

1 Постановка задачи

Решается система дифференциальных уравнений

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho u}{\partial t} + \frac{\partial \rho u^2}{\partial x} + \frac{\partial p}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \rho f \quad (2)$$

Для численного решения используется схема с центральными разностями $(\rho, \rho u)$ вида:

$$H_t + 0.5(V\hat{H}_{\hat{x}} + (V\hat{H})_{\hat{x}} + HV_{\hat{x}}) = 0 \quad (3)$$

$$(HV)_t + \frac{2}{3}(\hat{H}V\hat{V})_{\hat{x}} + \frac{2}{3}\hat{H}V\hat{V}_{\hat{x}} + \frac{V^2}{3}\hat{H}_{\hat{x}} + p(\hat{H})_{\hat{x}} = \mu\hat{V}_{x\bar{x}} + \hat{H}f \quad (4)$$

С граничными условиями:

$$H_{t,0} + 0.5((V\hat{H})_{x,0} + H_0V_{x,0}) - 0.5h((HV)_{x\bar{x},1} - 0.5(HV)_{x,\bar{x},2} + H_0(V_{x\bar{x},1} - 0.5V_{x\bar{x},2})) = 0 \quad (5)$$

$$\begin{aligned} H_{t,M} + 0.5((V\hat{H})_{\bar{x},M} + H_MV_{\bar{x},M}) + 0.5h((HV)_{x\bar{x},M-1} \\ - 0.5(HV)_{x,\bar{x},M-2} + H_M(V_{x\bar{x},M-1} - 0.5V_{x\bar{x},M-2})) = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

Расписанная схема имеет вид:

$$\frac{\tau}{4h}(V_m^n + V_{m+1}^n)H_{m+1}^{n+1} + H_m^{n+1} + \frac{\tau}{4h}(-V_m^n - V_{m-1}^n)H_{m-1}^{n+1} = H_m^n - \frac{\tau}{4h}H_m^n(V_{m+1}^n - V_{m-1}^n) \quad (7)$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\tau}{3h}H_{m+1}^{n+1}V_{m+1}^n + \frac{\tau}{3h}H_m^{n+1}V_m^n - \frac{\mu\tau}{h^2}V_{m+1}^{n+1} + (H_m^{n+1} + \frac{2\mu\tau}{h^2})V_m^{n+1} \right. \\ & \left. + (-\frac{\tau}{3h}H_{m-1}^{n+1}V_{m-1}^n - \frac{\tau}{3h}H_m^{n+1}V_m^n - \frac{\mu\tau}{h^2})V_{m-1}^{n+1} = H_m^nV_m^n - \frac{\tau}{6h}(V_m^n)^2(H_{m+1}^{n+1} - H_{m-1}^{n+1}) \right. \\ & \left. - \frac{\tau}{2h}(p(H_{m+1}^{n+1}) - p(H_{m-1}^{n+1})) \right) \end{aligned} \quad (8)$$

2 Задание 1

Зададим функции давления и скорости:

$$\rho(t, x) = e^t(\cos(3\pi x) + 1.5) \quad (9)$$

$$u(t, x) = \cos(2\pi t)\sin(4\pi x) \quad (10)$$

И вычислим правые части f_0 и f исходных уравнений:

```

1      inline double f_0(double t, double x)
2      {
3          double dro_dt = std::exp(t) * (std::cos(3 * M_PI * x) +
4              1.5);
5          double drou_dx = std::exp(t) * std::cos(2 * M_PI * t) *
6              (4 * M_PI * std::cos(3 * M_PI * x) * std::cos(4 * M_PI * x)
7              -
8              3 * M_PI * std::sin(3 * M_PI * x) * std::sin(4 * M_PI * x))
9              +
10             6 * M_PI * std::exp(t) * std::cos(2 * M_PI * t) * std::cos
11                 (4 * M_PI * x);
12         return dro_dt + drou_dx;
13     }

