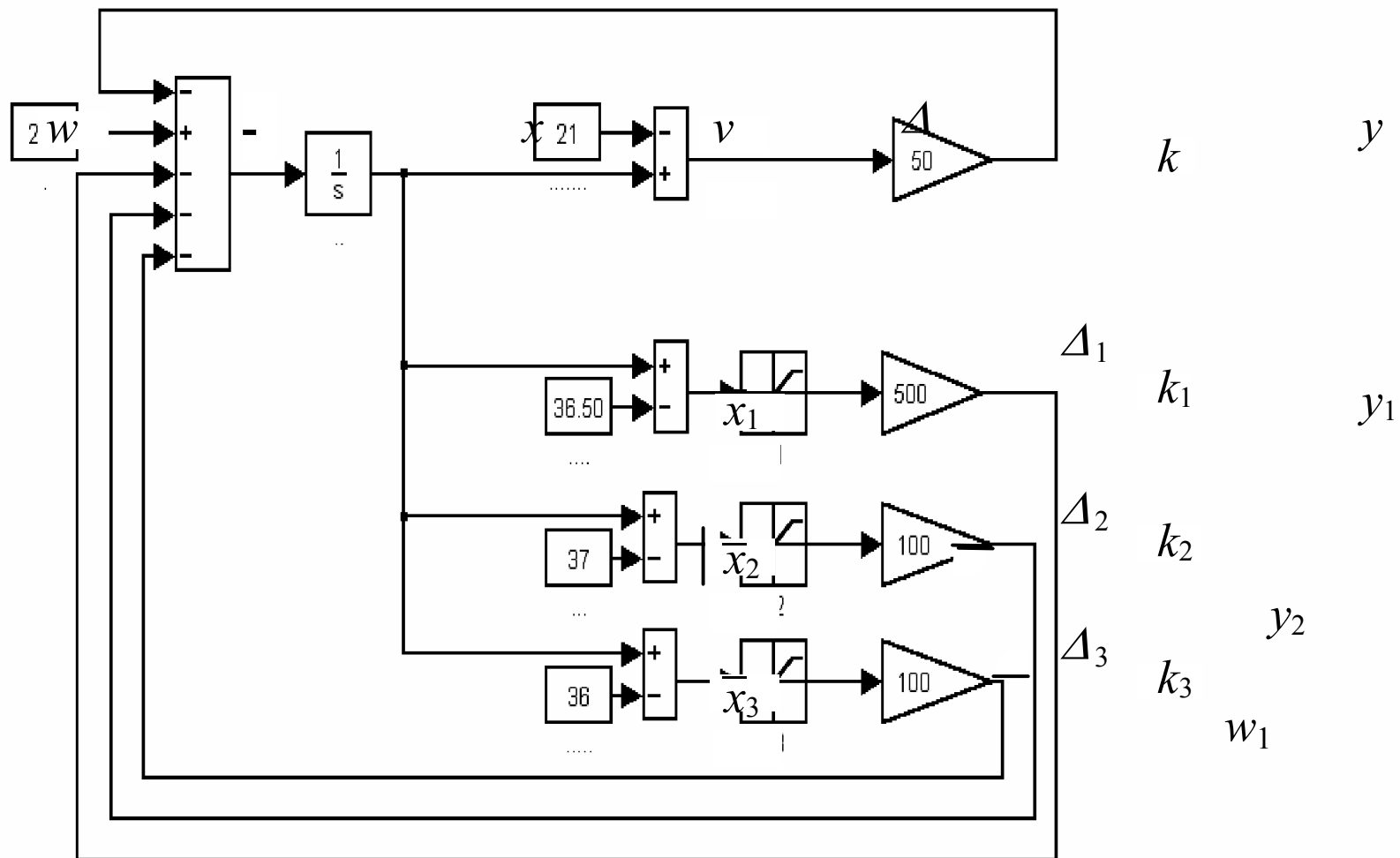


Математическое моделирование гомеостаза

Лекция 3
продолжение

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГОМЕОСТАЗ

