

Работа №2. Моделирование динамического режима движения жидкости в простой гидравлической системе

- во всех трубах протекает однофазный поток жидкости, температура которого одинакова на всех участках;
- все трубы располагаются на одном уровне, в системе нет рециркуляционных (обратных) потоков, или рециклов, не учитываются местные сопротивления и перепады давлений в трубах, т. е. рассматриваются, так называемые короткие трубопроводы;
- системы включают только клапаны (вентили) с постоянными, неизменяющимися коэффициентами пропускной способности и закрытые емкости (аккумуляторы), давление газа в которых подчиняется идеальным законам;
 - газ в емкости - идеальный;
 - цилиндрическая форма закрытой емкости с площадью поперечного сечения S и геометрической высотой H^G ;
 - одинаковое давление газа P_N в емкостях, не заполненных жидкостью.

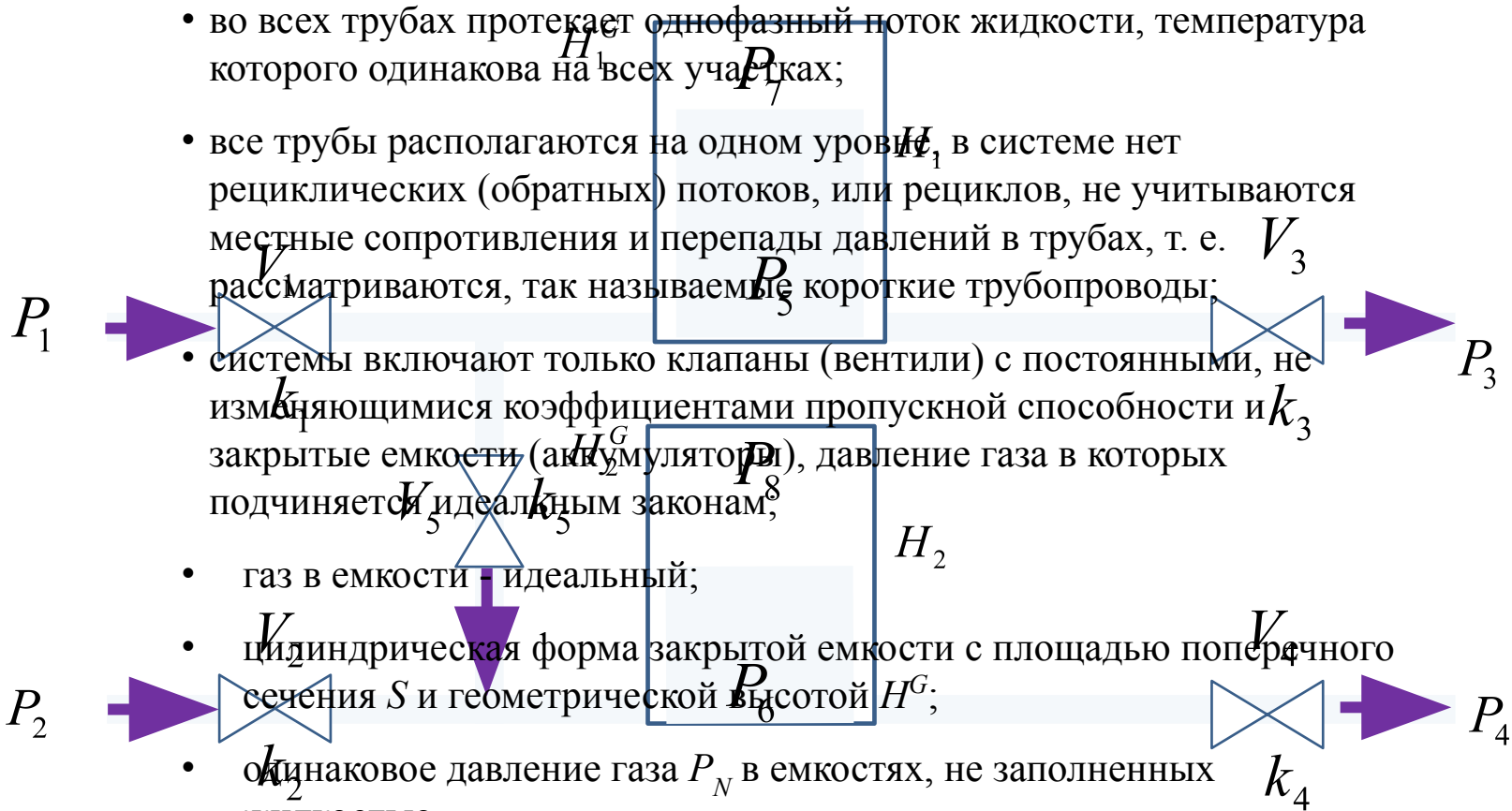


Схема простой гидравлической системы



МО (математическое описание)