```

В случае линейной зависимости давления от плотности:

```

1 inline double f_lin(double t, double x, double C, double mu)
2 {
3     double ro = std::exp(t) * (std::cos(3 * M_PI * x) + 1.5);
4
5     double drou_dt = (std::cos(3 * M_PI * x) * std::sin(4 *
6         M_PI * x) +
7         1.5 * std::sin(4 * M_PI * x)) *
8         std::exp(t) * (std::cos(2 * M_PI * t) -
9             2 * M_PI * std::sin(2 * M_PI * t));
10
11     double drou2_dx = std::exp(t) * std::cos(2 * M_PI * t) *
12         std::cos(2 * M_PI * t) *
13         (-3 * M_PI * std::sin(3 * M_PI * x) *
14             std::sin(4 * M_PI * x) * std::sin(4 * M_PI * x) +
15             8 * M_PI * std::sin(4 * M_PI * x) *
16             std::cos(4 * M_PI * x) * std::cos(3 * M_PI * x)) +
17         12 * M_PI * std::exp(t) * std::cos(2 * M_PI * t) *
18         std::cos(2 * M_PI * t) * std::sin(4 * M_PI * x) *
19         std::cos(4 * M_PI * x);
20
21     double d2u_dx2 = -1 * mu * 16 * M_PI * M_PI *
22         std::cos(2 * M_PI * t) * std::sin(4 * M_PI * x);
23
24     double dp_dx = C * std::exp(t) * (-3 * M_PI) * std::sin(3 *
25         M_PI * x);
26
27     return (drou_dt + drou2_dx + dp_dx - d2u_dx2) / ro;
28 }

```

В случай степенно зависимости давления от плотности

```

1 inline double f_pow(double t, double x, double gamma, double mu
2 )
3 {
4     double ro = std::exp(t) * (std::cos(3 * M_PI * x) + 1.5);
5
6     double drou_dt = (std::cos(3 * M_PI * x) * std::sin(4 *
7         M_PI * x) +
8         1.5 * std::sin(4 * M_PI * x)) *
9         std::exp(t) * (std::cos(2 * M_PI * t) -
10             2 * M_PI * std::sin(2 * M_PI * t));
11
12     double drou2_dx = std::exp(t) * std::cos(2 * M_PI * t) *
13         std::cos(2 * M_PI * t) *
14         (-3 * M_PI * std::sin(3 * M_PI * x) *
15             std::sin(4 * M_PI * x) * std::sin(4 * M_PI * x) +
16             8 * M_PI * std::sin(4 * M_PI * x) *
17             std::cos(4 * M_PI * x) * std::cos(3 * M_PI * x)) +
18         12 * M_PI * std::exp(t) * std::cos(2 * M_PI * t) *
19         std::cos(2 * M_PI * t) * std::sin(4 * M_PI * x) *
20         std::cos(4 * M_PI * x);
21
22     double d2u_dx2 = -1 * mu * 16 * M_PI * M_PI *
23         std::cos(2 * M_PI * t) * std::sin(4 * M_PI * x);
24
25     double dp_dx = gamma * std::pow(std::exp(t) *
26         (std::cos(3 * M_PI * x) + 1.5), gamma - 1) *
27         std::exp(t) * (-3 * M_PI) * std::sin(3 * M_PI * x);
28
29     return (drou_dt + drou2_dx + dp_dx - d2u_dx2) / ro;
30 }

```

2.1 Численные эксперименты

$\mu = 0.1, p(\rho) = 1\rho$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	$1.479612e + 02$	$3.545344e + 02$	$6.742111e + 02$	$2.835957e + 03$
	$3.395492e + 01$	$1.050477e + 02$	$5.715137e + 01$	$2.593582e + 02$
	$4.570024e + 02$	$5.326644e + 03$	$9.345787e + 04$	$2.439587e + 06$
	$6.800000e - 05$	$2.070000e - 04$	$1.961000e - 03$	$1.935700e - 02$
0.010000	$0.000000e + 00$	$6.525722e - 01$	$6.143926e - 01$	$6.139451e - 01$
	$-nan$	$2.022396e - 01$	$1.958126e - 01$	$1.957057e - 01$
	$-nan$	$7.680877e + 00$	$7.438442e + 00$	$7.433561e + 00$
	$5.160000e - 04$	$1.882000e - 03$	$1.811100e - 02$	$1.795140e - 01$
0.001000	$0.000000e + 00$	$5.108329e - 02$	$6.413494e - 02$	$6.427001e - 02$
	$-nan$	$1.630812e - 02$	$1.731402e - 02$	$1.736038e - 02$
	$-nan$	$5.832398e - 01$	$5.876434e - 01$	$5.884120e - 01$
	$5.167000e - 03$	$1.823700e - 02$	$1.790500e - 01$	$1.780640e + 00$
0.000100	$0.000000e + 00$	$2.419057e - 02$	$6.425888e - 03$	$6.563319e - 03$
	$-nan$	$1.029436e - 02$	$1.709786e - 03$	$1.759136e - 03$
	$-nan$	$2.738106e - 01$	$5.768847e - 02$	$5.855014e - 02$
	$2.595400e - 02$	$1.814470e - 01$	$1.784837e + 00$	$1.784150e + 01$