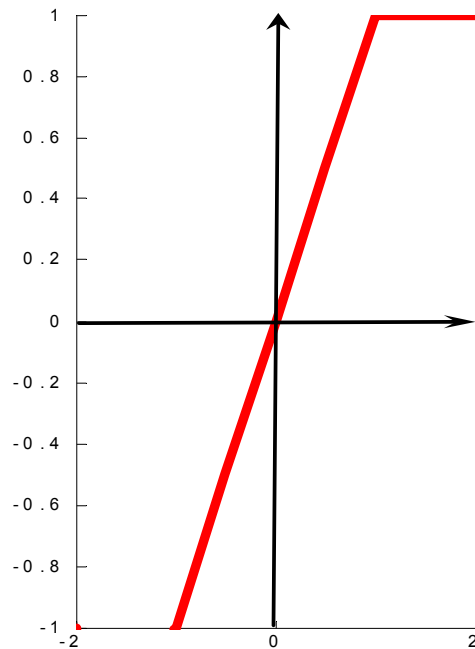


В.Н. Новосельцев

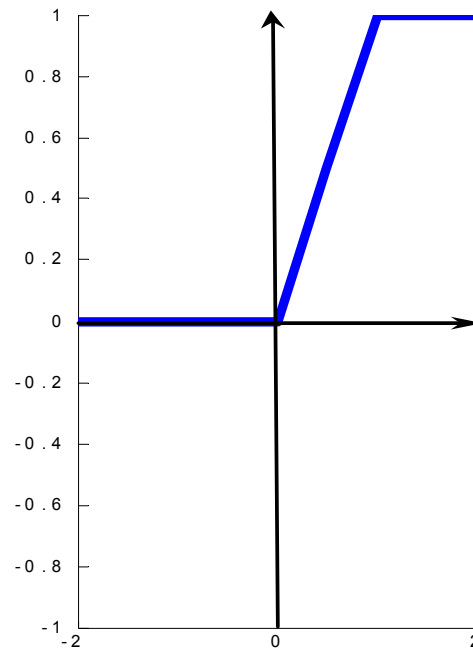
Уравнение системы

$$\frac{dx}{dt} = w - k \times (x - v) - \sum_{i=1}^3 k_i \times \delta_i(x - \bar{x}_i)$$