$$1. V_1 = k_1 \sqrt{|P_1 - P_5|} \cdot \text{sgn}(P_1 - P_5)$$

$$2. V_2 = k_2 \sqrt{|P_2 - P_6|} \cdot \text{sgn}(P_2 - P_6)$$

$$3. V_3 = k_3 \sqrt{|P_5 - P_3|} \cdot \text{sgn}(P_5 - P_3)$$

$$4. V_4 = k_4 \sqrt{|P_6 - P_4|} \cdot \text{sgn}(P_6 - P_4)$$

$$5. V_5 = k_5 \sqrt{|P_5 - P_6|} \cdot \text{sgn}(P_5 - P_6)$$

$$6. V_1 - V_3 - V_5 = 0 \quad v_1 - v_3 - v_5 = \frac{dV_1^R}{dt}$$

$$7. V_2 + V_5 - V_4 = 0 \quad v_2 + v_5 - v_4 = \frac{dV_2^R}{dt}$$

$$8. P_5 = P_7 + \rho g H_1 = 0$$

$$9. P_7 = P_N \frac{H_1^G}{H_1^G - H_1} \quad V^R = S \cdot H$$

$$10. P_6 = P_8 + \rho g H_2 = 0$$

$$11. P_8 = P_N \frac{H_2^G}{H_2^G - H_2}$$

$$1. V_1 = k_1 \sqrt{|P_1 - P_5|} \cdot \text{sgn}(P_1 - P_5)$$

$$2. V_2 = k_2 \sqrt{|P_2 - P_6|} \cdot \text{sgn}(P_2 - P_6)$$

$$3. V_3 = k_3 \sqrt{|P_5 - P_3|} \cdot \text{sgn}(P_5 - P_3)$$

$$4. V_4 = k_4 \sqrt{|P_6 - P_4|} \cdot \text{sgn}(P_6 - P_4)$$

$$5. V_5 = k_5 \sqrt{|P_5 - P_6|} \cdot \text{sgn}(P_5 - P_6)$$

$$\frac{dH_1}{dt} = \frac{v_1 - v_3 - v_5}{S_1} \quad 6^* \frac{H_1(t^{(k)}) - H_1(t^{(0)})}{\Delta t} \cong \frac{v_1 - v_3 - v_5}{S_1} \equiv f_6$$

$$\frac{dH_2}{dt} = \frac{v_2 + v_5 - v_4}{S_2} \quad 6' H_1(t^{(0)}) = H_1^{(0)}$$

$$7^* \frac{H_2(t^{(k)}) - H_2(t^{(0)})}{\Delta t} \cong \frac{v_2 + v_5 - v_4}{S_2} \equiv f_7$$

