперы клеточного ($Th1$) и гуморального ($Th2$) иммунитета, а также секреция этими клетками интерлейкинов 1, 2 и 4.



Благодарю за внимание