$\mu = 0.01, p(\rho) = 1\rho$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	$1.689375e + 75$	$1.294183e + 05$	$1.452502e + 29$	$1.230401e + 23$
	$1.194566e + 75$	$2.249596e + 04$	$1.027074e + 29$	$8.502810e + 22$
	$1.693590e + 76$	$3.184192e + 06$	$1.452503e + 32$	$1.202479e + 27$
	$6.700000e - 05$	$2.260000e - 04$	$1.963000e - 03$	$1.939900e - 02$
0.010000	$0.000000e + 00$	$5.780942e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$
	$-nan$	$1.548715e + 00$	$-nan$	$-nan$
	$-nan$	$1.641333e + 02$	$-nan$	$-nan$
	$5.140000e - 04$	$1.867000e - 03$	$1.814000e - 02$	$1.795680e - 01$
0.001000	$0.000000e + 00$	$4.655542e - 01$	$7.270385e - 01$	$7.306682e - 01$
	$-nan$	$9.942960e - 02$	$1.437217e - 01$	$1.442355e - 01$
	$-nan$	$6.712588e + 00$	$8.345515e + 00$	$8.368183e + 00$
	$5.167000e - 03$	$1.825800e - 02$	$1.787240e - 01$	$1.786375e + 00$
0.000100	$0.000000e + 00$	$2.206853e - 01$	$6.536694e - 02$	$6.837935e - 02$
	$-nan$	$5.282039e - 02$	$1.351189e - 02$	$1.401443e - 02$
	$-nan$	$3.026331e + 00$	$7.341024e - 01$	$7.524592e - 01$
	$2.517100e - 02$	$1.813440e - 01$	$1.786135e + 00$	$1.781177e + 01$

$\mu = 0.001, p(\rho) = 1\rho$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	$2.043522e + 42$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$
	$1.444989e + 42$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$
	$2.048625e + 43$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$
	$9.000000e - 05$	$3.440000e - 04$	$3.244000e - 03$	$3.752200e - 02$
0.010000	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$
	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$
	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$
	$5.350000e - 04$	$3.078000e - 03$	$2.978300e - 02$	$2.957910e - 01$
0.001000	$0.000000e + 00$	$1.358740e + 00$	$2.943780e + 00$	$0.000000e + 00$
	$-\text{nan}$	$2.103964e - 01$	$3.784003e - 01$	$-\text{nan}$
	$-\text{nan}$	$2.806105e + 01$	$1.209677e + 02$	$-\text{nan}$
	$5.306000e - 03$	$3.001700e - 02$	$2.953240e - 01$	$2.935816e + 00$
0.000100	$0.000000e + 00$	$1.066400e + 00$	$2.712902e - 01$	$2.685096e - 01$
	$-\text{nan}$	$2.075186e - 01$	$2.801289e - 02$	$2.936044e - 02$
	$-\text{nan}$	$2.151732e + 01$	$5.493726e + 00$	$5.659019e + 00$
	$3.329600e - 02$	$2.987090e - 01$	$2.945739e + 00$	$1.934830e + 01$
$\mu = 0.1, p(\rho) = 10\rho$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	$2.179283e + 09$	inf	$7.392997e + 51$	$3.038886e + 107$
	$1.804011e + 09$	$-\text{nan}$	$5.227638e + 51$	$2.147232e + 107$
	$3.268447e + 09$	$-\text{nan}$	$7.392999e + 54$	$3.036645e + 111$
	$2.400000e - 05$	$2.100000e - 04$	$1.968000e - 03$	$1.941000e - 02$
0.010000	$2.241266e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$
	$1.067949e + 00$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$
	$1.713333e + 01$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$	$-\text{nan}$
	$1.820000e - 04$	$1.875000e - 03$	$1.811800e - 02$	$1.795820e - 01$
0.001000	$2.505101e + 00$	$1.052819e - 02$	$6.819746e - 03$	$6.789148e - 03$
	$1.196460e + 00$	$4.519415e - 03$	$3.399861e - 03$	$3.391741e - 03$
	$1.790488e + 01$	$3.560847e - 02$	$1.810001e - 02$	$1.798926e - 02$
	$1.796000e - 03$	$1.824500e - 02$	$1.789030e - 01$	$1.808551e + 00$
0.000100	$2.506552e + 00$	$4.772559e - 03$	$7.110225e - 04$	$6.793548e - 04$
	$1.234506e + 00$	$2.015167e - 03$	$3.481438e - 04$	$3.396421e - 04$
	$1.814316e + 01$	$2.430710e - 02$	$1.917962e - 03$	$1.798243e - 03$
	$1.775900e - 02$	$1.812460e - 01$	$1.786741e + 00$	$1.784642e + 01$