$$7' H_2(t^{(0)}) = H_2^{(0)}$$

$$8. P_5 = P_7 + \rho g H_1 = 0$$

$$9. P_7 = P_N \frac{H_1^G}{H_1^G - H_1}$$

$$10. P_6 = P_8 + \rho g H_2 = 0$$

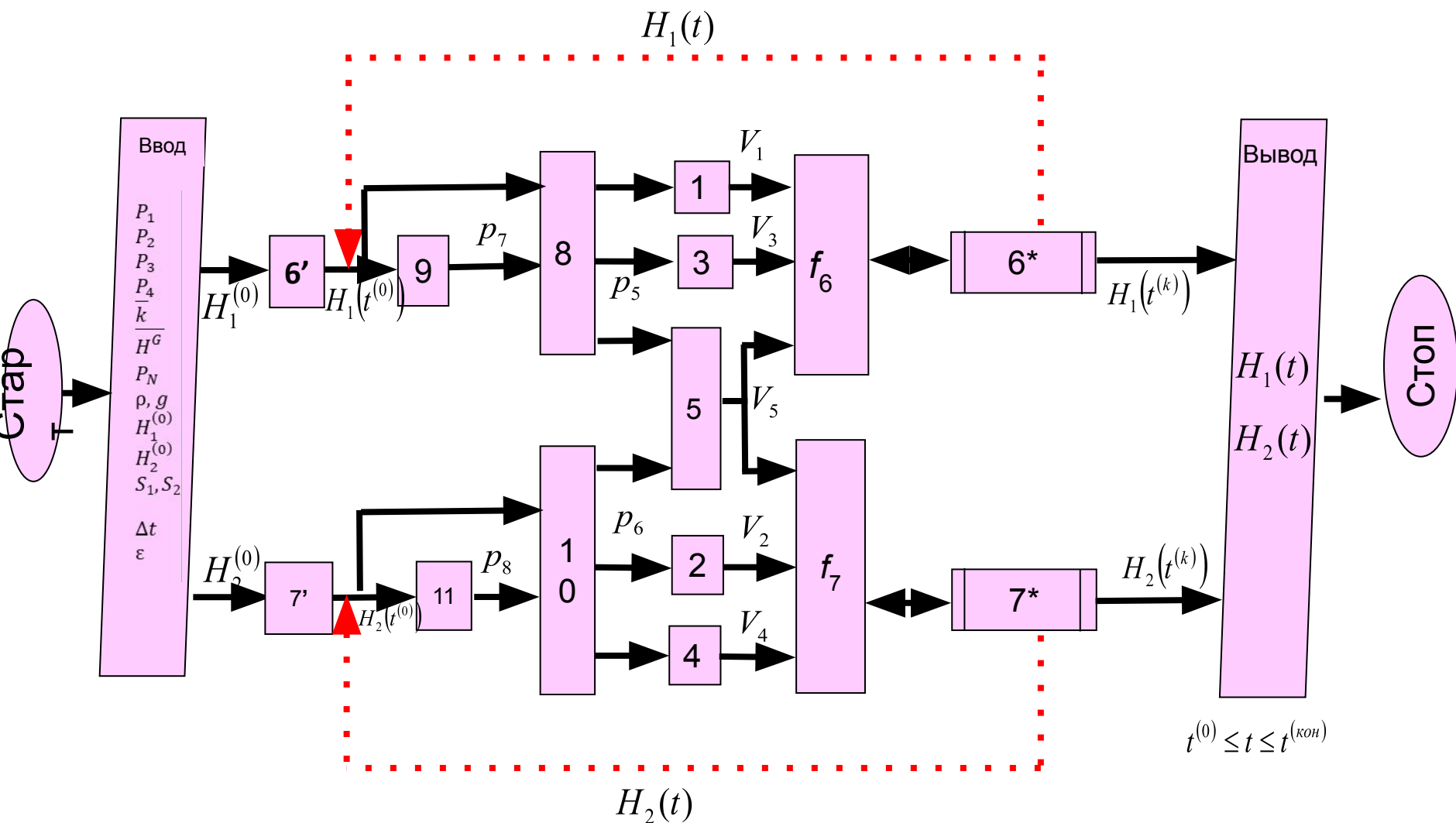
$$11. P_8 = P_N \frac{H_2^G}{H_2^G - H_2}$$