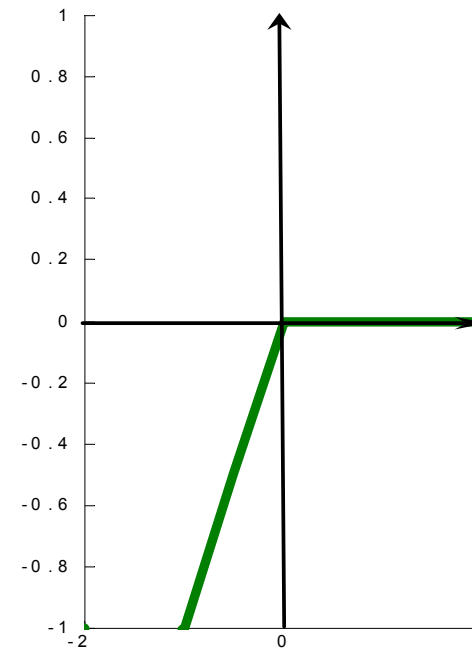
$\delta_1(x)$



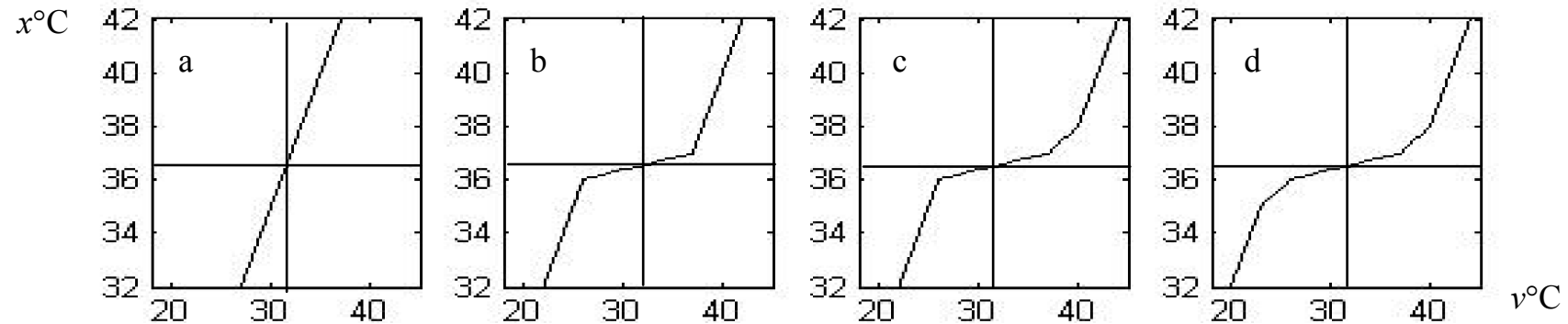
$\delta_2(x)$



$\delta_3(x)$



Образование гомеостатической кривой при последовательном включении каналов управления в системе терморегуляции



- a) работает только один канал,
- b) включен механизм сосудистой регуляции,
- c) включен механизм потоотделения,
- d) включен механизм химической терморегуляции

Моделируем на MATLAB

```
% Решение дифференциального уравнения  
[T,X]=ode45(@F,[0 0.2],37.6,[],w,k,v);
```

```
function [out]=F(t,x,w,k,v)
```

```
% функция вычисления правой части дифференциального уравнения
```

```
% t - время
```

```
% x - температура