$\mu = 0.01, p(\rho) = 10\rho$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	<i>inf</i>	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	—nan	—nan	—nan
	—nan	—nan	—nan	—nan
	2.400000e − 05	2.240000e − 04	1.965000e − 03	1.939500e − 02
0.010000	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	—nan	—nan	—nan
	—nan	—nan	—nan	—nan
	1.810000e − 04	1.871000e − 03	1.808900e − 02	1.796350e − 01
0.001000	0.000000e + 00	8.905592e − 03	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	4.299584e − 03	—nan	—nan
	—nan	3.793391e − 02	—nan	—nan
	5.065000e − 03	1.824700e − 02	1.790900e − 01	1.783694e + 00
0.000100	0.000000e + 00	4.151117e − 03	5.750068e − 04	5.462061e − 04
	—nan	2.278634e − 03	3.240186e − 04	3.175811e − 04
	—nan	2.907894e − 02	1.677597e − 03	1.541143e − 03
	2.083300e − 02	1.814140e − 01	1.787615e + 00	1.789858e + 01
$\mu = 0.001, p(\rho) = 10\rho$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	2.810266e + 112	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	1.987128e + 112	—nan	—nan	—nan
	2.817241e + 113	—nan	—nan	—nan
	2.400000e − 05	2.070000e − 04	1.967000e − 03	1.943800e − 02
0.010000	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	—nan	—nan	—nan
	—nan	—nan	—nan	—nan
	2.030000e − 04	1.864000e − 03	1.815900e − 02	1.799410e − 01
0.001000	0.000000e + 00	1.209360e − 02	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	4.680033e − 03	—nan	—nan
	—nan	1.431018e − 01	—nan	—nan
	1.787000e − 03	1.843400e − 02	1.794100e − 01	1.785661e + 00
0.000100	0.000000e + 00	5.670305e − 03	6.267854e − 04	0.000000e + 00
	—nan	2.674859e − 03	3.293832e − 04	—nan
	—nan	3.978128e − 02	1.739247e − 03	—nan
	1.773000e − 02	1.813900e − 01	1.788896e + 00	1.784461e + 01