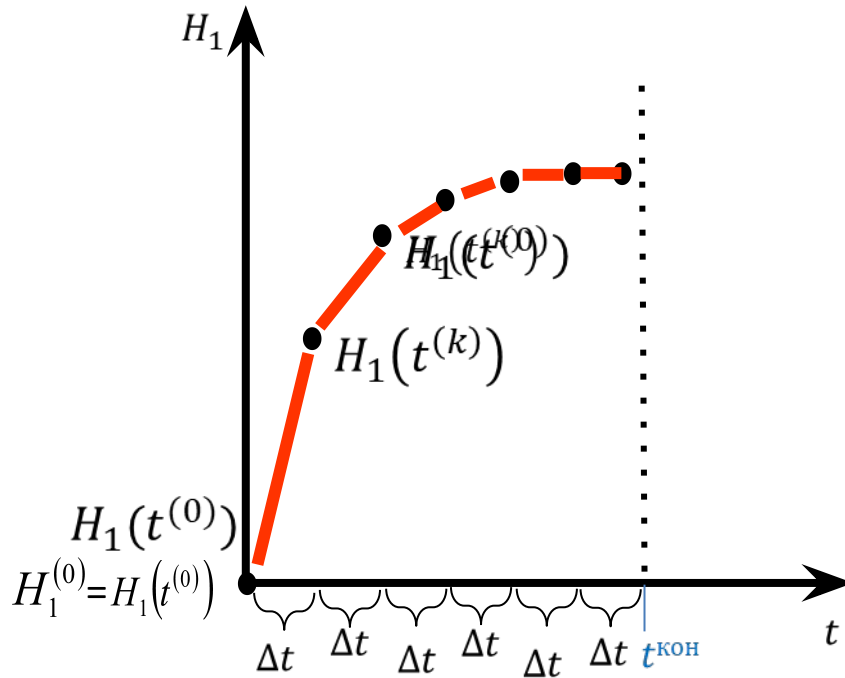
Информационная матрица (динамический режим)

$n \setminus ?$	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	p_5	p_6	p_7	p_8	$H_1(t^0)$	$H_1(t^k)$	$H_2(t^0)$	$H_2(t^k)$	\underline{N}_0
1														4
2														9
3														5
4														10
5														11
6*														12
6'														1
7*														13
7'														6
8														3
9														2
10														8
11														7