```

```
% w – темп изменения температуры
```

```
% k – вектор гомеостатических способностей по 4-м каналам
```

```
% v(1) – внешняя температура
```

```
% v(2:4) – «уставки» по трём каналам
```

```
% параметры
```

```
w=2.5; k=[500,6000,1000,6000]; v=[25,36.5,37,36];
```

Функция F()

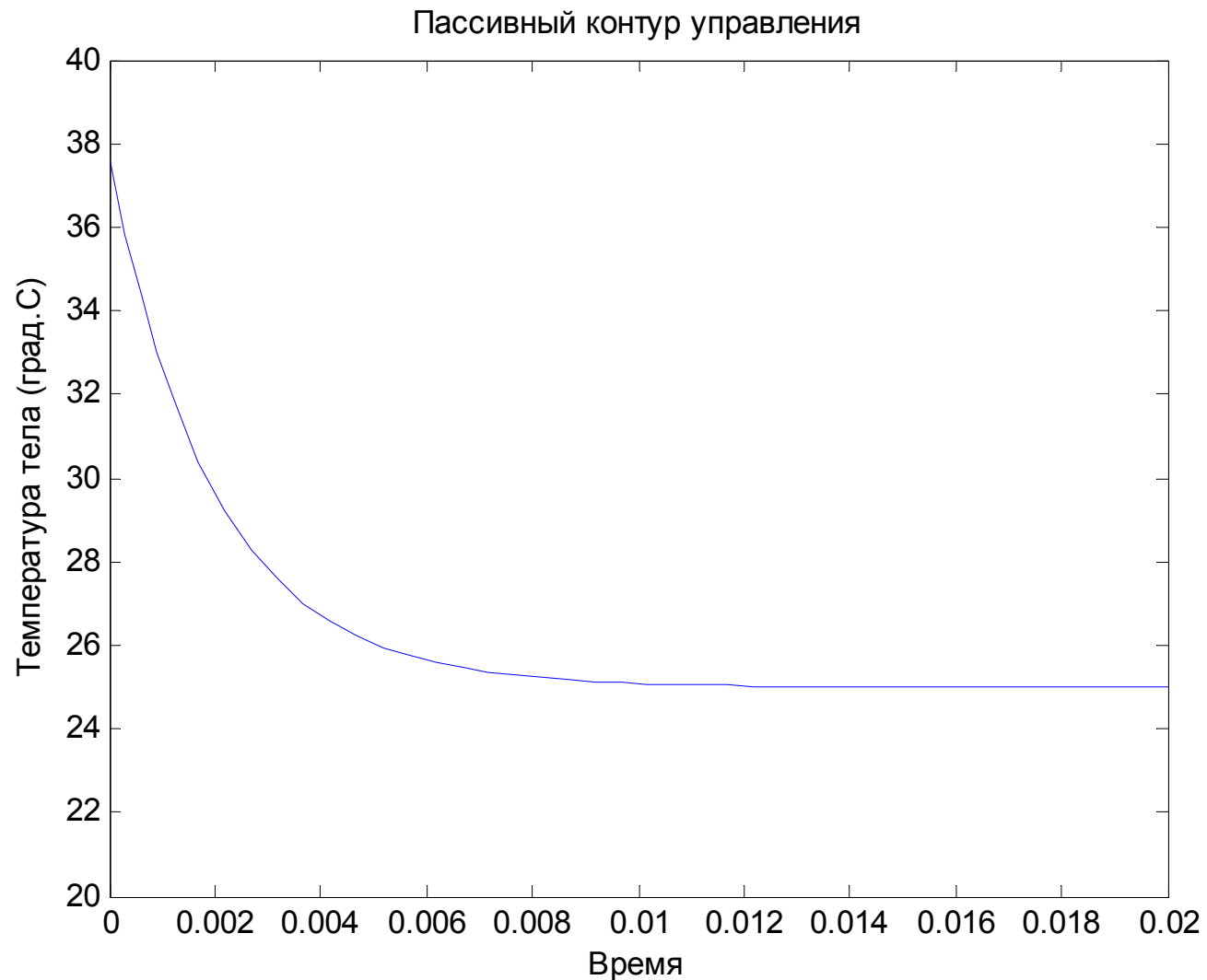
```
function [out]=F(t,x,w,k,v) % основная функция
    out=-w-k(1)*(x-v(1));
    out=out-k(2)*di((x-v(2))*16);
    out=out-k(3)*max(0,di(x-v(3)));
    out=out-k(4)*min(0,di((x-v(4))*16));
```

```
function [out]=di(x) % вспомогательная функция
    if x<-1
        out=-1;
    elseif x>1
        out=1;
    else
        out=x;
    end
```