$\mu = 0.1, p(\rho) = 100\rho$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	$3.960596e + 103$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$
	$2.800564e + 103$	$-nan$	$-nan$	$-nan$
	$3.970485e + 104$	$-nan$	$-nan$	$-nan$
	$2.500000e - 05$	$2.270000e - 04$	$1.963000e - 03$	$1.938500e - 02$
0.010000	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$
	$-nan$	$-nan$	$-nan$	$-nan$
	$-nan$	$-nan$	$-nan$	$-nan$
	$1.830000e - 04$	$1.876000e - 03$	$1.810900e - 02$	$1.799550e - 01$
0.001000	$0.000000e + 00$	$8.674660e - 03$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$
	$-nan$	$4.574784e - 03$	$-nan$	$-nan$
	$-nan$	$3.558935e - 02$	$-nan$	$-nan$
	$1.780000e - 03$	$2.769800e - 02$	$1.789560e - 01$	$1.784633e + 00$
0.000100	$0.000000e + 00$	$4.459118e - 03$	$5.090780e - 04$	$4.700053e - 04$
	$-nan$	$2.482966e - 03$	$3.184410e - 04$	$3.081752e - 04$
	$-nan$	$2.497492e - 02$	$1.487139e - 03$	$1.275499e - 03$
	$1.767900e - 02$	$1.912420e - 01$	$1.807860e + 00$	$1.785652e + 01$
$\mu = 0.01, p(\rho) = 100\rho$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$
	$-nan$	$-nan$	$-nan$	$-nan$
	$-nan$	$-nan$	$-nan$	$-nan$
	$2.400000e - 05$	$2.080000e - 04$	$1.966000e - 03$	$1.940600e - 02$
0.010000	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$
	$-nan$	$-nan$	$-nan$	$-nan$
	$-nan$	$-nan$	$-nan$	$-nan$
	$1.850000e - 04$	$1.881000e - 03$	$1.812900e - 02$	$1.795010e - 01$
0.001000	$0.000000e + 00$	$8.503219e - 03$	$0.000000e + 00$	$0.000000e + 00$
	$-nan$	$4.514944e - 03$	$-nan$	$-nan$
	$-nan$	$3.476676e - 02$	$-nan$	$-nan$
	$1.766000e - 03$	$1.825200e - 02$	$1.788490e - 01$	$1.782056e + 00$
0.000100	$0.000000e + 00$	$4.443286e - 03$	$5.093738e - 04$	$0.000000e + 00$
	$-nan$	$2.486366e - 03$	$3.182235e - 04$	$-nan$
	$-nan$	$2.497838e - 02$	$1.482229e - 03$	$-nan$
	$1.775100e - 02$	$1.813300e - 01$	$1.813277e + 00$	$1.781016e + 01$

$\mu = 0.001, p(\rho) = 100\rho$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	—nan	—nan	—nan
	—nan	—nan	—nan	—nan
	2.500000e − 05	2.130000e − 04	1.966000e − 03	1.938700e − 02
0.010000	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	—nan	—nan	—nan
	—nan	—nan	—nan	—nan
	1.820000e − 04	1.881000e − 03	1.812700e − 02	1.794490e − 01
0.001000	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	—nan	—nan	—nan
	—nan	—nan	—nan	—nan
	1.770000e − 03	1.828800e − 02	1.802180e − 01	1.781820e + 00
0.000100	0.000000e + 00	4.453419e − 03	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	2.482664e − 03	—nan	—nan
	—nan	2.799643e − 02	—nan	—nan
	1.775700e − 02	1.813060e − 01	1.785390e + 00	1.781192e + 01
$\mu = 0.1, p(\rho) = \rho^{1.4}$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	—nan	—nan	—nan
	—nan	—nan	—nan	—nan
	3.100000e − 05	2.760000e − 04	2.438000e − 03	2.419200e − 02
0.010000	0.000000e + 00	3.458994e − 01	3.419444e − 01	3.419118e − 01
	—nan	1.436457e − 01	1.419179e − 01	1.419033e − 01
	—nan	2.718655e + 00	2.676938e + 00	2.676276e + 00
	2.440000e − 04	2.450000e − 03	2.373500e − 02	2.355700e − 01
0.001000	0.000000e + 00	4.136405e − 02	3.285604e − 02	3.280274e − 02
	—nan	1.638657e − 02	1.384925e − 02	1.383192e − 02
	—nan	3.162398e − 01	2.472530e − 01	2.468246e − 01
	2.242000e − 03	2.379100e − 02	2.347540e − 01	2.342023e + 00
0.000100	0.000000e + 00	1.440330e − 02	3.305485e − 03	3.249649e − 03
	—nan	5.907827e − 03	1.394517e − 03	1.376649e − 03
	—nan	1.422563e − 01	2.488637e − 02	2.444323e − 02
	2.171400e − 02	2.371690e − 01	2.345776e + 00	2.337223e + 01