Блок-схема алгоритма поверочно-оценочного расчёта



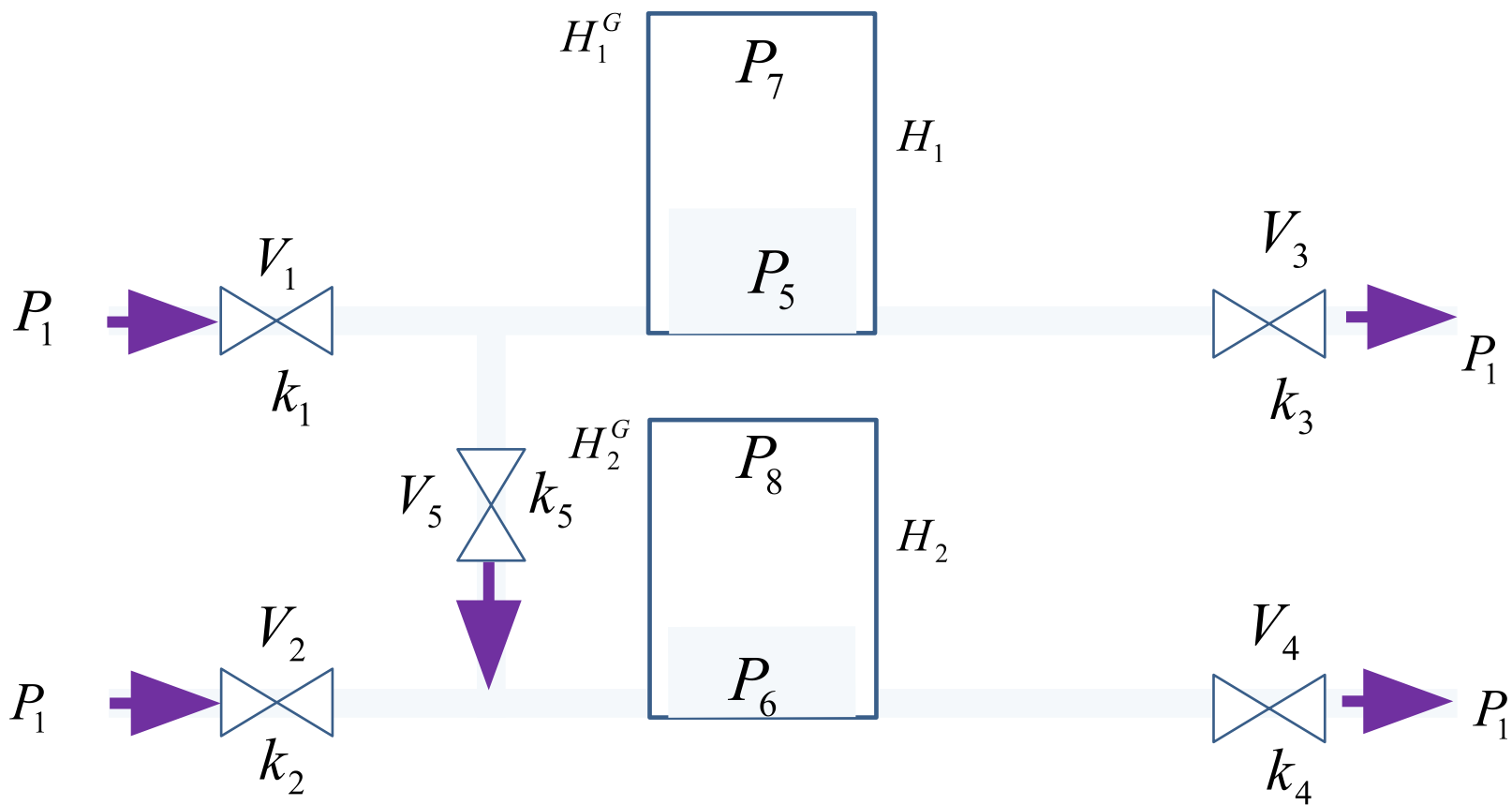
Графическая интерпретация метода Эйлера



$$\frac{H_1(t^{(k)}) - H_1(t^{(0)})}{\Delta t} \cong \frac{v_1 - v_3 - v_5}{S_1}$$

$$6^* \frac{H_1(t^{(k)}) - H_1(t^{(0)})}{\Delta t} \cong \frac{v_1 - v_3 - v_5}{S_1} \equiv f_6$$

Анализ параметрической чувствительности простой гидравлической системы



Работа на компьютере

Папка: Dinam

Файлы: fpr.m

 gidr_din_ode.m

Файл-функция:

Нужно изменить под свой вариант

Файл-программа:

Нужно изменить под свой вариант

The image displays two MATLAB windows side-by-side. The left window shows a function file named 'fpr.m' with the following code:

```
1 function F=fpr(t,h)
2 global ro
3 global pn
4 global p
5 global ak
6 global vm
7 global hg
8 global g
9 global v
10 global s
11 p(7) = pn * hg(1) / (hg(1) - h(1));
12 p(8) = pn * hg(2) / (hg(2) - h(2));
13 p(5) = p(7) + ro * g * h(1);
14 p(6) = p(8) + ro * g * h(2);
15 v(1) = ak(1) * sign(p(1) - p(5)) * sqrt(abs(p(1) - p(5)));
16 v(3) = ak(3) * sign(p(5) - p(3)) * sqrt(abs(p(5) - p(3)));
17 v(5) = ak(5) * sign(p(5) - p(6)) * sqrt(abs(p(5) - p(6)));
18 v(2) = ak(2) * sign(p(2) - p(6)) * sqrt(abs(p(2) - p(6)));
19 v(4) = ak(4) * sign(p(6) - p(4)) * sqrt(abs(p(6) - p(4)));
20 F=[(v(1)-v(3)-v(5))/s(1); (v(2)+v(5)-v(4))/s(2)];
21 vm=ro*v
22 end
```

The right window shows a script file named 'gidr_din_ode_1.m' with the following code:

```
1 clc
2 % Динамика
3 global ro
4 global pn
5 global p
6 global ak
7 global vm
8 global hg
9 global g
10 global v
11 global s
12 np=8; nk=5; nv=11; s=[1,1]; g=9.815;
13 disp('Высота емкостей'); hg=[10,10];
14 disp('плотность (кг/м3)'); ro=1000;
15 disp('Начальное давление (Па)'); pn=100000;
16 disp('Площадь внутреннего проходного сечения трубопровода (м^2)'); S=
17 disp('Давление (1-4 5-8)'); p=[8000000, 2000000, 1000000, 1000000, 0
18 %disp('Коефф. пропускной способности (1-5)'); k=[0.01, 0.01, 0.01, 0.
19 %disp('Коефф. пропускной способности (1-5)'); k=[0.01, 0.01, 0, 0, 0]
20 disp('Коефф. пропускной способности (1-5)'); k=[0.0, 0.01, 0.01, 0.01
21 disp('Начальные условия, шаг'); t=[0:1:12000]; Y0=[0;0];
22 %перевод коэффициента открытия вентиля в величину, имеющую размерност
23 for i=1:5
24     ak(i)=k(i)*S/sqrt(ro);
25 end
26
27 %СОДУ решается методом Рунге-Кутты 4-ого порядка
28 [T,Y]=ode45(@fpr,t,Y0);
29
30 plot(T,Y(:,1:11),'r','o')
```