Решение дифференциального уравнения для
пассивного контура

```
[T,X]=ode45(@F,[0 0.02],37.6,[],w,[k(1),0,0,0],v);  
plot(T,X)  
ylim([20 40]); % пределы рисования по y  
xlabel('Время'); % надпись по оси x  
% надпись по оси y  
ylabel('Температура тела (град.С)');  
title('Пассивный контур управления');
```

Решение дифференциального уравнения для пассивного контура



Построение гомеостатической кривой.

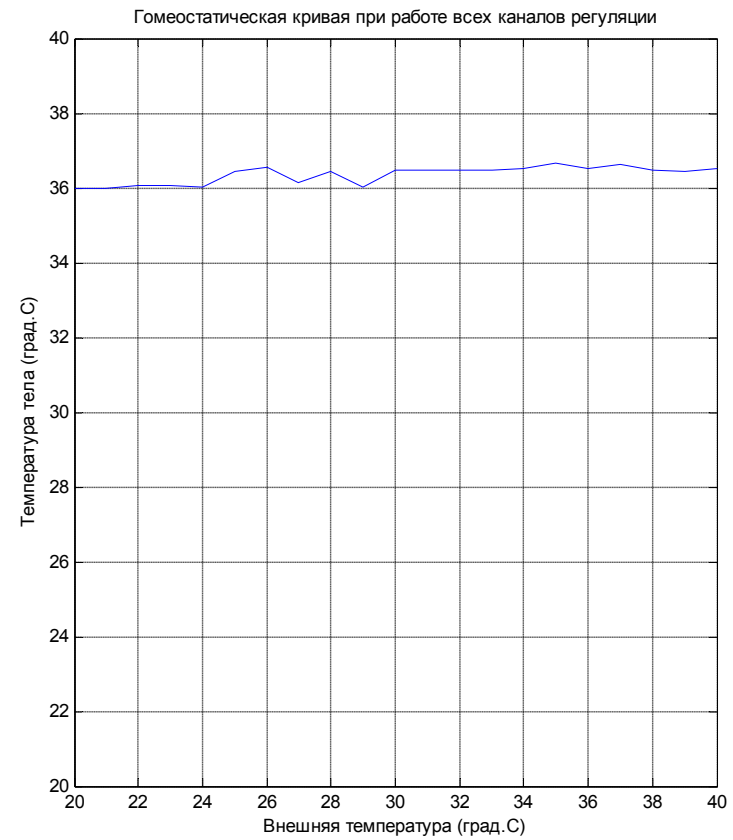
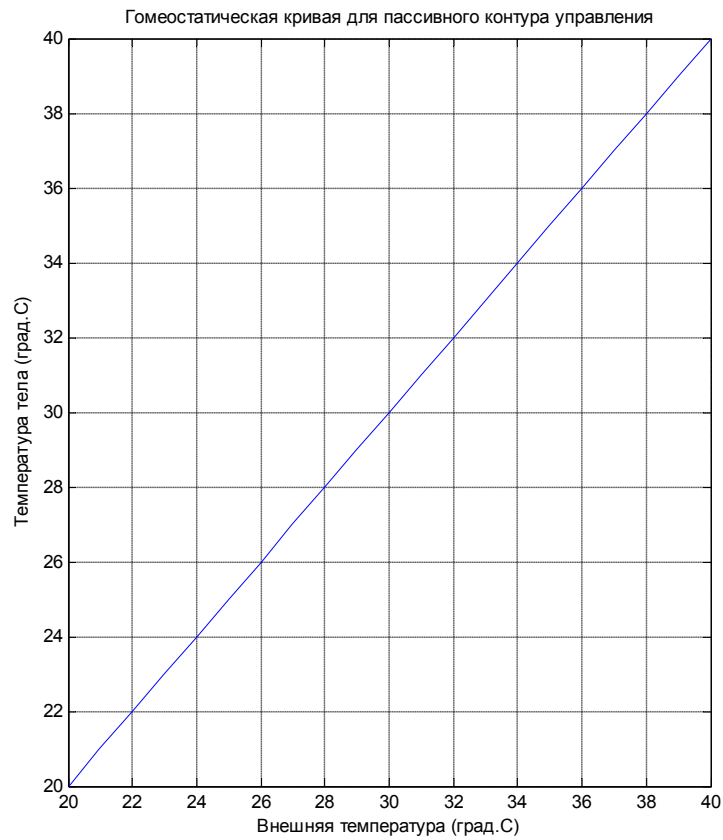
Работает только пассивный контур

```
figure % создание нового графического объекта
FG=[];
for v1=20:40 % цикл по внешней температуре
    [T,X]=ode45(@F,[0 0.02],36.5,[],w,[k(1),0,0,0],[v1,v(2:4)]);
    FG=[FG,X(end)]; % запись последнего элемента вектора
end
    subplot(1,2,1) % разделение окна на две части
plot(20:40,FG); % график в левой части окна
    grid on % сетка
title('Гомеостатическая кривая для пассивного контура
управления');
ylim([20 40]);
xlabel('Температура тела (град.С)');
ylabel('Внешняя температура (град.С)');
```

Построение гомеостатической кривой. Работают все каналы регуляции

```
FG=[];
for v1=20:40          % цикл по внешней температуре
    [T,X]=ode45(@F,[0 0.02],36.5,[],w,k,[v1,v(2:4)]);
    FG=[FG,X(end)];  % запись последнего элемента вектора
end
    subplot(1,2,2) % разделение окна на две части
plot(20:40,FG);    % график в правой части окна
    grid on        % сетка
title('Гомеостатическая кривая при работе всех каналов
регуляции');
ylim([20 40]);
xlabel('Температура тела (град.С)');
ylabel('Внешняя температура (град.С)');
```

Гомеостатические кривые



Дополнительные графические параметры

- `plot(20:40,FG,'LineWidth',5)` – рисунок толстой линией
- `xlabel('Время','FontName','Arial Cyr')` – надпись кириллицей
- `hold on` – рисование графика в текущем окне **без перерисовки**
- `legend('Текст 1', 'Текст 2', 'Текст 3')` – легенда к нескольким графикам в общих осях