$\mu = 0.01, p(\rho) = \rho^{1.4}$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	—nan	—nan	—nan
	—nan	—nan	—nan	—nan
	4.000000e − 05	2.560000e − 04	2.418000e − 03	2.391800e − 02
0.010000	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	—nan	—nan	—nan
	—nan	—nan	—nan	—nan
	2.240000e − 04	2.417000e − 03	2.245600e − 02	2.211060e − 01
0.001000	0.000000e + 00	3.763576e − 02	2.849158e − 02	2.852086e − 02
	—nan	1.648619e − 02	1.281607e − 02	1.280572e − 02
	—nan	4.067476e − 01	2.705524e − 01	2.702514e − 01
	2.177000e − 03	2.394900e − 02	2.348930e − 01	2.339555e + 00
0.000100	0.000000e + 00	2.171814e − 02	2.704533e − 03	2.730692e − 03
	—nan	8.993833e − 03	1.253981e − 03	1.243950e − 03
	—nan	2.635254e − 01	2.600322e − 02	2.576084e − 02
	2.166500e − 02	2.362900e − 01	2.346306e + 00	2.337699e + 01

$\mu = 0.001, p(\rho) = \rho^{1.4}$				
$\tau \setminus h$	0.1	0.01	0.001	0.0001
0.100000	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	—nan	—nan	—nan
	—nan	—nan	—nan	—nan
	3.100000e − 05	2.530000e − 04	2.415000e − 03	2.394800e − 02
0.010000	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	—nan	—nan	—nan
	—nan	—nan	—nan	—nan
	2.280000e − 04	2.352000e − 03	2.220200e − 02	2.190710e − 01
0.001000	0.000000e + 00	7.939126e − 02	0.000000e + 00	0.000000e + 00
	—nan	2.877219e − 02	—nan	—nan
	—nan	3.627594e + 00	—nan	—nan
	2.178000e − 03	2.385600e − 02	2.328090e − 01	2.165235e + 00
0.000100	0.000000e + 00	5.098108e − 02	2.548109e − 03	2.656378e − 03
	—nan	1.766025e − 02	1.233000e − 03	1.238167e − 03
	—nan	1.683553e + 00	2.969702e − 02	2.974066e − 02
	2.158100e − 02	2.365990e − 01	2.347017e + 00	2.337150e + 01

На вложенных сетках:

$\mu = 0.1, p(\rho) = 1\rho$			
	tau=h=0.1	tau=h=0.01	tau=h=0.001
$v - v^1$	2.112343e + 02	4.813096e − 01	4.349394e − 02
	8.355351e + 01	1.770144e − 01	1.623816e − 02
	9.502147e + 02	2.543162e + 00	2.204358e − 01
$v - v^2$	8.187135e + 00	1.075795e − 01	1.306173e − 02
	3.854849e + 00	4.567892e − 02	3.730138e − 03
	4.665849e + 01	1.103576e + 00	7.999620e − 02
$v - v^3$	8.194082e + 00	1.186539e − 01	1.400818e − 02
	3.747114e + 00	5.394929e − 02	4.193046e − 03
	4.623236e + 01	1.245567e + 00	9.146864e − 02
$v - u$	8.192847e + 00	1.159522e − 01	1.477516e − 02
	3.792551e + 00	4.982421e − 02	4.262992e − 03
	4.636639e + 01	1.236744e + 00	9.481849e − 02

$\mu = 0.01, p(\rho) = 1\rho$			
	tau=h=0.1	tau=h=0.01	tau=h=0.001
$v - v^1$	$1.242959e + 131$	$4.384307e + 00$	$2.868033e - 01$
	$8.789049e + 130$	$1.168875e + 00$	$9.023526e - 02$
	$1.246063e + 132$	$4.119092e + 01$	$2.971049e + 00$
$v - v^2$	$-nan$	$2.447839e + 00$	$1.789626e - 01$
	$-nan$	$6.741606e - 01$	$5.101721e - 02$
	$-nan$	$3.459100e + 01$	$1.895588e + 00$
$v - v^3$	$1.242959e + 131$	$2.446098e + 00$	$1.860244e - 01$
	$8.789049e + 130$	$6.878576e - 01$	$5.365829e - 02$
	$1.246063e + 132$	$3.284255e + 01$	$1.703985e + 00$
$v - u$	$1.242959e + 131$	$2.472425e + 00$	$1.938654e - 01$
	$8.789049e + 130$	$6.975451e - 01$	$5.529658e - 02$
	$1.246063e + 132$	$3.308445e + 01$	$1.782845e + 00$