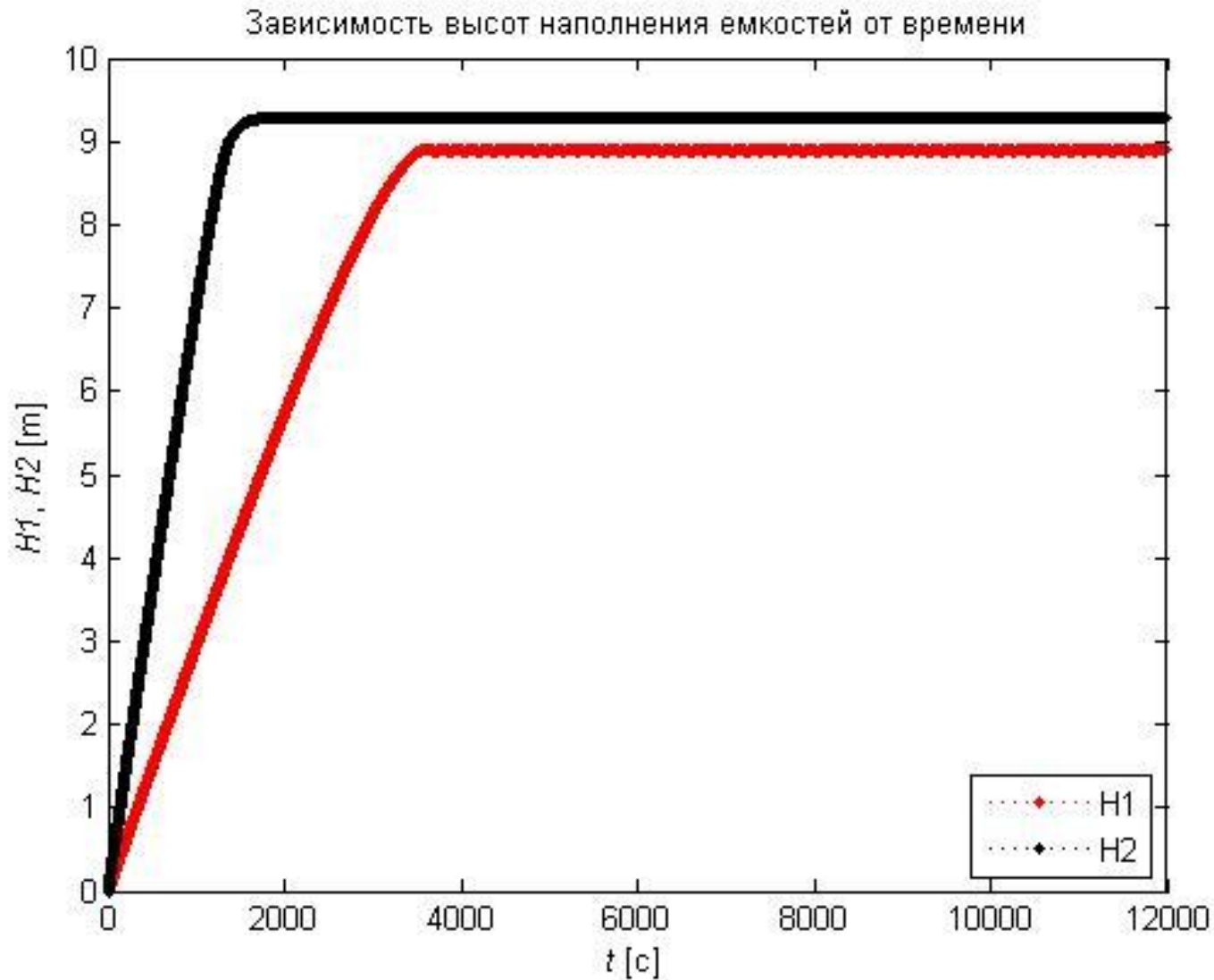
Red boxes highlight the function name 'F=fpr' in the left window and the global variable declarations in the right window. Blue arrows point from these boxes to the corresponding code elements.

Проведение расчётных исследований (симуляция)

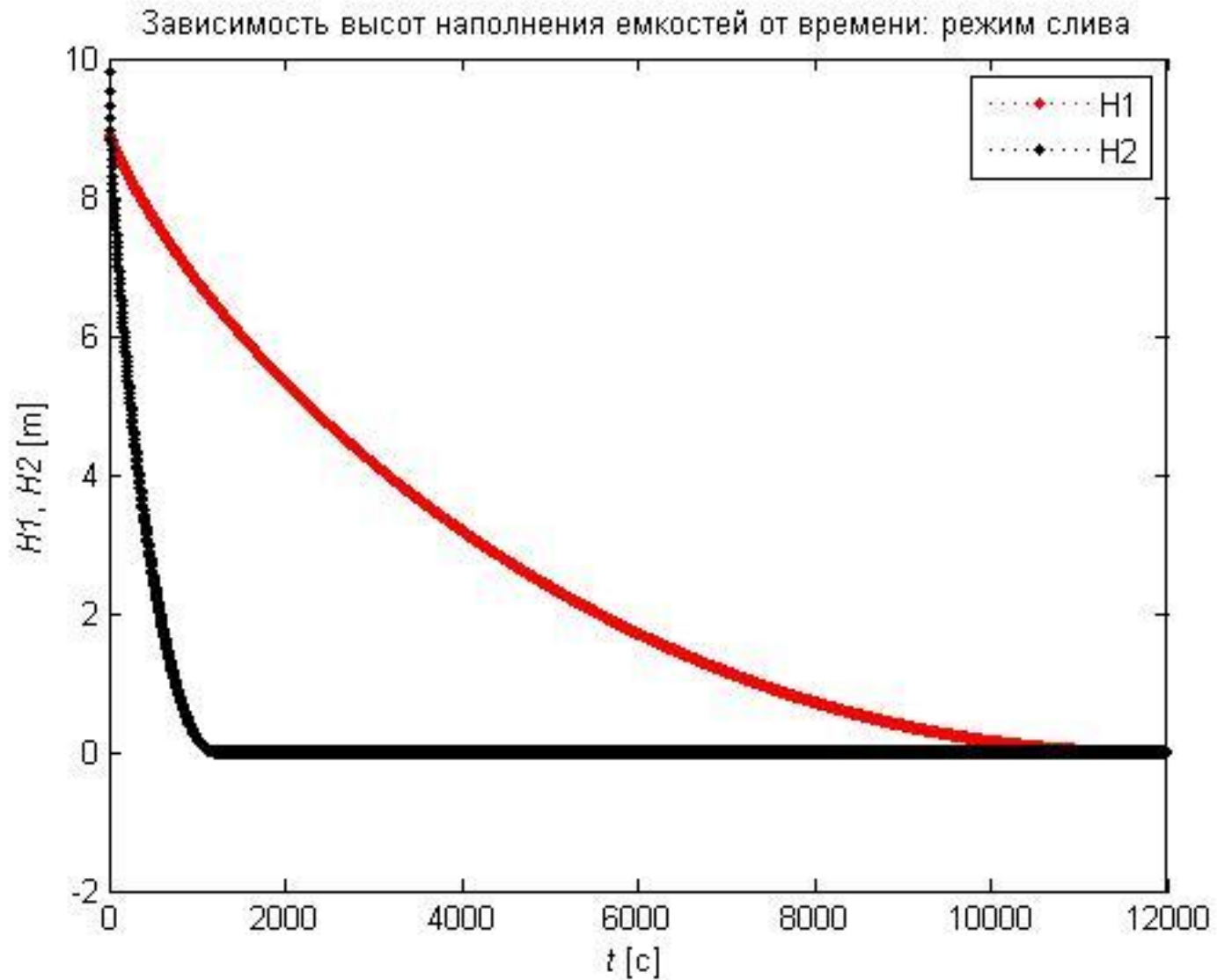
Посредством изменения значений входных переменных в файле-программе симулируем 3 ситуации:

1. Режим нормальной работы
2. Режим поломки одного из вентиляей
3. Режим слива жидкости из емкостей

Режим нормальной работы



Режим слива



Не забываем о
ВЫВОДАХ